



d/72(035) DON



SISTEMA BIBLIOTECARIO DEL POLITECNICO DI TORINO
19.DIC.1997
ARCHITETTURA INVENTARIO N.

POLITECNICO DI TORINO
FACOLTA DI ARCHITETTURA
BIBLIOTECA
CASTELLO DEL VALENTINO



MANUALE DELL'ARCHITETTO

MANUALE DELL'ARCHITETTO

COMPILATO PER CURA DELL'ARCHITETTO

Ing. DANIELE DONGHI

Professore ordinario di Architettura nel R. Istituto Superiore di Ingegneria di Padova

APPENDICE

Con 303 figure nel testo e X tavole



TORINO
UNIONE TIPOGRAFICO-EDITRICE TORINESE

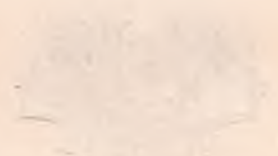
(già fratelli Pomba Libraij in Principio della Contrada di Pó - 1796)

1935-XIII

DELLA BIBLIOTECA

DELLA BIBLIOTECA

DELLA BIBLIOTECA



AL LETTORE

Nella pagina 1 diciamo la ragione che ci indusse a compilare questa Appendice. In essa cercammo di esporre quegli argomenti che, fra gli altri, hanno importanza capitale nella progettazione e costruzione dei fabbricati, e siccome l'argomento dell'urbanistica doveva essere trattato da un tecnico di speciale competenza, ne affidammo la compilazione all'Ing. Comm. CESARE ALBERTINI, libero docente della materia e provetto urbanista non soltanto in teoria, ma in pratica. Del suo coscienzioso ed esauriente lavoro gli rendiamo qui vive grazie.

D. D.

APPENDICE

Quest'Appendice raccoglie le notizie e le norme che essendo comuni ad ogni genere di fabbricati si sarebbero dovute ripetere in ogni singola trattazione di essi.

Tali norme si riferiscono alla sicurezza degli edifici in relazione ai pericoli a cui sono esposti, alle condizioni igieniche alle quali ogni fabbricato deve soddisfare, specialmente se destinato ad accogliere persone, e alle condizioni acustiche e di ottica, le quali assumono particolare importanza per certi edifici, come avemmo già campo di notare nella descrizione delle chiese, delle sale per concerti, dei teatri, degli anfiteatri d'insegnamento, ecc., ovunque insomma la vista e l'udito devono essere soddisfatti nel grado massimo. Siccome l'architetto e il costruttore sono chiamati assai spesso per opere di restauro, di consolidamenti e di rinnovamenti di parti di edifici, ecc., così anche su di esse ci intratterremo, benchè di alcune siasi già fatto cenno nel primo volume di questo *Manuale* (1).

L'importanza oggi assunta dall'*urbanistica*, principalmente a causa del rapido sviluppo del traffico e dei servizi cittadini, a cui le vecchie città non potrebbero soddisfare convenientemente senza trasformarsi, o ampliarsi, richiede che anche su di essa ci intratteniamo esponendone le norme fondamentali, sorte dallo studio e dall'esperienza. Tratteremo infine della professione dell'*architetto-costruttore*, professione non facile quando egli, operando come progettista e direttore dei lavori, voglia soddisfare completamente a quelle condizioni di *solidità*, *comodità* e *bellezza* volute dai nostri antichi scrittori e maestri di architettura, ed alle quali oggi dobbiamo aggiungere una importantissima, quella di *economia*.

Perciò quest'Appendice comprenderà:

- I. *La sicurezza dei fabbricati.*
- II. *L'igiene nella costruzione.*
- III. *L'acustica e l'ottica.*
- IV. *Restauri, consolidamenti, ecc.*
- V. *L'urbanistica.*
- VI. *La professione dell'architetto-costruttore.*

CAP. I. — Sicurezza dei fabbricati (D. DONGHI).

Non occorre dimostrare che un qualsiasi fabbricato deve sempre offrire il massimo di sicurezza contro i pericoli da cui può essere minacciato. Perciò l'architetto, oltre a conoscere gli effetti da essi derivanti deve conoscere i mezzi atti a impedirli, benchè vi siano elementi naturali che, se in generale si lasciano sottomettere alla volontà

(1) Vol. I, parte I, sez. I, cap. I.

dell'uomo, diventano talvolta, indomabili, gli si ribellano e infuriano distruggendo e seminando miseria e morte. Tali l'aria e l'acqua. Quale efficace resistenza può opporsi all'aria quando diventa ciclonica così da sradicare annose piante, sollevarle e trasportarle per centinaia di metri come fucelli, sollevar tetti e abbatte case? Come si può impedire a torrenziali piogge di far straripare torrenti e fiumi, di provocar frane, di abbattere ponti, di inondare vaste superficie, di sommergere fabbricati e persone? E se ci è consentito di opporre valida resistenza ai terremoti, allorchè la loro potenza non supera certi limiti, niuna precauzione può valere quando essa oltrepassandoli sconvolge e inabissa terre e solleva acque. Come opporsi agli effetti del vulcanismo siano essi dovuti a terremoto o a traboccante e dilagante lava? Per quanto si cerchi di sottrarvisi allontanandosi dal centro pericoloso, mai se ne potrà conoscere con sicurezza il raggio d'azione. Contro tali flagelli si spunta ogni mezzo preventivo o repressivo.

Un elemento però contro cui possono avere effetto tali mezzi è il fuoco. Non così per gli scoppi, la cui violenza può esser tale da render vana ogni precauzione, mentre invece possiamo fino a un certo punto dominare la folgore, fino a quando cioè il potenziale elettrico non assuma eccezionale elevatezza.

Dove i nostri mezzi hanno la possibilità di raggiungere lo scopo è nell'impedire i cedimenti dei fabbricati, i franamenti e gli scorrimenti dei terreni, quando di questi si conoscano le qualità, benchè anche in tali casi possa sempre avverarsi l'imprevisto.

Emerge da quanto sopra che l'architetto e il costruttore devono ricorrere a tutti i mezzi messi a loro disposizione dalla scienza e dalla tecnica per rendere stabili e sicuri i fabbricati, siano essi di nuova costruzione, o già costruiti, e bisognevoli quindi di opere che valgano a renderli sicuri. Se poi quei fabbricati dovessero ancora essere danneggiati, si tratterà di stabilire se le forze danneggianti superarono il limite prevedibile, oppure se mancò la previsione di tale limite, nel qual caso dovrebbe essere incolpato l'architetto o il costruttore. Nè è da credere che certe misure di sicurezza possano trascurarsi o prendersi in grado minore per quei paesi rimasti sempre incolumi da certi cataclismi, a cui andarono e vanno fatalmente soggetti altri paesi, poichè un cataclisma può improvvisamente avverarsi in qualunque punto del nostro pianeta. Gli esempi abbondano: vulcani che da secoli restarono inattivi, ingenerando la persuasione di sicurezza, eccoli ad un tratto riprender vita, distruggendo paesi e seminando la morte; paesi che mai subirono scosse sismiche, eccoli improvvisamente sconvolti dai moti convulsivi del terreno; fiumi che mai intimorirono, neanche durante le loro piene, eccoli improvvisamente straripare causando danni incommensurabili; abitati interi, che da secoli non ebbero mai a soffrir danno per il fuoco, e in nessun modo premuniti contro di esso, eccoli in un baleno interamente distrutti; colline e monti che sembravano stabilissimi, eccoli precipitare sugli abitati sottostanti, o scorrere colle fabbriche soprastanti danneggiandole e abbattendole. Cadrebbe perciò in grave errore quegli che facesse affidamento sulle condizioni del passato, giacchè l'insidia alla sicurezza è ovunque latente.

Perciò i provvedimenti che esporremo devono ritenersi di carattere generale, salvo naturalmente per quei casi in cui si possa assolutamente fidarsi della sicurezza di un certo genere. Così, per es., costruendo sulla roccia si potrà escludere il pericolo di cedimento o di franamento: se a ridosso di un monte e in posizione tale per cui i più impetuosi venti sarebbero deviati o indeboliti, si potrà escludere il pericolo ciclonico e se in luogo elevato quello dell'inondazione, e così via; ma in nessun caso si potrà escludere con certezza i pericoli del terremoto, del fuoco ed anche dello scoppio oggi generato anche dalle micidiali bombe aeree incendiarie ed esplosive.

È poi da osservare che i provvedimenti da prendersi per un certo genere di sicurezza, valgono pure per altri generi, cosicchè un unico sistema costruttivo può impartire al fabbricato il maggior grado di sicurezza, ed è a questo sistema che l'architetto e il costruttore dovranno attenersi.

A. — SICUREZZA CONTRO IL FUOCO.

Evidentemente tra i fabbricati e le costruzioni esposti al pericolo di incendiarsi vi è una specie di graduatoria, poichè alcuni lo sono meno, altri lo sono maggiormente, sia per l'uso a cui sono destinati, come ad esempio gli opifici industriali, e specialmente quelli nei quali è indispensabile l'uso di materie infiammabili, sia perchè, pur non essendo per se stessi pericolosi, possono essere incendiati per cause esterne, come, per es., dall'incendio di fabbricati prossimi.

Riservando una trattazione particolare per gli impianti industriali, pei teatri e altri edifici di pubblici spettacoli e riunioni, diremo ora in via generale quali siano le cause d'incendio, quali le precauzioni da prendersi, quali materiali debbono considerarsi come incombustibili e quali i sistemi costruttivi meglio atti a impedire che un incendio si manifesti e si propaghi.

a) **Cause d'incendio.** — Sono dovute agli impianti di *riscaldamento e di illuminazione*, alla *combustione spontanea*, alla *folgore*, alle *esplosioni*, ai *motori* e alle *macchine*, alla *negligenza* e all'*imprudenza*, alla *malvagità*, a *vizi di costruzione* e infine a *incendio di fabbricato prossimo*.

α) **IMPIANTI DI RISCALDAMENTO.** — Presentano pericoli quando i condotti del fumo sono mal collocati e mal eseguiti e quando in essi sporgano teste di travi, o sono male intonacati internamente; quando pel riscaldamento si adoperano stufe, fornelli a gas, a petrolio, a benzina, ad alcool e simili, e i relativi tubi attraversino pareti combustibili; quando si trascura la pulizia periodica dei condotti del fumo e vicino ai focolari di cucina, ai caminetti e alle stufe si trovano legna, carbone, o altre materie combustibili. Perciò le gole dei camini dovranno avere pareti abbastanza grosse, non essere a contatto di legnami, i quali se non ne sono lontani, dovranno ricoprirsi con materiale incombustibile, se si suppone che possano ricevere forte calore dal condotto: se si dovranno attraversare pareti non costruite con materiale incombustibile con tubi di stufa, specialmente metallici, il tubo nell'attraversamento si rivestirà di amianto o con altra sostanza incombustibile, e se non si potrà lasciare un giuoco d'aria intorno ad esso, si farà un'imbottitura di gesso. Le caldaie per il riscaldamento, sia a vapore, sia ad acqua calda, si collocheranno in luogo assolutamente sicuro contro il fuoco, e sempre lontane da depositi di materiale combustibile. I condotti del fumo saranno intonacati internamente con cemento liscio ed essere così fatti da potersi ripulire facilmente mediante l'introduzione di sfere provviste di punte (1). Nessuna stufa a legna o a carbone dovrà collocarsi direttamente su un pavimento o solaio di legno, ma sopra uno strato di materia isolante o di muratura massiccia, in modo che nè tizzoni ardenti, che cadano sul pavimento, nè il calore del focolaio, trasmesso al legname del solaio, possano provocare l'incendio.

(1) Vedi vol. I, parte I, sez. I, pag. 402 e seg.; vol. I, parte II, sez. II, cap. XIV; vol. II, parte I, sez. I, pag. 19 e seguenti.

Per assicurarsi che una gola di camino non abbia fenditure o altre lesioni, la si riscalda dapprima, poi si tappa la bocca del fumaio, quindi con paglia umida si produce un fuoco molto fumoso, il quale non potendo smaltirsi dal fumaio, sfuggirà dalle eventuali fessure della gola, che si potranno così individuare.

β) IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE (1). — La luce artificiale si ottiene coll'olio, colle candele, col petrolio, coll'alcool, coll'elettricità e coi gaz, ottenuti dal carbon fossile, dall'acqua carburata, dalla nafta, dal carburo di calcio (acetilene), dall'olio (prodotto dalla distillazione dell'olio, del grasso, del legno, della torba, della resina), da un miscuglio di acetilene e di gaz di olio, dalla benzina. Il gaz del carbon fossile, detto illuminante, può occasionare l'incendio sia per contatto diretto della fiamma o per il calore da essa emanato, sia per esplosione. Le fughe di gaz siano esse prodotte da guasti delle tubazioni, o da un robinetto rimasto aperto, producono esplosioni a causa della mescolanza che il gaz forma coll'aria, la quale esplose violentemente a contatto di un corpo incandescente qualunque. È inutile intrattenersi su altri gaz poichè tutti conoscono gli effetti del gaz acetilene, degli oli minerali leggeri (gazolina, benzina) del petrolio americano o russo, dell'alcool, contenuti nei recipienti destinati alla produzione della fiamma, o del relativo gaz, sia che tali effetti dipendano da spargimento del liquido eminentemente infiammabile, sia da esplosione dei recipienti stessi, sia dalla fiamma, o anche soltanto dal calore da essa emanato, come si è detto per il gaz ordinario. Perciò si devono possibilmente evitare le fiamme libere, o per lo meno proteggerle con reti metalliche per impedire che cortinaggi ed altri oggetti infiammabili vengano a contatto di esse. Devono restare almeno 90 centimetri al disotto dei soffitti di legno e 60 da pareti pure di legno, ed essere munite di campanella. Il pericolo è diminuito colle lampade a fiamma rovesciata e quando sulla fiamma esista un tubo di scarico dei prodotti della combustione. I bracci da parete devono essere fissi e non snodati quando la parete sia di natura che possa prender fuoco. Negli impianti di una certa importanza si dovranno provvedere le condutture di varî robinetti di chiusura per poter eventualmente isolarle. Le tubazioni si lasceranno visibili, saranno di ferro e provate prima di porle in opera. Per ricercare eventuali fughe non si useranno fiammiferi o altro genere di fiamma, ma si ricorrerà alle apposite carte sensibili, il cui colore rimane inalterato se non vi è fuga, e invece cambia se la fuga esiste.

In quanto all'elettricità, che senza dubbio presenta minori pericoli d'incendio, non ne è però scevra, poichè parecchie sono le cause di accidenti che può produrre, e cioè la combustione degli isolanti, i corti-circuiti, le perdite, i contatti, i reostati, le macchine, gli accumulatori, l'acqua e il gaz, la folgore (2).

La combustione dell'isolante avviene sia per un afflusso anormale di corrente, sia per una sezione troppo debole della conduttura, sia dalla resistenza. Tale combustione può provocare l'accensione di altre materie, per cui si suggerisce di escludere la gutta-perca come isolante e di ricorrere, per es., al cemento di amianto, che è incombustibile. Il corto circuito, diventato oramai il capro espiatorio di ogni piccolo o grande incendio, si produce quando i fili sono male isolati e vengono accidentalmente a contatto fra di loro, oppure quando un oggetto metallico tocchi due fili, o infine per la rottura di una lampada. Se i fili sono bene isolati e lungo le condutture esistano le valvole fusibili, i corti circuiti sono evitati. I reostati non devono mai essere applicati su sostegni di legno.

(1) Vedi vol. I, parte II, sez. II.

(2) Nel cap. XII di questo *Manuale* (vol. I, parte II, sez. II), sono già descritte le precauzioni da usarsi per gli impianti elettrici.

Le macchine bruciano se si sottopongono a un lavoro eccessivo; gli accumulatori emettono del gas idrogeno che mescolato all'aria può produrre un miscuglio esplosivo; l'acqua a contatto della corrente elettrica si decompone in ossigeno e idrogeno, che ricombinandosi istantaneamente producono esplosione e si infiammano: è per questo che nello spegnimento degli incendi si raccomanda di non lanciare acqua su condutture percorse da corrente elettrica. La vicinanza di condutture di gaz a quelle elettriche è sempre pericolosa specialmente nelle condutture sotterranee, sia per perdite di gaz, sia per riscaldamento delle condutture elettriche. Pericolosa è pure la illuminazione degli apparecchi di proiezione che vien fatta col petrolio, col gaz ossidrico e coll'ossietterico, col gaz comune, coll'acetilene e coll'elettricità. Quest'ultima è certamente la meno pericolosa, ma non la si può sempre avere, per cui usando una delle altre sorgenti di luce bisognerà prendere tutte le precauzioni necessarie: la più pericolosa è quella ossietterica.

γ) COMBUSTIONE SPONTANEA. — I fatti avvenuti, le osservazioni e gli studi compiuti, stanno a provare che esiste veramente la combustione spontanea, sia di sostanze ammassate nella cui massa si produce tale elevazione di temperatura da infiammarla quando venga a contatto coll'ossigeno dell'aria, sia di materie che ossidandosi rapidamente s'infiammano. Fra le prime sono da annoverare il fieno secco e la paglia, i vegetali umidi ammicchiati, le materie tessili impure, il carbone, gli stracci imbevuti di olio, il legno quando si dissecca col calore, la calce viva e il carburo di calcio a contatto dell'acqua; fra le seconde la polvere di licopodio, la polvere di zinco impiegata per la pittura, composta di zinco, di piombo, di cadmio, di ossido e carbonato di zinco, la quale si infiamma spontaneamente per l'azione dell'umidità. Vi sono poi delle polveri tenuissime che sospese in notevole quantità nell'aria e con questa intimamente mescolate si infiammano ed anche producono violente esplosioni per una causa esterna: aumento di calore, scintilla, fiamma. Tali le polveri delle filande e le farine, alle quali ultime si deve la esplosione avvenuta nei mulini di Lichtfield (America), così violenta da distruggere completamente i fabbricati, e persino delle case a 3 chilometri di distanza.

Fra le esplosioni prodotte da causa esterna su materie infiammabili sono pure da annoverare quelle dovute all'azione dei raggi solari attraversanti oggetti che facciano la funzione di lente, come, ad esempio, una bottiglia piena d'acqua. Si ricorda, per tale ragione, lo scoppio avvenuto a Grenoble di un magazzino di polvere e l'incendio del laboratorio Godillot a Parigi.

Anche il continuato e rapido sfregamento fra organi metallici in movimento, non sufficientemente lubrificati, produce una grande elevazione di temperatura, nonchè proiezione di scintille, capaci di provocare un incendio.

δ) FOLGORE ED ESPLOSIONI. — Non è necessario soffermarsi sul fatto che la folgore può essere causa di incendio o di esplosioni, poichè i suoi effetti sono a tutti noti, e che le esplosioni sono pure causa di incendio. Più innanzi sono esposte le precauzioni da prendere riguardo alla folgore e alle esplosioni.

ε) MOTORI. — Il motore a vapore non è pericoloso per sè, ma sono pericolosi la caldaia e il focolare, la prima per il suo scoppio, il secondo per la esistenza stessa del fuoco, e del combustibile. Pericolosi sono invece i motori a gaz, a petrolio, a olio pesante e simili, pel cui impianto e condotta si devono prendere tutte le precauzioni suggerite dalle norme regolamentari. Pericolosi sono pure i motori elettrici, specialmente quando la loro velocità supera un certo limite o quando, diminuendo la resistenza esterna, viene ad elevarsi la intensità della corrente a tal punto da produrre l'immediato riscaldamento dei fili, sufficiente per bruciare l'isolante e anche fondere i fili dell'indotto

provocando l'incendio. L'accidente si evita applicando un regolatore al motore e ricorrendo alle valvole fusibili.

φ) Neanche sugli effetti della *negligenza*, della *imprudenza* e della *malvagità* occorre spendere parole, e neppure sui *vizi di costruzione*, poichè è ovvio che ove si siano impiegati materiali facilmente combustibili, o sistemi costruttivi non resistenti a un forte calore o al fuoco, l'incendio è sempre latente, e scoppia per una causa anche minima, che non avrebbe avuto altrimenti effetto.

η) Fra le cause esterne dell'incendio di un fabbricato è da comprendere quella dell'*incendio di fabbricati prossimi* ad esso, sia a causa di scintille trasportate dal vento, sia pel forte calore emanato dal fabbricato in fuoco, sia per le fiamme che da questo si sprigionano. È a tali cause che si deve la distruzione di interi villaggi e anche di intere città. In un furioso incendio avvenuto a Torino in una grande fabbrica di calci di fucili, e nella quale era immagazzinata una grandissima quantità di legname, incendio che durò parecchi giorni, tutte le case circostanti, benchè le strade fossero larghe 10 metri e più, minacciarono di incendiarsi e i pompieri dovettero continuamente irrorarne le facciate. Le gelosie di legno si bruciarono per l'intenso calore, e i parapetti in ferro dei poggiuoli si arroventarono e si contorsero. Non occorre di fare molte citazioni: basterà ricordare il disastroso incendio di Baltimora del 7 febbraio 1904 nel quale andarono distrutti 2500 fabbricati con un danno di 750 milioni. L'incendio incominciò in un immenso fabbricato, occupato dai magazzini della Ditta Hurst e C. alle ore undici di mattina. Benchè esso sorgesse in mezzo a un quartiere di grandi affari, pure, essendo domenica, il luogo non era frequentato; da ciò la mancanza di accidenti mortali. Ma da ciò anche la violenza del fuoco, che non fu visto all'inizio e che non si rese manifesto se non in seguito a un'esplosione interna. In tale momento si innalzarono altissime le fiamme e le faville e le macerie incandescenti lanciate lontano dalla violenza del fuoco e da una bufera, che per mala sorte imperversava, appiccarono in pochi minuti l'incendio a una quantità di edifici, che si incendiavano subito come paglia, sia che fossero costruiti all'antica, cioè con predominanza di legname, sia alla moderna, con preponderanza di parti metalliche scoperte o protette da involucri. Non valsero gli sforzi dei pompieri, nè il sistema di isolamento colla dinamite, colla quale si fecero saltare intieri edifici: il fuoco non si poté domare che il giorno successivo. Di incendi tali non vi sono che pochi esempi in Europa (Londra 1666, Copenaghen 1728-1807, Mosca 1812, Amburgo 1842, Limoges 1860, ecc.) e in città ove gli edifici erano costruiti senza nessuna precauzione contro il fuoco. In America invece ne avvennero di disastrosissimi, fra cui quello di Chicago del 1871, di Boston del 1872, di Ottawa del 1900, di Charlestown del 1838, di New York del 1835, ecc. Se si riflette che in America già all'epoca dell'incendio di Baltimora si prendevano le maggiori precauzioni e che vi erano numerosi e bene ordinati i corpi dei pompieri e i mezzi di estinzione, si può anche pensare essere impossibile impedire l'originarsi e l'espandersi di un incendio. Si deve però riflettere che se il progresso ha fatto grandemente e rapidamente aumentare i pericoli d'incendio, i mezzi per opporvisi sono invece rimasti quasi gli stessi, sicchè la preponderanza restò ai pericoli e agli effetti del fuoco. Fa però stupire il riprodursi di tali incendi negli stessi luoghi ove l'esperienza mostrò quali precauzioni dovevano prendersi, e dove appunto esse erano state prese. Questo conferma che l'aumento delle misure preventive è sempre inferiore all'aumento delle cause. Si è poi riconosciuto che il sistema degli edifici giganti (i famosi grattacieli) trasformano il più lieve incendio in un flagello indomabile, sia per la quantità stragrande di materie in essi contenute, sia perchè vi si producono aspirazioni così intense, da convertire il fabbricato in un immenso camino il cui effetto non si può in alcun modo domare. Così si è pure notato

che nei grandi incendi le strutture metalliche ricoperte con involucri protettori ceramici, cementizi o di altro materiale incombustibile, sono ugualmente distrutte come le strutture di antico sistema. Nel citato incendio di Baltimora il « Fidelity and Guaranty Comp. Building » che aveva le pareti esterne costruite di ferro e mattoni, mentre internamente la costruzione era di calcestruzzo cementizio armato, questa ha perfettamente resistito mentre l'altra è rovinata quasi del tutto. Degli altri due edifici in cui erasi usato il calcestruzzo armato, l'« International Trust Comp. Building » che aveva così fatti i solai e una serie di colonne, questi non soltanto resistettero all'azione del fuoco ma anche all'urto di un edificio che vi cadde addosso, e dell'« Hôtel Ynker » nulla si può dire poichè fu fatto saltare colla dinamite. Le fig. 1 a, b mostrano la planimetria della porzione di Baltimora incendiata e una veduta delle rovine. Anche la città di Chelsea, presso Boston, fu in gran parte distrutta da un incendio nell'aprile del 1908 e le fig. 2 a, b danno un'idea del disastro.

b) Materiali da costruzione (1). — Nel vol. I abbiamo ampiamente trattato della fabbricazione, lavorazione ed uso dei principali materiali da costruzione, fra i quali parecchi, come vernici, colori, intonachi speciali e materiali per particolari applicazioni, ecc. sono andati crescendo di numero e magnificati dai loro produttori. Si dovrà accoglierli con un certo riserbo, in attesa che oltre alle prove di laboratorio si conoscano i risultati del loro impiego, tanto più che molti fra essi hanno la medesima base, ma nomi diversi, e la medesima efficacia, quando l'hanno. Non crediamo utile di citarli. Di ignifughi, idrofughi, calorifughi, ecc. sono piene le pagine di annunci di periodici tecnici, ma non possiamo suggerire l'uno piuttostochè l'altro. Conviene provarli, o stare al parere delle persone di nostra fiducia che li abbiano sperimentati.

È intuitivo che per la sicurezza contro il fuoco si debbano impiegare materiali ad esso resistenti, ma che per raggiungere lo scopo è necessario che le strutture in cui sono impiegati siano tali da non sfasciarsi sotto l'azione del fuoco, il quale non si potrà mai impedire, perchè i locali dei fabbricati contengono sempre materiali atti a incendiarsi e ad appiccare l'incendio a tutto il resto contenuto nel locale medesimo. Ma il



Fig. 1 a. — Pianta della porzione di Baltimora incendiata il 7 febbraio 1904.

(I fabbricati incendiati sono distinti con tratteggio e tinta piena. Questi ultimi erano i più importanti, ma l'Ufficio postale e il Municipio furono danneggiati soltanto lievemente).

(1) Vedi vol. I, parte I.

fuoco non si propagherà, e non vi saranno sprofondamenti, se i materiali e i sistemi impiegati nella costruzione resisteranno all'incendio del locale.

α) PIETRE NATURALI. — Si credeva generalmente che la muratura massiccia di pietre naturali fosse resistente al fuoco, ma gli incendi avvenuti, soprattutto a Strasburgo e a Parigi nel 1870-71 dimostrarono come su certe pietre, specialmente le calcaree, non si possa fare affidamento. Mentre taluno crede che l'acqua contenuta nelle pietre igroscopiche produca dapprima una dilatazione e poi si trasformi in vapore cagionando lo spaccamento della massa, è invece da ritenere che il calore alteri la composizione chimica della pietra, o di singole parti della medesima, e avvenga poi una dilatazione di queste colla conseguente disgregazione.



Fig. 1 b. — Veduta di porzione di Baltimora dopo l'incendio.

Subiscono un'alterazione chimica tutte le pietre che contengono acido carbonico, il quale si svolge col calore, diminuendo la resistenza della pietra che si frantuma. Appartengono a questa categoria le pietre calcaree, le marnose, le dolomitiche e le arenarie, in cui la calce o la marna entrano come sostanza cementante. I graniti di grossa tessitura e le sieniti si spaccano per ineguaglianza di dilatazione. Sono invece da considerarsi come resistenti al fuoco le arenarie in cui il materiale cementante è quarzoso, i serpentini, gli schisti micacei, le ardesie, gli schisti argillosi, le trachiti, le lave basaltiche, le pietre pomice e tufacee. Anche le puddinghe si comportano bene in caso d'incendio.

β) PIETRE ARTIFICIALI. — Formate quasi sempre da cemento, il quale è molto resistente al fuoco, sono esse pure resistenti. Anche le pietre artificiali gessose, colle quali si imitano specialmente i marmi, presentano buona resistenza, essendo il gesso per se stesso fra le materie resistenti al fuoco.

γ) LATERIZI. — I laterizi rappresentano un buon materiale resistente al fuoco quando però contengano una dose di allumina superiore a quella della calce. Nell'incendio di una fabbrica di amido avvenuto a Salzuflen nel 1881, i muri d'ambito di mattoni resistettero alle fiamme, mentre quelli di pietra da taglio, benchè di grossezza maggiore, andarono in rovina. Così pure nell'incendio del Palazzo municipale

di Aquisgrana del 1883, nei pinnacoli di arenaria argillosa si produssero delle fenditure e gli scalini di pietra calcarea si calcinarono, mentre le volte laterizie, della grossezza di un mattone, protessero egregiamente la sala della incoronazione dalle fiamme e dalla caduta dell'alta ossatura di legno del tetto. Nell'impiego dei laterizi, oltre che della qualità si deve tener conto anche della loro contrazione sotto l'azione del calore, la quale può produrre la caduta di un muro riscaldato su una sola faccia: però tale contrazione non avviene che oltre i 500 gradi.



Fig. 2 a. — Pianta di porzione della città di Chelsea (presso Boston).
(La porzione incendiata è distinta con tratteggio).

Assolutamente resistenti sono i laterizi di terra refrattaria quali si adoperano appunto nei forni e il loro costo non è tale da impedire che si adoperino per la costruzione di archivi, tesori di banche, biblioteche, musei e per tutti quegli edifici contenenti oggetti preziosi e insostituibili quando venissero distrutti. Fra i laterizi sono da comprendere le tegole nelle varie loro forme, delle quali si ritengono meno resistenti quelle di minor grossezza e di maggiore grandezza.

δ) GESSO, CEMENTO, CEMENTO ARMATO, ASFALTO, AMIANTO. — Come abbiamo già detto gesso e cemento sono due materiali molto resistenti al fuoco anche quando dopo aver subito un forte riscaldamento sono rapidamente raffreddati da getti d'acqua fredda. Una prova fu fatta a Milano con un casotto costruito con tavelloni Bruckner, in parte di gesso e in parte di cemento, e coperto con soffitto di cemento armato, caricato con più di 300 Kg. per m², mediante sacchi di sabbia. Nel casotto fu accesa una catasta di legna e di paglia imbevuta di petrolio, così da produrre una temperatura che superò i 700 gradi, misurata mediante metalli fusibili a

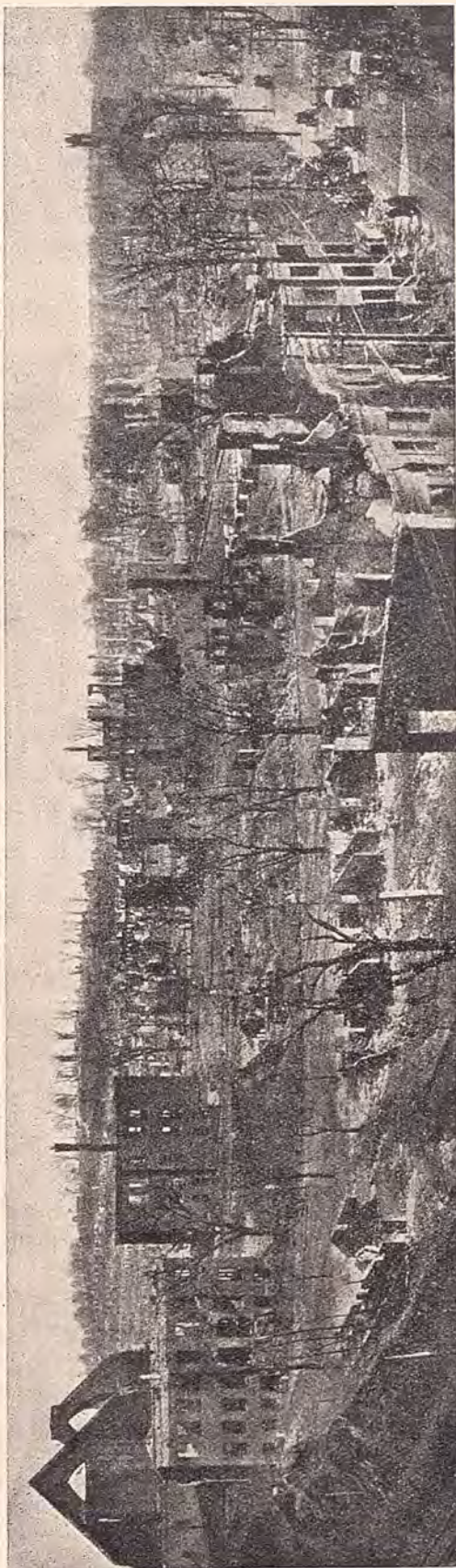


Fig. 2 b. — Veduta di Chelsea dopo l'incendio. A sinistra si vedono le rovine della Chiesa di Santa Rosa, a destra la Via Washington.

varie temperature, e sulle cui pareti si lanciarono dei potenti getti d'acqua. Esso non soltanto non si sfasciò, ma non si avverarono guasti notevoli nè sulle pareti di gesso nè su quelle di cemento, che mostrarono soltanto qualche sfaldatura. Il coperto resistette benissimo nonostante il sovraccarico rilevante e non vi si produsse che qualche screpolatura. L'esperienza valse soprattutto a dimostrare che pareti e soffitti così fatti non permettono la trasmissione del fuoco da un locale in cui siasi manifestato un incendio, anche violento, ai locali adiacenti: ciò che è della massima importanza.

In quell'esperienza si è però notato che la soletta semplice di copertura si era riscaldata a causa dell'esistenza dei sacchi di sabbia sovrastanti, i quali impedivano la aerazione della superficie superiore, cosicchè la sabbia erasi pur riscaldata. Se ne deduce che sopra solai del genere non si devono appoggiare direttamente merci atte a soffrire per il calore che si concentra fra esse e la soletta, sotto cui divampa l'incendio, o avessero ad incendiarsi quando il calore arrivasse a un alto grado, ma si devono appoggiare sopra rialzi in modo da lasciar circolare l'aria al disotto di esse.

Prove consimili furono fatte nel settembre 1899 durante l'esposizione provinciale di Gand, sopra un padiglione coperto di calcestruzzo armato di sistema Hennebique, con pareti pure di calcestruzzo e con vetri retinati, e si ebbero risultati tali che il comandante Welsch dei pompieri, nel suo rapporto al Congresso internazionale dei pompieri, dichiarò che l'uso giudizioso di quei materiali diminuirà sensibilmente le catastrofi e i danni prodotti dal fuoco (1).

(1) Rapport présenté au Congrès international, suivi des rapports sur les expériences faites à l'Exposition provinciale de Gand les 9 et 28 septembre 1899, par M. WELSCH-GROSSENS, Bruxelles 1899

L'*asfalto naturale*, malgrado il bitume che contiene, è da considerarsi come materiale resistente al fuoco: esso non è combustibile ed ha la proprietà di arrestare le fiamme. In parecchi incendi si è accertato che il bitume riscaldato al rosso si rammolisce, poi entra in ebullizione emettendo dei vapori che si infiammano, bruciano per cinque o sei minuti, poi si spengono e non si riprendono più. L'*asfalto artificiale* non possiede che in grado molto minore le qualità di quello naturale.

Tutti sanno che l'*amianto*, costituito da un silicato di calce e magnesia, è incombustibile. Perciò il cemento d'amianto, la pittura, il cartone e i tessuti d'amianto servono specialmente bene come isolanti del calore.

ε) VETRO. — I vetri ordinari, soprattutto se riscaldati da una sola parte si spezzano e cadono lasciando libero passaggio alle fiamme. Non così per le lastre di vetro armato o retinato (1), il quale per effetto del calore si screpola, ma nessun pezzo se ne stacca, neppure sotto un getto d'acqua fredda, per cui nè fumo nè fiamme passano attraverso dette lastre. Le parecchie esperienze fatte fecero concludere che una lastra di vetro armato può resistere a un incendio molto violento e opporsi al passaggio delle fiamme per un tempo lunghissimo. E lo stesso risultato si ottenne con scale le cui pedate erano costituite da lastre di vetro armato. Nel già citato incendio di Baltimora un edificio fu risparmiato dal fuoco perchè aveva le finestre provviste di vetro armato, il quale impedì al fuoco di penetrare nell'interno del fabbricato.

φ) MALTE. — Le malte cementizie, purchè di una certa grossezza, e la malta formata con argilla e pietra refrattaria polverizzata sono malte resistenti: questa si adopera specialmente per le murature fatte con materiali refrattari, per camini, muri taglia-fuoco, ecc.

ζ) LEGNO. — Il legno esposto per molto tempo a una temperatura superiore a 100°, si accende facilmente, fenomeno che si può avverare anche attraverso a una parete di mattoni a cui il legno sia aderente, o quasi. I legnami resinosi bruciano molto più facilmente degli altri e quelli di essenza dolce più dei legnami forti. La quercia, ad esempio, resiste assai più dell'abete e del pino. Se al legno si rimprovera di propagare rapidamente il fuoco e in pari tempo di somministrargli nuovo alimento, d'altra parte esso si comporta meglio di altri materiali resistendo al fuoco più lungamente, e tanto maggiormente quanto più grandi sono le sue dimensioni. Questo si deve al fatto che si carbonizza alla superficie e non potendo più l'ossigeno passare attraverso allo strato carbonizzato, l'azione del fuoco si arresta a una profondità di qualche centimetro appena, cosicchè la maggior parte del legname (trave di solaio, ad esempio) conserva la sua resistenza. Le travi verticali (sostegni) resistono anche maggiormente, e a detta di Shaw (capo dei pompieri londinesi) i sostegni liberi di legno sono più sicuri contro il fuoco di quelli metallici, i quali si inflettono e si spezzano sotto l'azione dell'acqua di spegnimento. Tale maggior resistenza si spiega col fatto che la fiamma agisce sempre verticalmente, quindi il sostegno verticale è solamente lambito e poco intaccato dalla fiamma sfuggente, mentre questa agisce con tutta la sua forza sopra l'intera superficie di una trave orizzontale. Il legno resiste maggiormente quanta minore è l'aspirazione della fiamma verso l'alto. Così un solaio di legno, in cui le tavole poste sopra le travette siano bene immaschiate, in modo da evitare ogni fessura, resisterà molto di più di quello in cui vi siano fessure, attraverso alle quali l'aria è aspirata alimentando il fuoco. Pedate di legno, per esempio, fissate sopra scalini massicci si carbonizzeranno lentamente quando vi cada sopra del materiale infuocato, ma non bruceranno.

(1) Vedi vol. I.

Perciò si può aumentare la resistenza del legname sottraendolo all'aria. Nell'incendio di un'officina si osservò che mentre si erano spezzate delle travi di ferro quelle di legno con rivestimento metallico furono risparmiate. Anche il comandante Goldoni dei pompieri di Milano, sosteneva che in un incendio si comporta assai meglio la costruzione di legno, naturalmente di essenza forte, che non quella metallica, e ciò pel fatto che la più lunga resistenza del legno dà tempo ai pompieri di giungere quando l'incendio è ancora domabile.

γ) METALLI. — Nelle costruzioni si usano il ferro, la ghisa e l'acciaio come materiali resistenti e portanti; il rame, lo zinco, il piombo come materiali di copertura e di finimento. Il calore li fa dilatare, ma mentre i tre primi sotto l'azione del fuoco perdono man mano di resistenza, si contorcono e si spezzano, lo zinco e il piombo si fondono a temperature relativamente basse (400° e 300°), e il rame resiste fino a circa 1000°, alla qual temperatura anch'esso si fonde. Il ferro e l'acciaio cominciano a perdere resistenza a 300° ÷ 400° e a 800° la perdono del tutto: la ghisa resiste un poco di più ma ha l'inconveniente di spezzarsi se presenta qualche difetto nascosto di fusione. Dovendo ricorrere a colonne cave di ghisa si dovrebbe sempre usare di quelle gettate in piedi e non orizzontalmente. Dalle esperienze di Kollmann, condotte sopra ferro fibroso, ferro granulare e acciaio Bessemer, sottoposti a temperature gradatamente crescenti da 0° a 1000°, si dedusse che la resistenza dei tre metalli rimaneva costante fino a 100° ed anche fino a 200°; soltanto quella del ferro fibroso diminuiva del 6%; a 300° la resistenza si riduceva al 90% per tutti; a 500° al 40% e a 700° al 20%. Rapidissima è la diminuzione di resistenza del ferro fra 315° e 538°. Se il ferro ha sul legno il vantaggio di non fornire alimento al fuoco, trasporta invece il calore su tutta la sua lunghezza, a causa della sua conduttività, e ha lo svantaggio di dilatarsi notevolmente creando spinte sui muri, o sopra i sostegni di strutture orizzontali o inclinate, e di deformare, contorcere, sconnettere e rompere le membrature di strutture completamente metalliche o miste di ferro e legno, ferro e laterizio, ecc. Specialmente le spinte sui muri e sui sostegni sono dannosissime, poichè possono provocare il rovesciamento di essi e quindi la rovina di tutto un edificio. A una variazione di temperatura di 50°, facile ad avverarsi nei climi moderati (—10° + 40°) una trave di ferro della lunghezza di 6 metri si allunga di quasi mm. 4 e scaldata a 700° di mm. 52,5.

Si può rendersi conto dell'effetto della spinta prodotta dalla dilatazione delle travi di ferro incastrate nei muri, quando sono investite dalle fiamme di un incendio, da quanto segue. Si supponga la trave in forma di cassa, di 8 metri di portata uniformemente riscaldata a 500° (al disotto cioè del rosso scuro) e si ammetta che non si infletta sotto il peso e sotto la compressione longitudinale dovuta alla dilatazione. Questa, ossia la spinta ch'essa produce sui muri, può rappresentarsi approssimativamente con la formula $P = a t S E L$, in cui a è il coefficiente di dilatazione, t la temperatura, nel nostro caso di 500°, S la sezione, E il coefficiente di elasticità del metallo a 500° (che considereremo uguale alla metà del suo valore alla temperatura ordinaria, poichè è evidente che occorre uno sforzo molto minore ad allungare una sbarra a 500° che non a 15°), e infine L la lunghezza della trave in metri. Essendo questa composta di due tavole di cm. 300×10 , di due anime di 300×10 e di quattro ferri d'angolo di $\frac{60 \times 60}{8}$, sarà $S = \text{mm}^2 15.584$. Si avrà dunque:

$$P = 0,0000125 \times 500 \times 15.584 \times \frac{20.000}{2} \times 8 = \text{Kg. } 7792.$$

Si può concepire l'effetto di una tale spinta sui muri sopra i quali la trave appoggia. Perciò si dovrà provvedere a lasciare che la dilatazione avvenga liberamente e se le travi di ferro devono funzionare come tiranti, i fori per i capichiave non si faranno rotondi ma oblunghi, quando il bolzone è fissato nel muro, così da permettere la dilatazione della trave lasciando il bolzone al suo posto.

La fig. 3 mostra chiaramente l'effetto del fuoco sulle strutture metalliche, effetto tanto più disastroso quando il metallo portato al rosso è investito dai getti di acqua

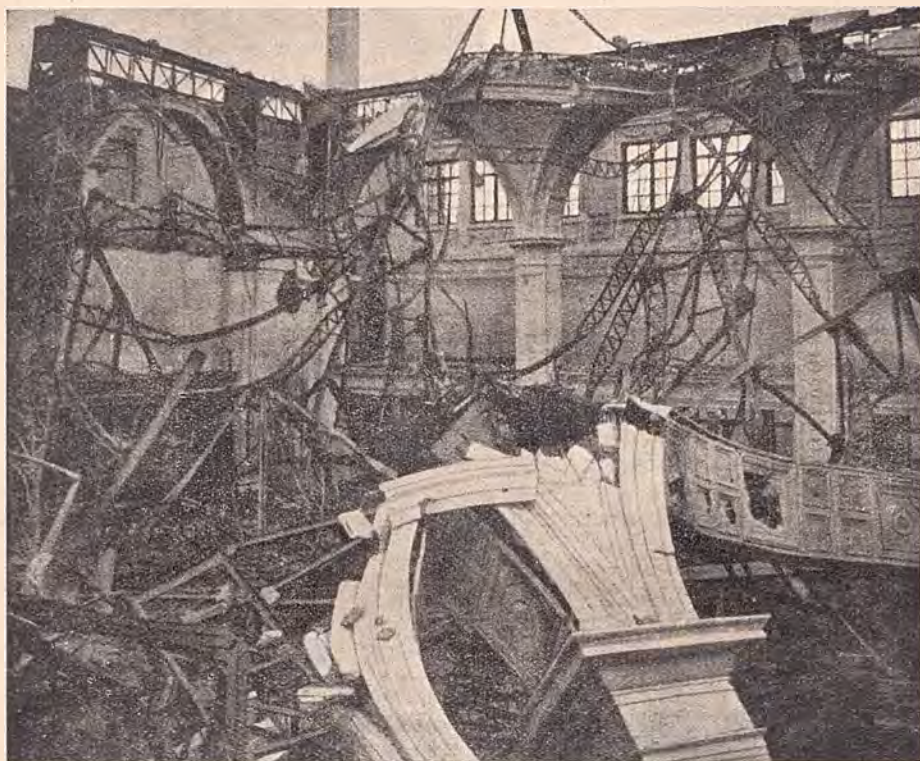


Fig. 3. — Rovine del Kursaal di Spa (Belgio) incendiatosi nel 1909.

fredda lanciati dai pompieri, poichè la brusca contrazione produce la rottura. Perciò le strutture metalliche si devono rivestire con materiali incombustibili, fra cui quelli refrattari e i ceramici. Le travi di ferro dei solai a sostegno di voltini di muratura, si rivestono nell'ala inferiore coi mattoni copriferro, ma questi devono avere il dente inferiore abbastanza grosso, ed essere poi rivestiti da un buon intonaco di calce idraulica o di cemento. Invece che a tali solai misti sarà sempre meglio ricorrere ai solai di cemento armato. Se sopra una stalla vi è il fienile ed essa è coperta da un solaio misto di ferri e voltine di laterizio o di cemento, il pavimento del fienile dovrà essere formato da un grosso strato di muratura, affinché le travi di ferro siano superiormente ben protette dal fuoco che si manifestasse nel fienile. Se il solaio è formato con travi maestre di ferro a sostegno dei travicelli, dovranno anch'esse rivestirsi con materiale incombustibile.

Anche le colonne metalliche sia di ferro, sia di ghisa cave, devono rivestirsi. Quelle di ghisa arroventate allorchè sono sottoposte ai getti di acqua si spezzano. Però dalle

esperienze condotte da Bauschinger risulterebbe che ciò non avviene con colonne di recente fusione, probabilmente perchè la ghisa, come il vetro, diventa col tempo più cruda e quindi più fragile. Si è riconosciuto giovevole riempire il cavo delle colonne con cemento e meglio con argilla e sabbia bene asciutte, poichè l'acqua contenuta nel cemento si vaporizza, ciò che può riuscire pericoloso.

Si pensò di far passare nelle colonne una corrente d'aria per produrre un abbassamento di temperatura, ma non si ebbe vantaggio negli incendi, e in qualche *dock* si fece invece circolare dell'acqua, ma evidentemente il sistema è più complicato di quello di un buon rivestimento.

Lo stesso Bauschinger accertò che le colonne di ferro si piegano anche prima di essere arroventate al rosso, soprattutto se vengono irrorate dalla parte opposta di quella arroventata. Da ciò la necessità che anche le colonne di ferro siano convenientemente rivestite.

Si potrebbero citare molti disastri avvenuti a causa della struttura portante completamente metallica senza rivestimento. Si può ricordare, per es., quello del deposito della « Società anonima berlinese di spedizioni e consegne » interamente distrutto il 20 ottobre 1887, dopo soli cinque mesi dalla sua costruzione. Era un vasto edificio di sei piani, lungo m. 46 e largo 29 con un cortile centrale di m. 20 × 8, e nel quale si erano impiegati Kg. 45.000 di ghisa e Kg. 250.000 di ferro. I solai dei vari piani erano sostenuti da una fila longitudinale di colonne di ghisa sorreggenti lungarine di ferro alte cm. 45, che portavano le travette di ferro formanti imposta alle voltine di muratura di m. 2,50 di corda e $\frac{1}{9}$ di saetta. A metà della sua lunghezza il fabbricato era diviso da un grosso muro elevantesi dal suolo al tetto, muro provvisto di porte di ferro e che avrebbe dovuto salvare la metà del fabbricato, quando l'incendio fosse scoppiato nell'altra metà. Le osservazioni fatte dopo il disastro non rivelarono nessun difetto di costruzione, e il fuoco manifestatosi al terzo piano, che conteneva, come i superiori, una gran quantità di lane, cotone, tessuti, ecc. non rispettò neppure le porte di ferro, le quali si arroventarono, si contorsero e lasciarono passare le fiamme, che appiccarono il fuoco alle mercanzie ammassate dalla parte opposta di quella in cui l'incendio si era manifestato, mentre il cortile funzionò da tirante, allungando le fiamme fino ai piani superiori e facendole penetrare dalle finestre. Le lungarine di ferro si dilatarono, perdettero la loro resistenza, si inflessero nei due sensi e ne risultarono tali sforzi sulle loro unioni colle teste delle colonne, che queste furono strappate dagli incastri colle superiori, oppure si ruppero nel punto di loro minor resistenza. Colla rottura delle colonne rovinarono le volte, che, cadendo, fecero rovinare le sottostanti, aprendo così il varco alle fiamme, le quali in breve invasero quasi tutto il fabbricato. Delle 100 colonne che vi erano, 38 furono strappate dal loro posto, distrutte o rotte, e delle 62 rimanenti soltanto la metà rimasero intatte. In quanto alle lungarine alcune si contorsero a spirale, altre caddero ma rimasero sospese a un'estremità alla testa della colonna, altre si ritrovarono fra le macerie con ancora attaccata una testa di colonna. Questo disastro portò alla conclusione che nessuna parte metallica portante deve rimanere scoperta e che le porte di passaggio nei muri pieni, detti *tagliafuoco*, devono bensì essere formate di materiale incombustibile, ma non di metallo nudo.

θ) MATERIALI VARÏ. — Come abbiamo già osservato, l'industria edilizia produce oggi parecchi materiali incombustibili che servono bene per soffitti, pareti, pavimenti, rivestimenti. Fra questi sono da ricordare i *tavelloni Bruckner* di gesso o di cemento, le *tavole di gesso*, l'*eternit* che prende anche il nome di *stabilit*, il *celotex*, l'*eraclit*, il *solomit*, la *xilolite* o *litosilo*, il *linoleum*, il *balatum*, ecc. Ne diremo trattando dei sistemi costruttivi.

c) **Sistemi costruttivi.** — Già avvertimmo che per ottenere la maggior sicurezza contro il fuoco non basta l'impiego di materiali incombustibili, o che presentino una abbastanza lunga resistenza al fuoco, ma occorre che resistente sia pure il sistema costruttivo da essi costituito.

Devesi però notare che la sicurezza assoluta non esiste, per cui si deve mirare a ottenere che il fuoco, allorchè siasi manifestato, non si propaghi, oppure si sviluppi così lentamente da dar tempo e la possibilità di usare i mezzi di spegnimento. Il maggior pericolo è sempre dovuto al materiale combustibile che si trova nel fabbricato e che varia a seconda della destinazione di esso, riuscendo più o meno grave in relazione al grado di combustibilità di detto materiale. Se un fiammifero acceso può essere innocuo in un caso, può determinare invece un terribile incendio, secondo la qualità del materiale su cui esso è caduto. Il maggior pericolo per le persone è dovuto al fumo e alla vampa che si sprigionano da un incendio, cosicchè la miglior difesa contro di esso è quello di permettere alle persone di fuggire prontamente dal luogo incendiato e quindi di provvedere a sufficienti scale ed uscite all'esterno.

È poi necessario notare che l'adozione di uno o altro sistema costruttivo, o di un certo materiale, non dipende soltanto dalla loro resistenza al fuoco, ma anche da altre loro qualità, quali la resistenza agli agenti atmosferici, ai sovraccarichi, alla maggiore o minore durata, al modo di comportarsi rispetto ad altri materiali, all'umidità, alla facilità di impiego, alla bella apparenza, e infine al costo. Il tecnico dovrà quindi essere in grado di valutare quale fra le dette qualità debba prevalere in ogni singolo caso.

Così pure si preferirà sempre quel sistema costruttivo in cui la preparazione e la posa in opera del materiale, ecc. siano le più semplici, cosicchè possano eseguirsi a dovere da qualsiasi operaio esperto, piuttosto che quel sistema in cui sia necessario adoperare un materiale speciale e operai specialisti. Molte volte i materiali composti, soprattutto quando la concorrenza si impadronisce della loro fabbricazione, peggiorano di qualità in breve tempo dopo la loro introduzione sul mercato.

Per meglio accertarsi del comportamento dei materiali e dei sistemi costruttivi in un incendio, Stude e Reichel hanno fatto delle esperienze sopra una vecchia casa destinata a esser demolita, e per la quale erano stati usati diversi sistemi di costruzione. In tal maniera essi ottennero effetti identici a quelli di un incendio non voluto, ed ebbero la prova che i legnami posti presso i pavimenti non erano che poco anneriti, probabilmente perchè la corrente d'aria fredda, richiamata dalle stesse fiamme, li isolava in certo modo dal focolare dell'incendio. Così notarono che l'azione delle fiamme sul legno era diversa secondochè questo conteneva una quantità maggiore o minore di ossigeno. Ma gli stessi materiali e gli stessi sistemi costruttivi possono tuttavia comportarsi diversamente in incendi di uguale intensità, sia per la loro età, sia per le condizioni estrinseche che ne abbiano diminuita la resistenza ai carichi, agli urti, e al fuoco. E se molte volte si hanno giudizi contraddittori sulla resistenza al fuoco di uno stesso materiale, lo si deve al fatto che tale resistenza è sempre relativa.

α) **MURI, PORTE E FINESTRE.** — 1) *Muri.* — La muratura massiccia formata con pietre naturali o con materiale laterizio o con calcestruzzo, va sostituendosi, in vista della sicurezza che presenta, alle costruzioni di legname, a quelle imbottite ed alle intelaiate. Quest'ultima specie di costruzione mista, che si presta ad una rapida esecuzione e a dare un aspetto pittoresco a un fabbricato, gode però sempre di un certo favore, ma limitatamente alle case di campagna isolate, alle dipendenze dei palazzi, delle case signorili, degli alberghi e per le costruzioni di carattere temporaneo.

Da esperienze appositamente istituite si è dedotto che i mattoni più rossi (contenenti minor dose di calce) sono sensibilmente più refrattari di quelli che per il loro contenuto di calce assumono una colorazione giallastra.

È anche fuor di dubbio che la resistenza al fuoco dei muri di calcestruzzo dipende essenzialmente dall'accuratezza dell'esecuzione, dalla proporzione dei componenti ed anche dalla stagione in cui i muri furono eseguiti.

Circa la buona costruzione dei muri rimandiamo a quanto dicemmo nel vol. I. Ricorderemo che si dicono *muri tagliafuoco* quelli che hanno per iscopo di impedire la propagazione di un incendio sia nello stesso fabbricato incendiatosi, sia a fabbricati adiacenti. Già vi accennammo ricordando un incendio berlinese.

Non sono raccomandabili i muri detti di frontispizio, nei quali, secondo l'antico sistema costruttivo, le capriate estreme del coperto erano contenute nella grossezza del muro e contro di esse si addossava esternamente un paramento di mattoni della grossezza di una testa e sopra la capriata si costruiva il resto del frontispizio. Per sostenere le teste dei correnti della campata adiacente al muro del frontispizio conviene immurare delle mensole di pietra, sulle quali si appoggiano i correnti, che vi vengono fissati mediante cerchiature di ferro o in altro modo.

I muri di frontispizio e quelli tagliafuoco interni devono emergere dalla superficie del tetto almeno da 25÷30 centimetri. Da ambedue le parti di detti muri interni potranno appoggiarvisi dei puntoni a sostegno delle teste dei correnti, oppure queste si sosterranno con mensole di pietra attraversanti il muro. Per non diminuire la resistenza dei muri tagliafuoco non vi si apriranno gole di camini, o altre canne, ma queste si addosseranno lateralmente al muro cosicchè esso costituirà una delle pareti della canna. Però tali condotti addossati rendono meno facile la costruzione del tetto, a meno che, come si disse, si ricorra alle mensolette di appoggio dei legnami, i quali non devono essere a contatto colla parete delle canne da fumo. Se queste sono nel sottotetto provviste di portella per la introduzione degli attrezzi di pulitura, si dovrà badare che tale portella formi chiusura ermetica, anzi dovrà funzionare come un vero tappo della grossezza della parete della canna, formandolo a cassetta con riempimento di materiale refrattario e fissato con viti, o meglio con naselli, al telaio di contorno.

Nei fabbricati molto estesi i muri tagliafuoco si dispongono a distanza non maggiore di 40 metri fra loro e anche in fabbricati di minore importanza, ma dove vi siano locali adibiti a usi industriali, pericolosi nei riguardi del fuoco, e prossimi a locali di altro uso, si dovrà sempre ricorrere ai muri tagliafuoco.

2) *Porte e finestre.* — Nei muri tagliafuoco le porte dovranno essere a prova di fuoco, ridotte al numero minimo, ed avere un solo battente, chiudentesi contro un telaio di battuta incombustibile. L'esperienza ha dimostrato che quelle fatte con lamiera di ferro, sebbene doppie e col vano riempito di materiale incombustibile, non sono migliori di quelle di legno, poichè per effetto di un calore, anche non eccessivo, si dilatano e premendo contro il telaio non si aprono più, impedendo così il pronto passaggio ai pompieri. È assai migliore una porta di legno doppia colla lamiera intercalata piena, o meglio ancora una porta di legno rivestita con lastre di eternit, oppure con grossi fogli di amianto. Il legno dell'anima sarà di essenza forte imbevuto con una delle tante sostanze ignifughe. Detta anima si può formare con due ordini di tavole, grosse circa mm. 25 incrociandosi diagonalmente. Si sono pure provate delle porte formate con tavole di magnesite con battuta tutto all'ingiro, larga circa 5 centimetri, di pietra naturale o artificiale, o di marmo, oppure anche di solo intonaco, ma cementizio.

È diffuso oggi l'uso delle chiusure avvolgibili di legno e metalliche, che per grandi aperture di botteghe si fanno salire dal basso e sono mosse idraulicamente o elettricamente. Quelle metalliche, come tutte le strutture metalliche, presentano l'inconveniente della dilatazione e dei contorcimenti, che ne ostacolano o ne impediscono addirittura il movimento, ciò che è avvenuto, per esempio, in sipari metallici di teatri. Ne ripareremo nel paragrafo dei teatri. Si può avere miglior garanzia da una porta scorrevole contro la muratura, o in apposito vano di essa. Una porta scorrevole offre facilità di movimento, purché gli organi di scorrimento siano disposti in modo da non esser colpiti dalle fiamme: è quindi meglio attenersi alle porte, che si aprono scorrendo in scanalature del muro, o entro doppie pareti.

Le porte di sicurezza devono esser prive di serratura a chiave, ma provviste di cardini tali che la chiusura avvenga automaticamente. Diciamo cardini poichè non è il caso di ricorrere agli apparecchi che abbiamo a suo luogo descritto, essendochè durante un incendio si guasterebbero e non funzionerebbero più. È molto migliore la sospensione obliqua dei battenti, la cui chiusura avviene per proprio peso. Nelle case di commercio e negli opifici accade spesso che grandi aperture debbano restare normalmente aperte di giorno durante le ore di lavoro, ed esser chiuse soltanto alla notte, o quando sia richiesto da assoluta necessità. In questo caso il sistema migliore è quello delle chiusure avvolgibili di lamiera ondulata. Il movimento di esse, ottenuto

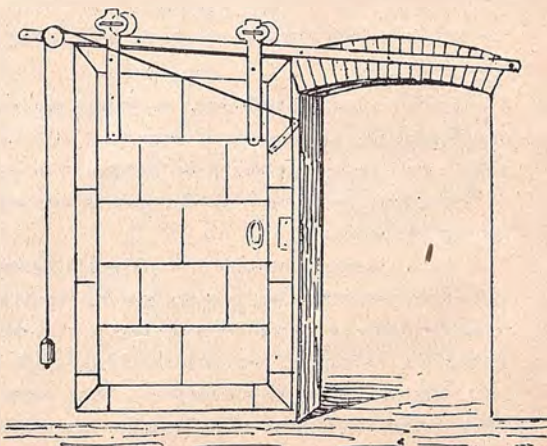


Fig. 4. — Battente di porta a chiusura automatica.

idraulicamente o elettricamente, può essere contemporaneo, girando un robinetto, o premendo un bottone elettrico. È però necessario che le condutture dell'acqua in pressione, o della corrente, siano al riparo da ogni pericolo e quindi collocate sotterra e profondamente immurate, oppure debitamente riparate da materiale incombustibili.

Una porta automatica che può dare buon risultato è quella rappresentata nella fig. 4, costruita dalla ditta Mather e Platt. Il battente è sospeso, per mezzo di carucole, a una asta inclinata ed è tenuto aperto da un contrappeso fissato al battente per mezzo di una funicella, provvista di attacco fusibile a 50°. Se questo si fonde a causa del calore il battente, non più trattenuto dal contrappeso, scende per proprio peso e chiude l'apertura.

Se le porte di sicurezza sono in locali di abitazione, o di ritrovo, ecc., si rivestono e si decorano in modo di farle apparire porte ordinarie. Le porte di uscita devono naturalmente aprirsi nel senso dell'uscita.

Le finestre si provvedono di vetri retinati e se sono munite di inferriate queste devono aprirsi verso l'esterno, ed esser così fatte che il loro movimento possa sempre avvenire anche se investite dalle fiamme.

β) PILASTRI E SOSTEGNI. — 1) *Pilastri di pietra*. — Per quello che abbiamo già detto a proposito dei materiali si comprende che possono considerarsi ben resistenti al fuoco i pilastri di laterizio, specialmente se formati con mattoni ricotti, murati a cemento, oppure di calcestruzzo cementizio. Meno resistenti sono i pilastri o le colonne di granito, di pietre calcaree e di arenarie, delle quali ultime resiste meglio la pietra

in cui la materia cementizia è più quarzosa che calcarea. La resistenza al fuoco dei sostegni di pietra è anche minore di quella dei sostegni di laterizio, poichè a parità di resistenza statica presentano una sezione trasversale minore e quindi tanto più facilmente il calore prodotto da un fuoco violento raggiunge l'interno della colonna o del pilastro, diminuendone o annullandone la resistenza.

2) *Sostegni di legno.* — Si è già rilevato come il legname più resistente sia quello



Fig. 5 a... e.

Sostegni metallici rivestiti con materiale incombustibile.

d'acqua non hanno influenza dannosa come sul ferro arroventato. Essendo però sempre assai più difficile procurarsi legnami siffatti, e specialmente quelli senza fessurazioni, nelle quali penetrerebbero le fiamme, i costruttori ricorrono più volentieri ai sostegni di ferro, che però non si devono assolutamente lasciar scoperti.

3) *Sostegni metallici.* — Si è già accennato agli inconvenienti che presentano le strutture di ferro durante un incendio e il danno che possono arrecare a causa del loro arroventamento e della loro dilatazione, contorsione, ecc. Si è pure rilevato come la ghisa offra miglior garanzia del ferro, ma come anch'essa non presenti se non una scarsa sicurezza. Volendo quindi ricorrere a sostegni metallici essi dovranno sempre rivestirsi con materiale incombustibile, ciò che da molto tempo si pratica in America, ove le strutture metalliche, per ragion di peso e di economia di tempo, hanno preso uno sviluppo grandissimo, specialmente nella costruzione dei *grattacieli*. Le fig. 5 a... e rappresentano dei sostegni metallici rivestiti con materiali incombustibili, cioè terracotta, calcestruzzo cementizio, ecc.

La fig. 6 rappresenta una colonna metallica sorreggente travi maestre di ferro, su cui appoggiano le travi secondarie, pure di ferro, del solaio, il tutto rivestito di laterizi. Il soffitto è ottenuto con un riempimento di mattoni cavi fra le travi secondarie, e con un superiore strato di calcestruzzo, su cui appoggia il pavimento. Sono anche rappresentati la cornice di gesso e l'intonaco del soffitto. In America si impiegano di preferenza dei pezzi di laterizio, talvolta cavi. Alle colonne di ghisa si dà perciò frequentemente una sezione trasversale a croce, ossia con nervatura come mostrano le fig. 5 d, e. Riguardo ai sostegni di ferro o di acciaio si usano in America, ed anche in Europa, sezioni aperte **I-I**, **L-L** e chiuse **J-J**. Le prime sono preferibili perchè si ispeziona più facilmente il sostegno e perchè presentano posto adatto per tubazioni di gaz, di acqua o per condutture elettriche. Per ciascuno di detti tipi occorrono quattro chiodature. Invece nel tipo «Larimer», consistente in due ferri a **I** incurvati a metà dell'anima contro un ferro di com-

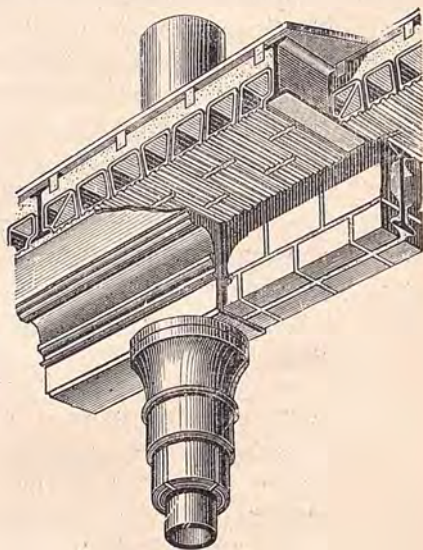
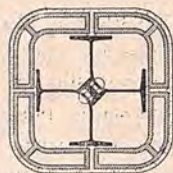


Fig. 6. — Colonna metallica e solaio rivestiti di materiale incombustibile.

pletamento (fig. 7 a, b), basta una sola serie di chiodi. Oltre al vantaggio della lavorazione meno costosa e della facile ispezione, tale tipo offre anche quello di facilitare l'attacco di travi di ferri a L o ad E. Il rivestimento si eseguisce con pezzi speciali di terra cotta, tenuti insieme da chiavette di acciaio. Le commessure sono sfalsate nel senso dell'altezza e la chiavetta soprastante ad una commessura viene a trovarsi nello spazio vuoto del filare successivo, impartendo a questo maggior stabilità nella superficie di posa. La superficie esterna è striata per la migliore aderenza dell'intonaco.

In America la fabbricazione dei pezzi di terracotta di forme speciali per servire di rivestimento è così diffusa, che tali pezzi si adoperano non soltanto per sostegni e colonne, ma per riempire campate di soffitti, coprire superficie murali, costruire tramezzi e gole di camini. I materiali refrattari sono naturalmente più adatti che non quelli di terracotta ordinaria. Si usano pure laterizi porosi e forati, per la loro scarsa conduttività termica. Sovente per rivestire le colonne di ghisa di sezione circolare si adopera la rete metallica intonacata, come già si disse, lasciando fra il metallo e l'intonaco un piccolo interstizio di aria di circa cm. 3. Perciò si dispongono degli anelli di filo di ferro intorno alla colonna alla distanza di un metro circa l'uno dall'altro per fissarvi la rete metallica. Questa è in due strati; l'interno di maglia più fina affinché non lasci passare l'intonaco, l'esterno di maglia più larga, che serve per il rinzafo e per la successiva arricciatura. L'intonaco è di gesso, o di malta bastarda (gesso e calce), e l'arricciatura di cemento o di calce idraulica.



Chiavetta □

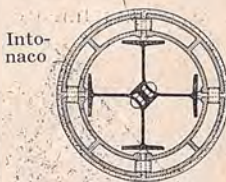


Fig. 7 a, b. — Rivestimento dei sostegni Larimer mediante pezzi cavi di terracotta.

4) *Sostegni di calcestruzzo cementizio armato.* — Siccome tutte le opere eseguite

con questo materiale sono sicure contro il fuoco, così lo sono i sostegni (pilastri e colonne), purchè la loro grossezza sia alquanto superiore a quella strettamente necessaria alla loro resistenza statica, l'impasto sia piuttosto grasso e formato

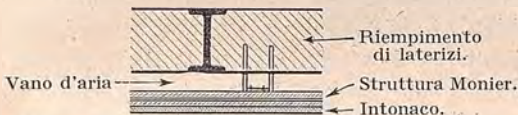


Fig. 8.

con ghiaietto, e l'armatura metallica sia quella detta cerchiata. Le nervature o travi sorrette da detti sostegni saranno fatte a mensola nell'appoggio sopra il sostegno, così da aumentare la sezione d'incastro, sopprimendo gli angoli retti.

γ) PARETI, TRAMEZZI. — 1) *Pareti intelaiate di ferro, pareti di lamiera ondulata.* —

La sicurezza contro il fuoco delle costruzioni a intelaiatura metallica sarà tanto maggiore quanto maggiori saranno i provvedimenti presi contro l'arroventamento del metallo mediante il riempimento dell'ossatura di ferro. Per le tettoie delle stazioni ferroviarie, e nelle consimili costruzioni per officine, ove minori sono le probabilità di un violento incendio, basta un rivestimento di lamiera ondulata senza intonaco. Nell'interno dei fabbricati le pareti di lamiera ondulata sono abbastanza ben protette con intonaco steso sopra rete metallica su ambe le faccie. Il riempimento delle maglie formate dall'intelaiatura di ferro mediante muratura ripara l'anima dei ferri a I dal diretto contatto delle fiamme, ma ne lascia ancora scoperte le ali: queste si ripareranno con rivestimento di intonaco su canniccio o su rete metallica, lasciando un interstizio d'aria isolante fra la superficie di intonaco e la intelaiatura. La fig. 8 rappresenta una parete così fatta. Il riempimento delle maglie invece di essere di muratura di mattoni può farsi di calcestruzzo su fili metallici, o con tavole di gesso.

2) *Tramezzi di legname.*(1). — Le pareti di listelli greggi, sovente adottate nei sotterranei e nei sottotetti, sono assai pericolose riguardo al fuoco, giacchè lasciano passare le fiamme ed offrono alle stesse un elemento eminentemente combustibile. Un tavolato piallato e colle tavole bene immaschiate è meno pericoloso, ma anch'esso è troppo combustibile, sicchè non offre nessuna garanzia. Di solito i tramezzi di legname sono intonacati su ambe le faccie, ciò che può ritardare l'accensione e la combustione del legname, ma non impedisce che l'una o l'altra avvenga, ancorchè sia massima l'adesione dell'intonaco col legname. Questa si ottiene chiodando sul tavolato sia dei cannicci, sia dei listellini di legno, oppure una rete metallica. Siccome però oggi i tramezzi si possono fare con materiali che offrono una assai grande resistenza al fuoco, così sarà sempre prudente di ricorrere ad essi, abbandonando il sistema dei tramezzi di legname in qualunque caso.

3) *Pareti di sola rete metallica intonacata.* — Questo genere di pareti fu introdotto nell'uso specialmente dal capomastro Rabitz e dal Monier (2). Il primo usò una malta



Fig. 9. — Lamierino Hy-rib per pareti, ecc.

bastarda di gesso e calce, mista a peli bovini e con aggiunta di colla e allumina. Il secondo ricorse invece alla malta di cemento ed è ovvio che in questo caso la resistenza al fuoco della parete è assai maggiore. L'intonaco definitivo, od arriccatura, si deve applicare quando l'intonaco grezzo, o rinzafo, non sia completamente indurito. In incendi avvenuti, come, ad es., in quello del mulino a vapore Neuss sul Reno, nel locale di pulitura del grano, il sistema Rabitz diede ottimo risultato. Anche nell'incendio dell'esposizione di arte militare tenutasi a Colonia nel 1890 una parete Rabitz, di circa m². 200 e grossa cm. 5 resistette efficacemente alla propagazione del fuoco.

Nel sistema Monier la rete metallica è di filo assai più grosso, poichè le pareti si fanno anche per resistere a pressioni laterali, come, ad es., per le celle dei silii, pressioni che male sopporterebbero le pareti Rabitz.

Invece della rete metallica si può ricorrere alla lamiera stirata, la quale impartisce una maggior rigidezza alla parete. Quando questa è di superficie piuttosto estesa allora si intercalano delle travi di ferro a doppio T, che si sceglieranno del tipo ad ali larghe, dovendo essere contenuti nella grossezza della parete, la quale difficilmente supera i cm. 5 o 6. Simile alla lamiera stirata è il graticcio di lamierino detto Hy-rib (fig. 9) rinforzato per mezzo di ripiegature formanti costole ricavate dallo stesso lamierino. Serve bene per tramezzi, soffitti, rivestimenti, condotti, serbatoi, ecc.

La fig. 10 mostra l'esecuzione di un tramezzo coll'Hy-rib, pel quale non occorrono nè ritti nè listelli, poichè di questi fanno le veci le ripiegature a costole della lamiera Hy-rib.

(1) Vedi vol. I, parte I, cap. I, § II.

(2) Vedi vol. II.

Ai sistemi Rabitz e Monier si ricorre convenientemente per la costruzione di condotti di aereazione e di riscaldamento, per camini e volte negli essiccatoi di malto, anche per formare pareti tagliafuoco, ove non sia possibile costruire a tale scopo muri grossi almeno cm. 25.

Siccome la rete metallica può ripiegarsi facilmente per darle forme diverse, così detti sistemi si usano pure per formare cornici decorative di gesso, di stucco e simili, e per rivestimento di colonne di legno e anche di ferro o di altri elementi costruttivi, formati con materiali combustibili, o per lo meno poco resistenti al fuoco, affine di renderli più a lungo resistenti.

Un'applicazione importante del sistema Monier è quella fatta per il circo e diorama del Palazzo di Cristallo di Lipsia, che abbiamo descritto al § III del capitolo: « Impianti e edifici per pubblici spettacoli » (1).

4) *Pareti di tavole e tavelloni di gesso e di cemento.* — Le tavole di gesso si fanno della grossezza di cm. 2,5 ÷ 8, della larghezza di cm. 20 ÷ 25 e di lunghezza variabile fra m. 1,80 e m. 2,50. Per tramezzi si usano le tavole grosse cm. 5 ÷ 7, che si pongono in opera sfalsando i giunti e murandole con malta di calce o di gesso. Sono formate

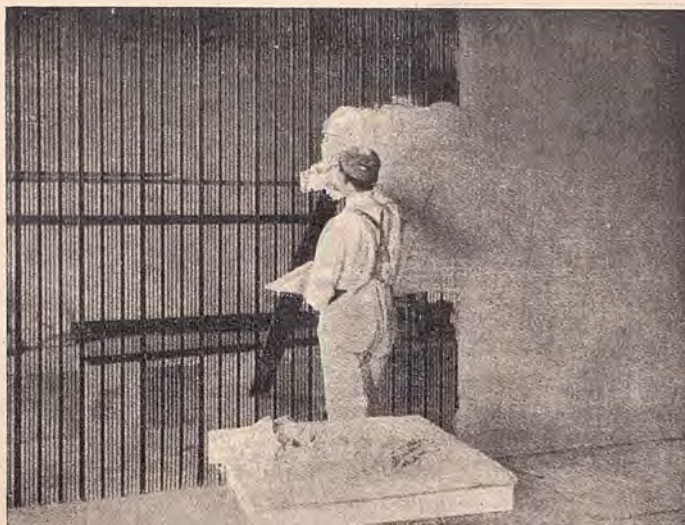


Fig. 10. — Costruzione di una parete col lamierino Hy-rib.

con un impasto di gesso contenente dei cannicci, oppure con della paglia triturrata e pula. I cannicci essendo vuoti, hanno il vantaggio di rendere più leggera la tavola e di renderla cattiva conduttrice del calore e del suono. Le pareti di tavole di gesso sono intonacate, ma nelle officine o in locali sotterranei e simili, si possono lasciare senza intonaco. L'attacco degli stipiti delle aperture alle tavole si rileva dalle fig. 11 a, b, c, e 12, e il rinforzamento di una lunga parete mediante travi di ferro intercalate è indicato dalle figure 13 a 16.

Le tavole di *pula* del tipo Katz constano di un impasto di gesso e calce con pula, paglia finamente minuzzata, peli animali e colla. Si fanno di grossezza di cm. 10 ÷ 14, di larghezza uniforme, con fori passanti e di lunghezza variabile. Quelle grosse cm. 10 pesano circa 65 Kg. al m².

Le tavole di gesso, essendo formate con un materiale assolutamente incombustibile, presentano un elevato grado di sicurezza al fuoco.

Invece della paglia, pula, ecc. si è anche adoperato il carbone di legna triturrato.

I tavelloni di gesso, o di cemento *Bruckner*, hanno le dimensioni di cm. 63,5 × 52,5 e la grossezza di cm. 5 a 8 (fig. 17). Sono attraversati da due canaletti nei quali si cola del gesso o del cemento e si collocano sfalsati ma coi canaletti corrispondentisi, cosicchè a

(1) Vedi vol. II. p. I, sez. IV.

tramezzo finito il gesso o il cemento colato nei canaletti collega tutti i tavelloni, impartendo alla parete una grande resistenza statica. Però per rendere la struttura meno pesante oltre i due canaletti passanti ve ne sono parecchi altri chiusi superiormente, cosicchè

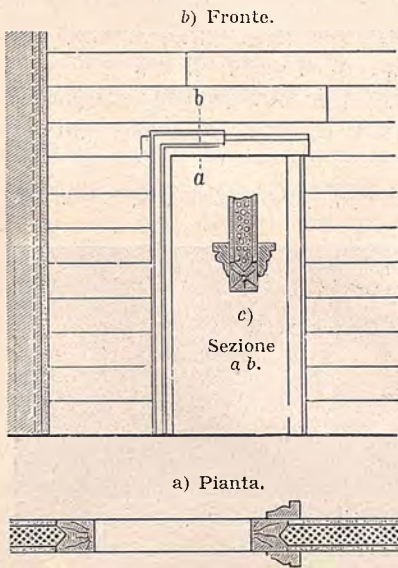


Fig. 11 a, b, c.
Tramezzo con tavole di gesso.

restano privi di gesso o di cemento. Ogni tavellone ha superiormente un mezzo cordone sporgente e inferiormente un incavo, nel quale si imbocciano i cordoni dei sottostanti tavelloni. Nei fianchi invece ha due gole che, messi i tavelloni a contatto, si riempiono di gesso o di cemento formando così una colonnetta di unione. Quando si tratta di pareti molto alte, o lunghe, si possono infilare nei fori dei tubi da gaz, per aumentare la resistenza della parete. Se questa va sostenuta per mancanza o deficienza di sottostante appoggio, si usano dei tavelloni con fori obliqui nei quali si introducono dei tondini di ferro, o meglio dei tubi da gaz, che si fissano ai muri laterali e a una traversa metallica sottostante alla parete.

I tavelloni Bruckner non hanno bisogno di intonaco, poichè escono dalla forma lisci su ambe le faccie. Devono però essere molto ben stagionati prima della posa in opera affinché rimangano ben piani. Quelli di cemento sono evidentemente più pesanti di quelli di gesso, ma in compenso hanno

una resistenza maggiore. È con questo genere di tavelloni che fu istituita la prova di cui abbiamo detto trattando del materiale gesso a pag. 9. Ed è pure ai tavelloni di gesso che noi ricorremmo nella costruzione del teatro di Rovigo per i parapetti dei palchi e delle gallerie e per le pareti divisorie dei palchetti, ottenendo, oltre alla sicurezza contro il fuoco, anche un vantaggio nell'acustica, come osservammo trattando dei teatri (vedi vol. II, p. I, sez. IV, pag. 375, 380, 464).

5) *Pareti di tavole di magnesite e xilolite o litosilo.* — Le tavole di magnesite sono formate da un impasto di magnesite e di segatura di legno sottoposto a forte pressione. Dello stesso genere sono quelle dette di xilolite o litosilo, con cui si fanno anche i pavimenti. In quelle di magnesite è intercalata nella tavola, a guisa di anima, della tela da sacchi. Le tavole sono grosse cm. 1 ÷ 3 e servono soprattutto per rivestimento, proteggendo bene contro l'azione del fuoco ciò che rivestono. In una prova d'incendio eseguita nel dicembre del 1890 le tavole di xilolite restarono incombuste ed isolarono dal fuoco le costruzioni che rivestivano: perdettero però la loro compattezza, cosicchè si potevano rompere senza sforzo. Però con materiale ben fatto un pavimento di 17 mm. di grossezza nelle espe-

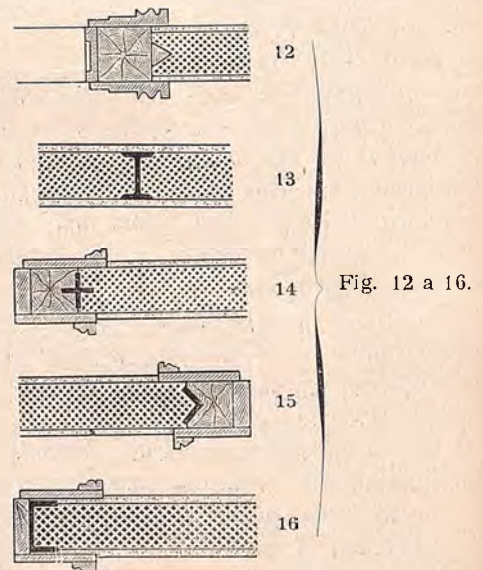


Fig. 12 a 16.

rienze istituite da Stude, resistette assai bene; le tavole furono specialmente esposte per 20 minuti all'azione del petrolio infiammato e si carbonizzarono soltanto superficialmente.

Le tavole di questo genere si segano e si inchiodano come se fossero di legno sulla armatura della parete, se di legname, tanto da una parte quanto dall'altra, o sui listelli di legno incorporati nella muratura della parete. Le fig. 18 a, b, c, rappresentano una parete formata con tavole di magnesite inchiodate su ossatura di legname.

Le tavole di *agglomerato Mack* sono di gesso armato e si chiodano come il legno. Come le altre tavole del genere sono incombustibili e si oppongono alla trasmissione del calore e dei suoni.

6) *Pareti di tavole di eternit o stabilite*. - L'eternit è un materiale formato da un impasto di amianto e cemento, sottoposto a pressione elevata. Si ottengono delle lastre di poca grossezza, ma elastiche, resistenti agli urti, all'azione del fuoco e delle intemperie. Il materiale si usa specialmente per tetti come l'ardesia naturale, tantochè è anche detto *ardesia artificiale*, ma non è fragile com'essa e si adopera con ottimo risultato per formare

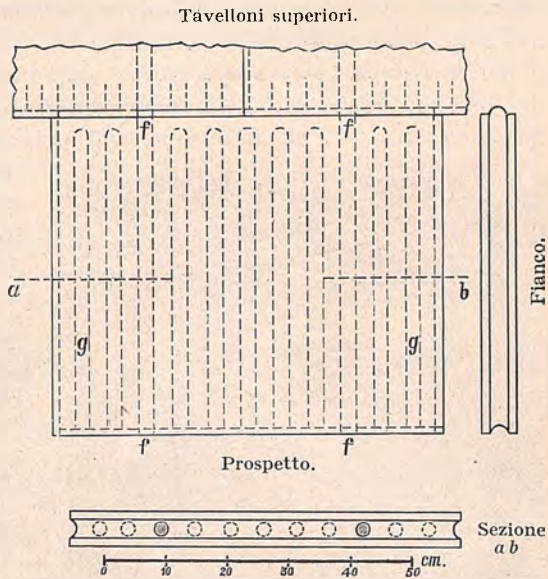


Fig. 17. Tavelloni Bruckner di gesso o di cemento.

f, Canaletti passanti formanti colonne di gesso o di cemento. — g, Canaletti chiusi superiormente.

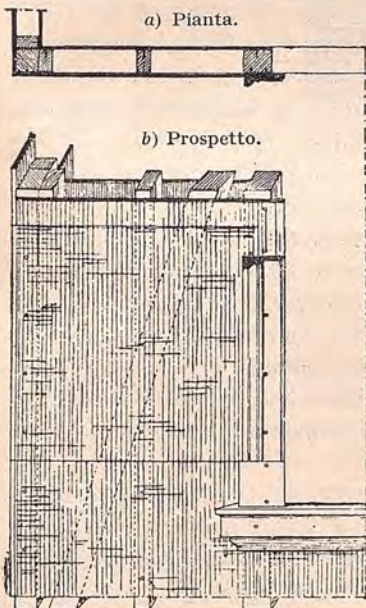


Fig. 18 a, b, c. Parete con tavole di magnesite.

pareti, rivestimenti, condutture, ecc. Fu molto usato per costruire baracche provvisorie durante la ultima guerra, le quali si formano mediante una intelaiatura di legname, rivestita poi colle lastre di eternit, grosse mm. 4 ÷ 20 e anche più, che si segano e si chiodano come le tavole di legname. Ne abbiamo dato un esempio trattando degli Ospedali militari (1).

L'eternit resiste alle intemperie assai meglio del materiale di magnesite o di xilolite.

7° *Pareti di pietra di sughero, di eraclit, di solomit, di celotex*. - Le così dette *pietre di sughero* consistono di un impasto di cascami di sughero con calce sfiorita ed argilla, ridotto mediante forte pressione alla forma che si desidera. Il peso specifico di questo materiale è di 0,28 circa. Negli esperi-

menti di Stude il materiale fu usato come rivestimento di una porta, di un soffitto di

(1) Vedi vol. II, parte I, sez. III, pag. 527.

travicelli e come tramezzo intonacato. La massa colpita da un fuoco violento, si carbonizzò senza produrre fiamma, ed anche dopo carbonizzata si rilevò che aveva conservata ancora buona solidità. In pratica però questo materiale si adopera specialmente come coibente e contro la trasmissione dei suoni.

L'*eraclit* è un composto di fibre vegetali rese incombustibili, antisettiche e impurescibili mediante speciali impregnazioni e quindi pietrificate con un impasto cementizio. Pesa Kg. 350 al metro cubo e si adopera contro l'umidità, il calore, i rumori e

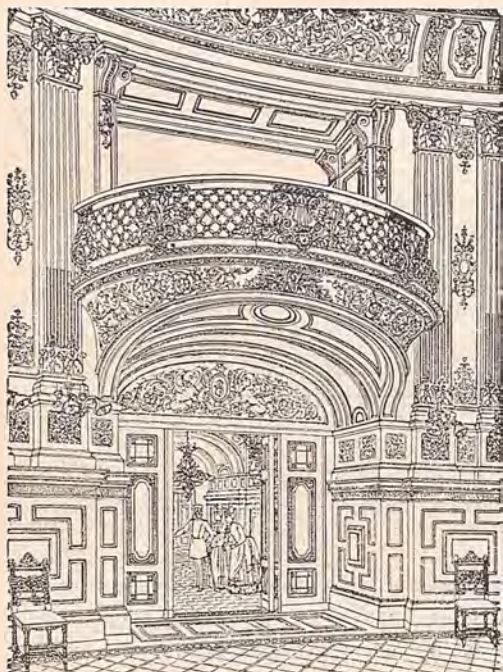


Fig. 19. — Tribuna della musica nell'edificio dell'Industria, a Berlino.

per costruire soffitti, sottofondo di pavimenti, pareti e rivestimenti. Per i soffitti le lastre sono di cm. 100×50 , 150×50 e 200×50 e grosse cm. $2 \div 2,5$; per i tramezzi hanno le dimensioni di cm. 200×50 e grossezza cm. $3 \div 5 \div 7$. Si usa anche per pareti esterne e allora le lastre sono grosse cm. $9,5 \div 15$.

Simili sono le tavole di *solomit*, formate con steli di paglia fortemente compressi fra loro e legati insieme con filo di ferro galvanizzato. Pesano circa Kg. 15 per m².

Le tavole di *celotex* si ottengono colla filtrazione continuata delle fibre di canne da zucchero. Servono bene come coibenti, contro l'umidità e i rumori. Il celotex è impermeabile, sterilizzato e non è attaccato da parassiti: non si accende che con difficoltà e se brucia non produce fiamma.

Riguardo alle pareti è da osservare che quelle a base di gesso non devono eseguirsi in luoghi umidi o in locali che si riempiono di vapori umidi.

Le pareti degli ascensori per persone, dei montacarichi e delle chiostrine di ventilazione, devono essere quanto più sia possibile sicure contro il fuoco. Quando non siano di muratura massiccia, o di uno dei sistemi anzidetti, ma di tavolato o di legno, questo dovrà essere rivestito con lamiera metallica, o con uno dei rivestimenti incombustibili sopra descritti. Dette pareti devono sopraelevarsi di circa cm. 50 sopra il tetto, affinché funzionino come muri tagliafuoco. Non è raccomandabile il collocamento di un ascensore entro il pozzo di una scala, perchè le fiamme ed il fumo sviluppati da un eventuale incendio dell'ascensore, renderebbero ben presto impraticabile la scala, la cui gabbia funzionerebbe come un camino, alimentando le fiamme colla sua aspirazione.

8) COPERTURA DEI LOCALI CON VOLTE, SOLAI E SOFFITTI. — Le volte reali di pietra, di laterizio o di getto, anche di grande corda, e le volterrane, o le voltine su imposte di muratura, sono senza dubbio resistenti al fuoco. Non così si può dire delle volte finte costruite a scopo decorativo. Esse, raggiunte dalle fiamme, si incendiano e cadono, a meno che siano costruite con rete metallica e intonacate con malta bastarda di gesso e calce, come nel sistema Rabitz, di cui si vedono due applicazioni nelle fig. 19 e 20. Nella prima il soffitto a schifo, costruito alla Rabitz, è sospeso al solaio resistente al fuoco. Col medesimo sistema sono costruite la volta e il parapetto

della tribuna per musica. Nella seconda figura la grande volta lunulata è pure di sistema Rabitz sotto a un solaio resistente al fuoco. È così che abbiamo costruito il soffitto della sala e la volta del proscenio del teatro di Rovigo (1), e che venne eseguito il grande schifo per la copertura della sala del teatro d'estate (Savini) di Milano.

Se però le volte finte hanno al disopra una struttura massiccia e non di legname, il danno della loro caduta non ha che un effetto relativo. Comunque sarà sempre buona pratica di eseguirle come sopra si è detto. Se la volta è formata con nervature di pietra o di laterizi e gli spicchi da esse portati non compiono che una funzione di completamento della volta, per cui si fanno di struttura leggera, detti spicchi dovranno pure essere incombustibili e costruiti di getto su rete metallica, o altra armatura del genere, quale lamiera stirata e simili, poichè se dovessero ruinare per effetto del fuoco, lascerebbero scoperta la struttura soprastante (tetto o pavimento), la quale potrebbe non essere resistente al fuoco. Sarà però sempre prudente che detta struttura sia pure incombustibile.

Riguardo ai solai ne abbiamo descritti i vari sistemi di costruzione nel volume I (2), e per

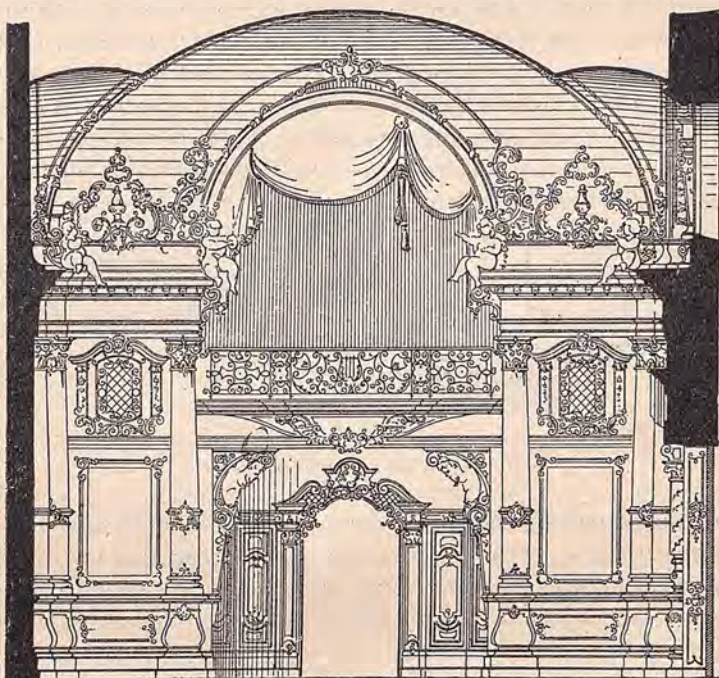


Fig. 20. — Sala delle feste nel Ministero degli interni, a Berlino.

quanto dicemmo si può facilmente comprendere quali siano quelli non resistenti al fuoco e come si debbano costruire o rivestire affinché acquistino sufficiente resistenza.

Molte varianti si sono col tempo introdotte nella costruzione dei solai di calcestruzzo armato e di laterizi, specialmente cavi, di cui si fabbricarono tipi diversi nello scopo di semplificare l'armatura provvisoria necessaria per detti solai. Noi però non siamo molto favorevoli a tali sistemi poichè il laterizio non ha funzione attiva nella struttura, ma semplicemente passiva e viene a costituire un inutile peso morto. Oltre a ciò in caso d'incendio sviluppatosi al disotto del solaio, siccome la superficie laterizia è coperta da un semplice intonaco, questo si stacca, lasciando scoperto il laterizio che, a causa dei molti vuoti, presenta pareti sottili, le quali spezzandosi fanno cadere il laterizio, lasciando scoperto il calcestruzzo che, per quanto sicuro contro il fuoco, è sempre meglio non ne sia raggiunto, specialmente quando sopra il suo pavimento, costituito di materiale non resistente al fuoco, siano depositate materie facilmente infiammabili, le quali possono incendiarsi allorchè il calcestruzzo assume un alto grado di

(1) Vedi cap. « Teatri ».

(2) Vedi pag. 89, 392, 501, 533.

calore. A nostro avviso sono quindi da adottare i solai di calcestruzzo armato a doppia soletta, se il solaio non è a soletta semplice ma provvisto di nervature, o formato con travi maestre e travi secondarie. Invece della soletta inferiore si può eseguire un soffitto resistente al fuoco, sostenuto alle nervature, e dove esistano travi maestre queste si possono lasciare scoperte. In tal modo non si evita il carico morto del laterizio, e anzi si vengono a creare tante camere d'aria utilissime non soltanto nei riguardi dell'incendio, ma anche della trasmissione dei suoni. Siccome però esse si riscalderebbero, comunicando il calore alla sovrastante soletta e al pavimento e nel caso dei suoni l'aria non dovrebbe formare cuscino elastico, perciò è conveniente di tenere di qualche centimetro staccato il soffitto dalle travi, cosicchè le camere restino tutte fra loro comunicanti, e anche magari coll'aria esterna mediante qualche foro nei muri laterali esterni, poichè per l'afonicità l'aria non deve essere stagnante.

La fig. 21 rappresenta un solaio con travi portanti di ferro e solette di calcestruzzo formate con malta di gesso e poi con calcestruzzo, il tutto gettato sopra una inferiore forma di gesso, rifinita poi colle sagomature. Le tavole di gesso a sostegno delle solette

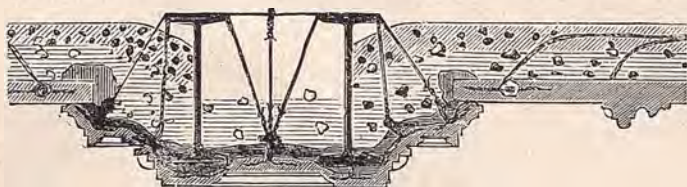


Fig. 21. — Solaio con travi portanti di ferro, solette di calcestruzzo e finimento del soffitto di gesso.

portano dei fili di ferro che fissati nel calcestruzzo rendono l'aderenza perfetta fra le parti. Lo stesso avviene per la forma sottostante alle travi di ferro, come mostra la figura.

Dopo quanto è già stato detto crediamo superfluo

di dilungarci su questo argomento, pel quale si può concludere: che i solai di calcestruzzo armato sia a soletta semplice, sia a nervature scoperte o soffittati, sono da considerarsi i soli veramente resistenti al fuoco, come del resto è risultato da molti incendi: che i solai misti di metallo e di laterizio, oppure anche con voltine o lastre piatte di calcestruzzo, devono avere le travi di ferro completamente rivestite di laterizio, o meglio di calcestruzzo cementizio: che i solai metallici devono essere molto bene protetti nella faccia inferiore da rivestimenti resistenti al fuoco, dei quali abbiamo già detto e i riempimenti fatti con sostanze incombustibili: che si dovrà abbandonare il sistema dei solai di legno, poichè anche se convenientemente rivestiti, il rivestimento per effetto di un fuoco violento può in breve screpolarsi e cadere lasciando libertà alle fiamme di investire il legname. Se per ragioni specialissime si dovesse ricorrere a solai di legno, si usi il legno di quercia imbevuto dapprima in una soluzione di solfato di ferro e poi in una di solfato di rame. Però non vi è da fare grande assegnamento su tali imbibizioni nè su altri ingredienti detti ignifughi.

Si è riconosciuto che i solai di legno rivestiti da uno strato di terra refrattaria, grosso mm. 25, ricoperto di mm. 15 di bitume, offrono una sufficiente resistenza, sia che vengano investiti dal fuoco nella faccia inferiore, sia nella superiore. Nel primo caso però se il legname portante si abbrucia al punto da ruinare, il solaio cade ma il fuoco viene soffocato dal bitume e dalla terra refrattaria: se i legnami non bruciano, la fiamma non passa nel locale superiore per la presenza degli strati suddetti.

e) PAVIMENTI. — Nei riguardi del fuoco che vi può cadere sopra sono sicuri i pavimenti di laterizio, di piastrelle cementizie e di argilla greificata, i battuti alla veneziana, i pavimenti di asfalto, poichè non infiammandosi non trasmettono il fuoco sotto di essi. Se invece l'incendio si è manifestato al disotto e se quei pavimenti sono sopra solai di legno, presentano il vantaggio di arrestare le fiamme, oppure ruinando

insieme col solaio, di aiutare a soffocare l'incendio. Non sono evidentemente sicuri i pavimenti a intavolato di legno, e se collocati sopra un'armatura di legno si dovrà riempire il vano risultante fra il solaio e il pavimento con materiale incombustibile.

Se si usa legname di essenza forte, esso resisterà maggiormente, ritardando la propagazione del fuoco, soddisfacendo così al primo scopo che si deve aver di mira nell'impiego dei materiali.

I tappeti, o pavimenti di *linoleum*, specialmente quando sono distesi sopra uno strato di gesso non troppo sottile, sono pure da considerarsi abbastanza sicuri contro il fuoco. Sarà sempre bene che anche il pavimento dei sottotetti, se fatto con legname, sia protetto da un buon strato di gesso, o meglio di calcestruzzo cementizio, o di calce idraulica.

φ) TETTI (1). — Quello che si è detto pei solai si può ripetere pei tetti, sia per l'orditura, sia per la copertura. Estremamente pericolosi sono i tetti di paglia che si usano ancora in molte campagne. Si può, fino ad un certo punto, rendere meno grave il pericolo, specialmente quando il fuoco si appiccasse alla parte superiore del tetto, coprendo la paglia con un impasto formato da:

Terra argillosa	parti 7
Sabbia	» 1
Pillacola	» 1
Calce viva	» 1

che vi si spalma sopra colla cazzuola.

Sono da considerare come coperture resistenti quelle di *tegole laterizie*, soprattutto del tipo a canale, le *ardesie naturali* e meglio quelle *artificiali di eternit*, poichè le naturali, a meno che siano di lastre di gneiss, si spaccano sotto l'influenza di un forte calore. Nei tetti a tegole laterizie di ardesia, o cementizie, la parte pericolosa consiste nei listelli di legno o nello strato di tavelloni laterizi forati su cui appoggiano le tegole direttamente. Perciò conviene spalmare detti listelli con sostanza ignifuga, fra cui il silicato di potassa, oppure con poltiglia di argilla: si nota però che questa difesa non dura più di quattro o cinque anni.

Sono da scartare tutte le coperture metalliche, di zinco, di lamiera zincata, compresa la ondulata, e quando tali coperture non abbiano al disotto un soffitto, non vi si devono collocare sotto materie facilmente infiammabili. È avvenuto che della canape si è incendiata a causa del calore trasmesso dalla lamiera metallica di coperta.

I *tetti di cartone* o di *feltro incatramato* (2) offrono buona resistenza, ma se sotto un tetto con essi coperto si manifesta il fuoco, questo non si lascia subito scoprire e i pompieri trovano poi moltà difficoltà a penetrare dal tetto per il fumo prodotto dal catrame.

Come pei solai è evidente che le più pericolose orditure di un tetto sono quelle di legname e le metalliche: queste forse anche più di quelle per le ragioni che abbiamo già detto. Si potrà impartire ad esse una resistenza sufficiente, ossia impedire che quelle metalliche si arroventino, colle note conseguenze, e quelle di legno si infiammino, rivestendole con materiali incombustibili. Non vi è da fare grande assegnamento sulle imbibizioni, o spalmature, del legno con tutti i vantati ignifughi, sebbene fra essi ve ne sia qualcuno che serva se non altro a rallentare l'azione del fuoco.

Perchè poi un tetto sia considerato abbastanza sicuro, non basta che sicure ne siano la copertura e l'orditura, ma lo devono essere anche le strutture sopra il coperto, le aperture di passaggio, i lucernari, le grondaie, ecc. per le quali si devono impiegare

(1) Vedi vol. I. — (2) Vedi vol. I.

materiali incombustibili e inoltre le opere di legname si devono convenientemente rivestire con lamiera, ardesia, intonachi e così via.

Uno speciale pericolo d'incendio pei tetti consiste nei lavori di lattoniere a causa delle saldature. Molte volte fornelli da saldatore abbandonati dagli operai durante le ore di riposo possono esser causa d'incendio, specialmente nelle giornate ventose. Questo è precisamente avvenuto per il palazzo della biblioteca di Dunkerque, incen-



Fig. 22. — Ossatura di calcestruzzo armato Hennebique per la copertura del Salone delle Feste di Lorient (Morbihan).

diatosi, si disse come il solito, a causa di un corto circuito, mentre invece il disastro avvenne a causa degli operai che lavoravano sul coperto.

Quando si voglia essere veramente sicuri che il tetto resista e non precipiti nell'interno del fabbricato, distruggendo di questo anche ciò che si sarebbe potuto conservare, è indispensabile ricorrere al calcestruzzo cementizio armato, sia con tetto piano, cioè a terrazza, sia con un tetto a piovanti, avente ossatura simile a quelle di legno o metalliche, oppure con ossature speciali, colle quali si possono superare amplissime portate di peso uguale, e talvolta anche minore, di quello corrispondente a una struttura ordinaria.

Molti esempi si potrebbero citare di tetti completamente costruiti di calcestruzzo armato: la figura 22 ne mostra uno nel quale anche i muri laterali sono di siderocemento. Con tale materiale si costruiscono pure cupole sferiche, poligonali, ecc. con grande vantaggio non soltanto nei riguardi della sicurezza contro il fuoco, ma anche del peso e della solidità, poichè le cupole si possono costruire con parete continua di grossezza assai ridotta, oppure con nervature e soletta, ottenendosi pur sempre una

grande leggerezza. Le fig. 23 a, b, c, rappresentano la costruzione complessa a solai, volte e cupole dell'edificio per l'anatomia a Monaco. La cupola principale, collegata con tiranti al sottostante soffitto cassettonato, ha il diametro di 22 metri ed è grossa soltanto cm. 6. Da una parte le sono addossate cinque absidi con soffitto a volta e copertura piana e con lucernario centrale (fig. c).

Anche le cuspidi di campanili e di torri, più soggette ad incendiarsi per effetto di fulmini conviene eseguirle di calcestruzzo armato.

Ne diamo un esempio nell'alta cuspide del ricostruito campanile di San Marco a Venezia (fig. 24) (1).

a) Pianta.

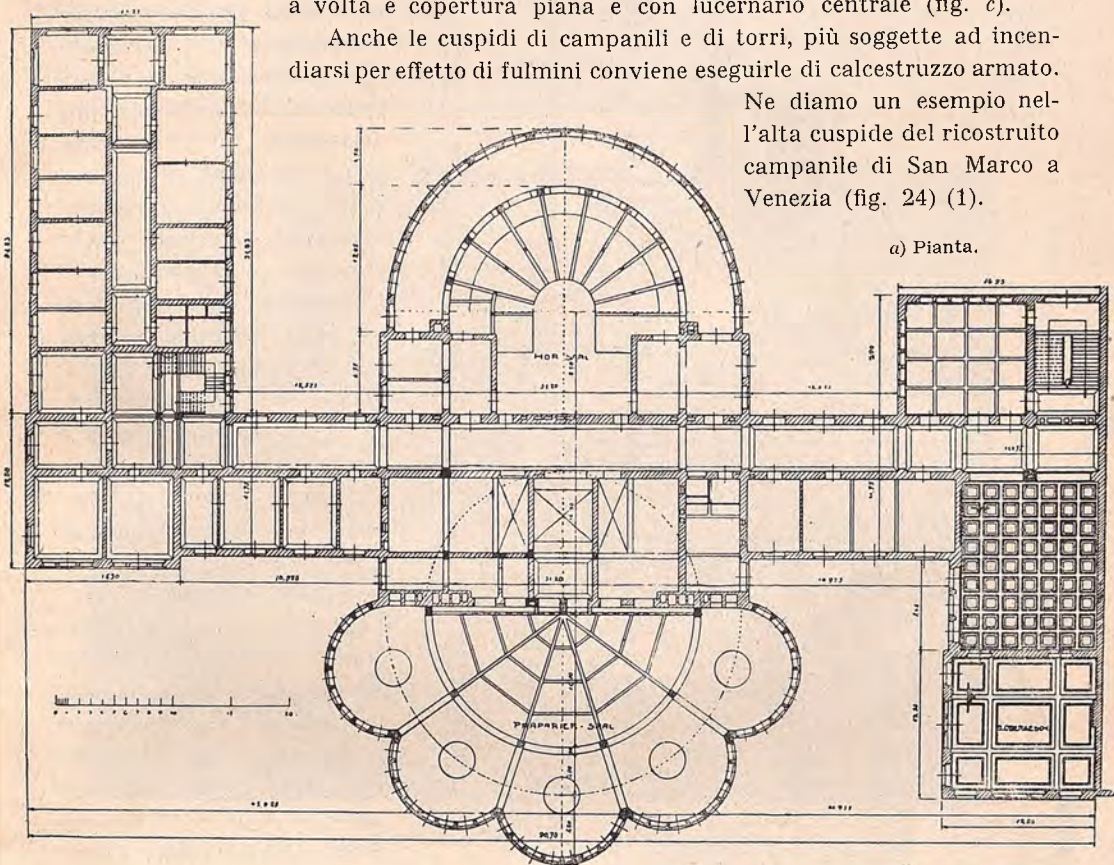
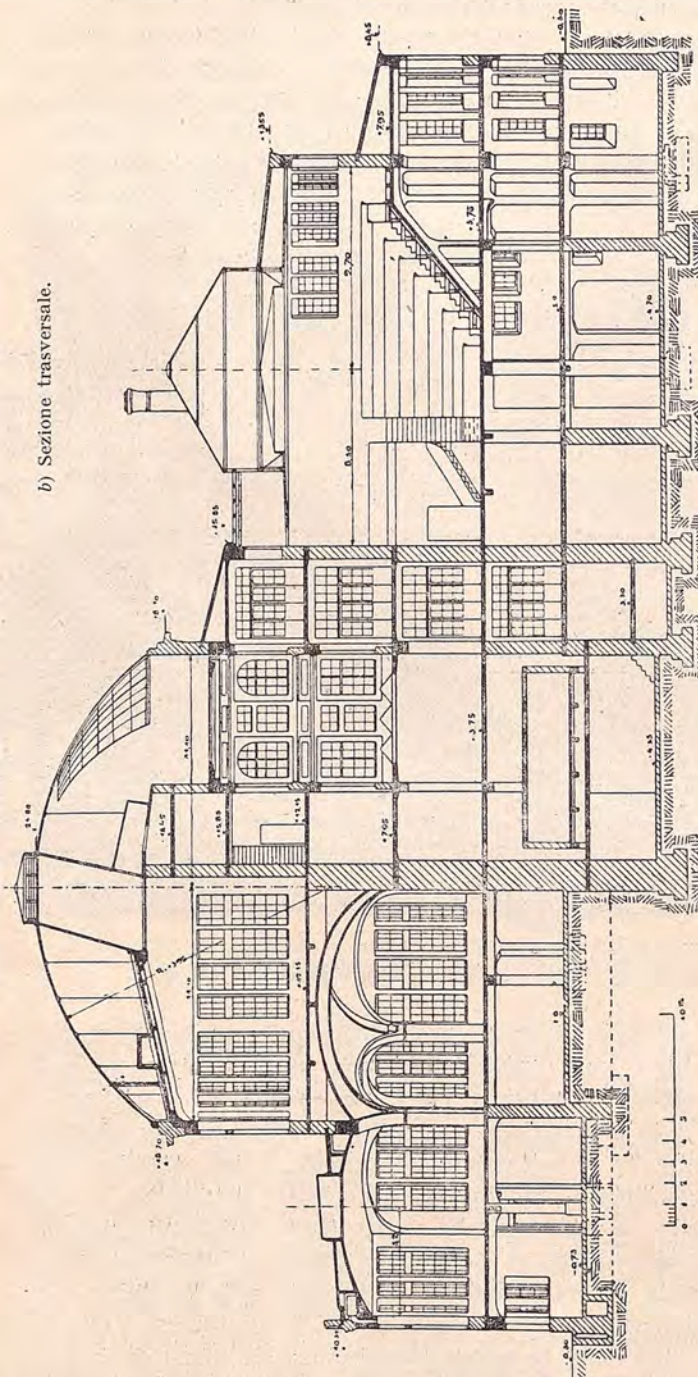


Fig. 23 a, b, c. — Edificio per l'anatomia a Monaco.

I tetti, le cupole, le cuspidi e simili, di tal genere possono ricoprirsi con manti metallici, specialmente quando presentino una superficie continua, affine di ottenere una copertura leggera, oppure per ragione di coibenza o per altre ragioni, con tegole ordinarie con ardesie, ecc. In ogni caso il materiale di coperta deve fissarsi sopra listelli di legno ma il danno che soffrirebbe la costruzione per effetto di un incendio dall'esterno, si limiterebbe al contorcimento, alla fusione delle lastre metalliche, e alla distruzione dei listelli o correntini di legno, poichè la struttura sottostante incombustibile di superficie continua, impedirebbe al fuoco di propagarsi al disotto di essa. Se la struttura non è a superficie continua allora non soltanto può avvenire tale propagazione, ma la copertura di tegole o di lastre e di listelli si sfascerebbe e precipitando nello cal sottostanti, ne causerebbe la rovina, aumentando gli effetti del fuoco. In questo caso converrebbe sostituire ai listelli di legno dei correntini di calcestruzzo

(1) Vedi D. DONGHI, *La ricostruzione del campanile di S. Marco a Venezia*, «Giornale del Genio Civile», anno 1913, Roma.

armato, oppure formati con ferri d'angolo rivestiti di cemento in grosso strato. Specialmente quando si tratta di cupole o di piovanti molto inclinati il materiale di



coperta incendiandosi e sfasciandosi, precipiterebbe fuori dalla gronda, cadendo sui pompieri che attendono allo spegnimento del fuoco, o su chi tenta la fuga dal fabbricato. Questo pericolo si può scansare, se non del tutto, allorchè si tratta specialmente di cupole molto slanciate o di cuspidi, costruendo sulla linea di gronda un attico, abbastanza robusto da trattenere il materiale che precipiterebbe.

La copertura più adatta per leggerezza, coibenza, resistenza agli agenti atmosferici e al fuoco è quella di lastre o tegole di *eternit*. Essa presenta poi anche il vantaggio di non richiedere frequenti lavori di mantenimento, e siccome per effetto del fuoco non si arroventa nè si fonde come il metallo, nè si spezza come i laterizi, preserva dall'incendiarsi i listelli su cui è assicurata.

Anche per le cupole si può ricorrere ai cartoni e feltri incatramati, ma essi, per quanto ben fabbricati con buoni materiali, non hanno la durata dell'*eternit*, e se per effetto di un incendio non si infiammano, prendono però fuoco comunicandolo al tavolato o ai listelli su cui sono assicurati.

è) SCALE (1). — Le meno sicure sono quelle con scalini a sbalzo, anche se gli

scalini sono di granito, il quale esposto all'azione alternata del calore e dei getti d'acqua si spezza e rovina compromettendo la vita dei pompieri. Nè migliori sono gli scalini

(1) Vedi vol. I.

di marmo per le ragioni già dette. Affidamento danno invece gli scalini di pietra artificiale, ossia di calcestruzzo armato, e sicure si possono poi considerare le scale con rampe massicce a volta, sulla quale allora si possono senza pericolo collocare scalini di pietra, di marmo, e anche di legno, il quale però non deve adoperarsi per i fianchi delle rampe. Negli incendi parigini del 1870-71 le scale di questo genere delle Tuileries resistettero a tutti i tentativi dei petrolieri, mentre, come già notammo, quelle a sbalzo rovinarono completamente. Fuorchè nei luoghi di pubblici spettacoli, in cui il pubblico forma sulla scala una sola corrente salendola al principio dello spettacolo o discenden-



c) Veduta prospettica delle coperture.

dola alla fine, non conviene ricorrere al sistema delle scale con anima piena, poichè chi sale non vede chi discende, se non sui pianerottoli ove avvengono gli incontri.

La fig. 25 rappresenta la scala di struttura Monier nel Palazzo di Giustizia di Colonia. Le rampe sono formate da una volta a botte rampante con lunette nelle testate, nervate negli spigoli: nella parte mediana sotto gli scalini vi è uno strato di mattoni porosi (mattoni galleggianti o renani), mentre sulle lunette il riempimento è di calcestruzzo; gli scalini sono di pietra naturale.

Le scale metalliche sono relativamente sicure solamente quando tutto il metallo sia rivestito di materiale incombustibile nei modi già detti.

Ma una scala non è mai sicura, nè può offrire sicura via di scampo a chi fugge dai locali incendiati, se la gabbia non è costruita in modo da non essere invasa dal fumo e dalle fiamme. Perciò i suoi muri dovranno essere massicci e avere il numero strettamente necessario di aperture sia di porte sia di finestre, le quali dovranno essere provviste di lastre di vetro retinato. La copertura della scala dovrà essere a volta massiccia oppure a soffitto di calcestruzzo armato e la scala dovrà sboccare in un vestibolo, o atrio, da cui si esca direttamente sulla strada, atrio costruito pure con materiali incombustibili.

Sono da evitare i lucernari nel cielo delle scale, e quando non sia assolutamente possibile farne a meno il lucernario dovrà essere formato con telaio di calcestruzzo armato e grosse lastre di vetro retinato. Ove sia dubbio che la scala possa essere invasa dal fumo, e non occorra un lucernario per illuminarla, sarà conveniente costruire sopra di essa un tetto a lanterna, con copertura e struttura incombustibile e con aperture nelle pareti verticali della lanterna, in modo che nel caso di invasione del fumo, questo possa sfuggire da dette aperture, le quali faranno la funzione di aspiratori.

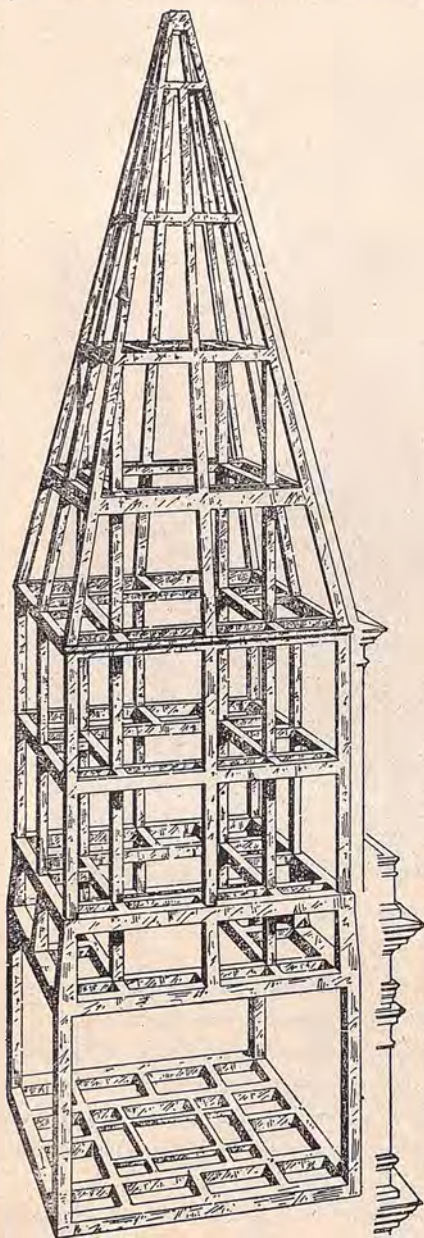


Fig. 24. — Schema prospettico della ossatura di calcestruzzo armato della cella campanaria, del dado e della cuspide del Campanile di S. Marco, a Venezia.

In caso d'incendio è poi importante che le rampe abbiano larghezza conveniente per dare libero passaggio alle persone che tentano colla fuga di sfuggire al fuoco. La questione assume maggiore importanza quando si tratta di luoghi di riunione in genere. In tal caso vi dev'essere almeno una scala incombustibile con rampe di m. 1,50 di larghezza per 300 persone: per un numero maggiore occorrono due scale. Per 900 persone la larghezza deve essere di m. 1 ogni 150 persone e se tale numero è maggiore si dovrà calcolare m. 1 ogni 200 persone. Per le scale a spirale si calcola un metro ogni 60 persone e gli scalini devono essere incastrati nell'anima almeno dieci centimetri.

θ) IGNIFUGHI. — Di sostanze e preparati atti a impartire la perfetta incombustibilità non se ne sono ancora trovati, mentre possono invece impartire la ininfiammabilità, poichè è alla fiamma a cui si deve principalmente la propagazione del fuoco. Quando un materiale o un oggetto è ininfiammabile, brucia sempre abbastanza lentamente, per cui non soltanto si ha il tempo di mettere in opera i mezzi di spegnimento, ma essi hanno pronto effetto sulle parti in combustione, sicchè il fuoco è presto domato.

Un altro vantaggio che si può ottenere da tali preparati, quando siano però efficaci, sta nel ritardare l'accensione di parti combustibili, ciò che evidentemente è della massima importanza.

Da molto tempo si sono studiati dei mezzi per impartire al legno e ai tessuti la ininfiammabilità e la incombustibilità, sia per mezzo di spalmature a uno o più strati, sia coll'imbibizione semplice o coll'iniezione. Le materie dapprima impiegate furono i sali a base solubile, come il *silicato di potassa*; ma esso si scompone rapidamente all'aria, sicchè la sua azione non è duratura. Si ricorse per il legname all'allume, ma se la soluzione con esso ottenuta è debole, non ha efficacia e se è concentrata deteriora il legname, per cui lo si deve adoperare soltanto

nel caso di costruzioni e di decorazioni provvisorie. Si deve poi notare che fra le sostanze preconizzate ve ne sono di quelle che facilitano e peggio attivano la combustione. In questa materia si deve dunque essere molto guardinghi. Facilitano la combustione i solfati di soda e di potassa, il fosfato potassico, il solfito di soda, carbonato, tungstato e cloruro di sodio, il cloruro di potassio, i carbonati di zinco, di calce, di magnesia, il solfato di calce, il solfato di ferro, l'idrato di magnesia. Non hanno azione il solfato di magnesia, i borati di alluminio e di zinco, i fosfati di calce, magnesia, allumina, zinco e soda, gli acetati di soda e di potassa, la silice, l'idrato di allumina, l'acido tungstenico, il tungstato di ammoniaca, la potassa. Sono invece

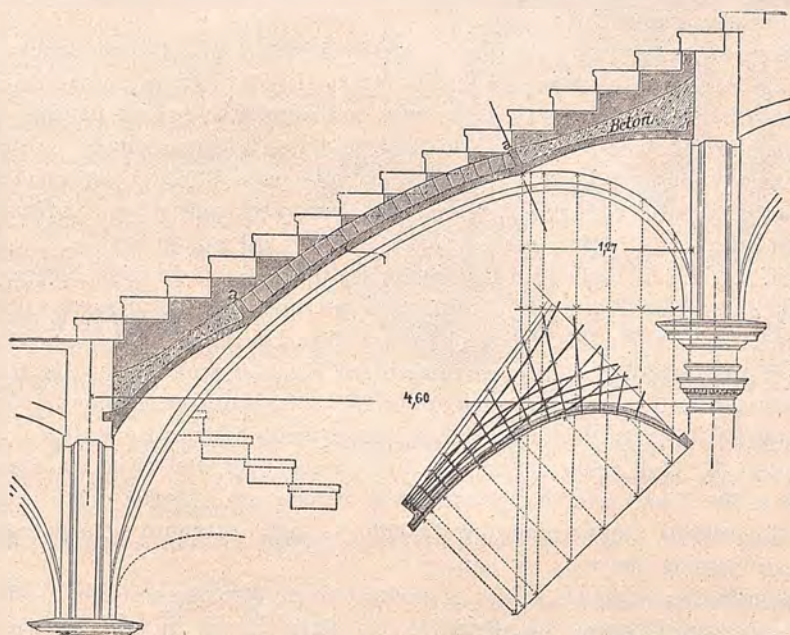


Fig. 25. — Scala di struttura Monier nel Palazzo di Giustizia di Clonia.

contrari alla combustione il solfito e il fosfato d'ammoniaca, i cloruri di ammonio, di calce, di magnesia, di zinco, i solfati di zinco e di allumina, il cloruro di stagno, l'allume, il borace, l'acido borico. Fra queste sostanze non sono praticamente impiegabili il borace a causa della sua reazione alcalina, la sua debole solubilità e il suo prezzo; l'acido borico per il prezzo; l'allume per la sua reazione acida; il cloruro di stagno perchè instabile e a reazione acida, il cloruro di zinco perchè venefico. Tre sostanze hanno poi il difetto di essere igroscopiche e cioè i cloruri di calce, di magnesia e di zinco.

Un miscuglio di silicato con colori in pasta applicato due o tre volte ha dato qualche volta discreto risultato. Una ripetuta applicazione di silicato, al quale siano aggiunte sostanze insolubili nell'acqua, come la creta per es., è raccomandabile, e lo sono pure le dipinture con solfato di ammoniaca e gesso, o di borato di magnesia. In Russia si è usato l'intonaco Parnan, formato di silicato di potassa, di creta polverizzata, di tripoli, di terra da infusori e di spato calcare. Due spalmature di tale miscela hanno permesso a un soffitto di resistere tre quarti d'ora al fuoco prodotto da una catasta di legno alta m. 0,71 irrorata con Kg. 16 di petrolio.

Il mezzo più semplice per rendere ininflammabile il legno è quello di ricoprirlo con uno strato di gesso o di cemento; ma è da osservare che il gesso col tempo si

sgretola e cade, ciò che avviene anche quando è sottoposto a un calore continuato, per cui tale mezzo non dà sicuro affidamento. Uno strato cementizio, specialmente quando sia piuttosto grosso, applicato sopra una leggera rete metallica, dà maggior sicurezza, poichè se lo strato si screpola non cade, impedendo al fuoco di attaccare il legno.

Se si ricorre alla imbibizione di una delle sostanze accennate, essa non deve limitarsi alla superficie, ma deve penetrare abbastanza profondamente, ciò che non può avvenire colla semplice pitturazione, ancorchè ripetuta due o tre volte, e neppure colla sola immersione, la quale poi diventa difficile o impraticabile quando i pezzi da trattare sono di grandi dimensioni.

L'iniezione si opera tanto col vapore quanto coll'elettricità, la quale facilita l'osmosi fra il liquido esterno e la linfa: con questo mezzo si può ottenere un assorbimento del 28 % circa, ciò che dà buonissima garanzia, ma aumenta assai la densità del legno.

L'*ignifugo Martin*, che ha dato buoni risultati è, per il legno, composto di cloridrato di ammoniaca (15 Kg.), acido borico (5 Kg.), colla di pelli (50 Kg.), gelatina (1,500 Kg.), acqua (100 Kg.) e polvere calcarea per impartire una certa consistenza. Si riscalda a 60° e si applica col pennello. Per i tessuti leggeri è invece così composto: Kg. 8 di solfato di ammoniaca, Kg. 2,5 di carbonato di ammoniaca puro, Kg. 3 di acido borico, Kg. 2 di borace, Kg. 2 di amido, Kg. 0,400 di gelatina o destrina e Kg. 100 di acqua; il tessuto si immerge nella soluzione a 30°, poi si secca e si stira. Per i tessuti grossolani la soluzione è ottenuta con Kg. 15 di cloridrato di ammoniaca, Kg. 6 di acido borico, Kg. 3 di borace e Kg. 100 di acqua. Il tessuto si immerge per 15 ÷ 20 minuti nel bagno a 100° e poi si fa asciugare. Per la carta il Martin propone la seguente composizione: Kg. 8 di solfato di ammoniaca, Kg. 3 di acido borico, Kg. 2 di borace e Kg. 100 di acqua. La soluzione si impiega a 50°. Una carta incombustibile si ottiene con $\frac{2}{3}$ della pasta ordinaria di carta, $\frac{1}{3}$ di amianto, allume e cloruro di sodio. Il foglio ottenuto si fa passare in una soluzione di gomma lacca.

Si è ritenuto che le pitture a base di amianto in polvere dessero grande affidamento e se certe esperienze mostrarono efficaci le così dette *vernici di amianto*, non si ottennero però all'atto pratico i risultati che si speravano.

Per rendere il legno ininfiammabile si suggeriscono pure le seguenti ricette:

1° Fare una soluzione, in una caldaia portata a 45°, di: 24,75 di solfato di zinco, 9,90 di potassa d'America, 19,80 di allume d'America, 9,90 di ossido di manganese. Dopo completa soluzione, aggiungere a poco a poco, 9,90 di acido solforico a 60° e 24,75 d'acqua fino a saturazione. Vi si immerge il legname lasciandolo per tre ore, avendo cura di riscaldare il liquido durante il periodo di immersione.

2° Preparare il seguente miscuglio e spalmarlo col pennello: 15 di cloridrato di ammoniaca, 5 di acido borico, 50 di colla di pelle, 1 di gelatina, 100 d'acqua.

3° Mescolare 100 gr. di allume, 100 di solfato d'ammoniaca, 45 di acido borico, 30 di gelatina, 9 di amido, 1500 di acqua e spalmare in tre strati a 48 ore di intervallo l'uno dall'altro. Questo miscuglio serve anche per le stoffe.

d) **Mezzi di avviso, di difesa e di estinzione.** — I mezzi fino ad ora descritti sono *preventivi*, ma per quanto bene applicati non riescono a impedire in modo assoluto che un incendio si manifesti, e quando ciò avvenga è di capitale importanza esserne subito edotti per cercare di soffocarlo fin dall'inizio, ond'evitarne la propagazione col pericolo di non poterlo più domare.

Si ricorre perciò al *servizio di ronda*, agli *apparecchi semplicemente avvisatori*, a quelli *avvisatori-estintori*, all'acqua in forma di getti o di pioggia, al vapore, ai gaz, agli *estintori portatili* a dorso o a mano e alle *granate estintrici*, nonché alla sabbia.

α) SERVIZIO DI RONDA. — Un vigilante che compia la ronda in un edificio maggiormente esposto al pericolo d'incendio, come, ad es., uno stabilimento industriale, un teatro, o a'ltro luogo di spettacolo e divertimento, è certamente da considerarsi fra i migliori mezzi segnalatori di un principio d'incendio. Non è però un mezzo sicurissimo, poichè lo scrupolo della vigilanza può rilassarsi quando il vigilante, non avendo per lungo tempo avvertito a normalità di sorta, si limita a segnare il suo passaggio sull'apposito apparecchio di controllo. Però è difficile che un principio d'incendio, il quale sfuggirebbe ai sensi di un profano, possa sfuggire a quelli di un personale addestrato, sicchè se il mezzo della ronda non è sicurissimo non è però da trascurare, tanto più ove la vigilanza si effettua in due tempi. Una prima ronda deve avvenire subito dopo l'uscita degli operai da uno stabilimento, così da assicurarsi che non vi siano lampade accese, fiammiferi accesi gettati presso

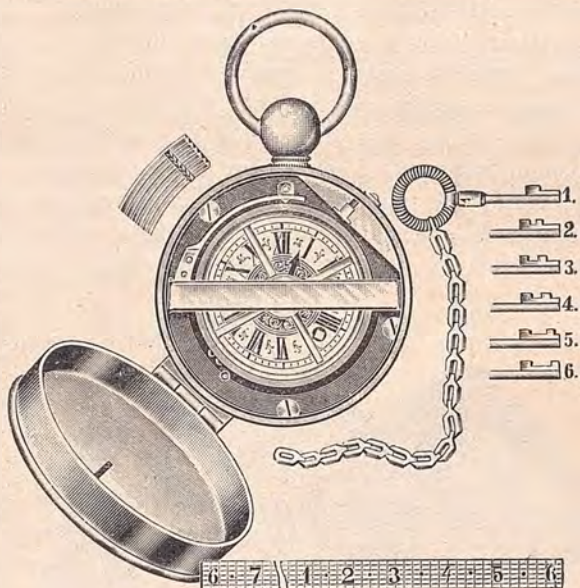


Fig. 26.
Orologio-controllo portatile, a sei o a dodici stazioni.
(Diametro mm. 80 - Grossezza mm. 40).

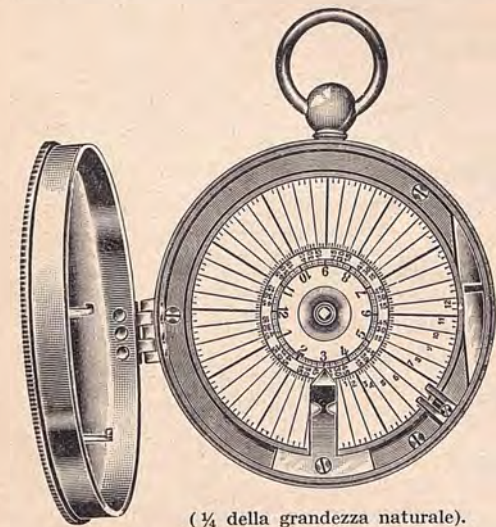


Fig. 27. — Orologio controllo portatile a 6, 12, 20 e 25 stazioni, con impressione dei numeri in rilievo.
($\frac{1}{4}$ della grandezza naturale).

usano gli apparecchi verificatori detti anche *orologi di ronda*, che registrano meccanicamente il passaggio del vigilante e il momento del suo passaggio. Di tali apparecchi ve ne sono di varî sistemi, fra cui il *Colin*, il *Napoli*, il *Burk*, ecc.

materiali combustibili, e siano spenti tutti i focolai di caldaie o di altri apparecchi, o fuochi destinati a qualche speciale lavoro. Una seconda ronda deve farsi almeno un'ora dopo della prima, per rilevare se non vi sia un principio d'incendio prodotto da un surriscaldamento di trasmissioni, dalla elettricità o da qualche focolare che sembrava spento. Per gli stabilimenti pubblici, teatri, sale per concerti, sale di riunione, cinematografi, ecc., una ronda dev'essere compiuta subito dopo l'uscita del pubblico, a lumi completamente spenti e con una lanterna cieca, da aprirsi soltanto quando il vigilante deve orientarsi. Ma a tale ronda ne devono seguire altre e quanto più frequenti saranno le ronde tanto maggiore sarà la sicurezza.

Per accertarsi che il vigilante ha compiuto il suo determinato giro di ronda, si

La fig. 26 rappresenta una specie di orologio da portarsi dallo stesso guardiano, che trova in ogni stazione di verifica una chiave, adoperando la quale resta segnata su una strisciotta di carta l'ora del passaggio. Il listino di carta si applica fissandone un'estremità sulla punta del disco, girandolo intorno a questo e fissando l'altro capo alla medesima punta. Le chiavi di verifica sono poste nei luoghi da invigilare e si chiudono in apposite cassettoni per ripararle dalle intemperie o da manomissioni. Generalmente le chiavi sono 6, cosicchè la guardia ha sei punti da verificare in un'ora, compiendo così ogni 10 minuti un giro completo.

La fig. 27 rappresenta invece un orologio portatile con impressione in rilievo dei numeri delle stazioni. Esso, meglio dell'altro, garantisce dell'opera del vigilante perchè le matrici sono nell'interno dell'orologio e non nella chiave. Tutte le mattine l'incaricato della verifica della guardia notturna apre coll'apposita chiave la

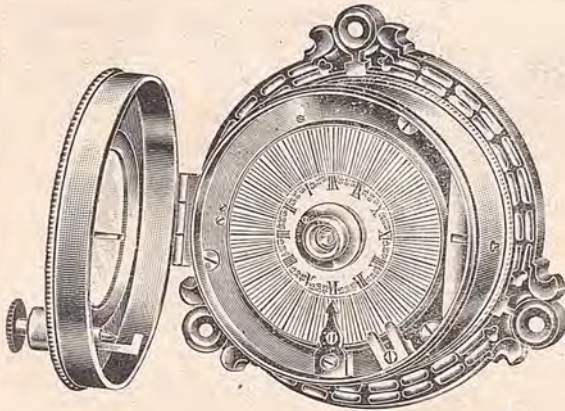


Fig. 28. — Orologio-controllo stazionario per guardia notturna.

(Diametro mm. 85 - Grossezza mm. 40).

serratura, leva il disco diagramma, osserva se il servizio della notte è stato eseguito regolarmente, poi carica l'orologio introducendo la chiave nel perno quadro che sta nel centro girandola a destra, leva il godrone fissato a pressione, mette un nuovo disco di carta che fissa nuovamente sovrapponendo il godrone e premendo affinché esso entri nelle due punte sporgenti. Sempre girando il godrone metterà sull'ora il quadrante, tenendo conto che l'indice è quello fisso, perchè è il diagramma che gira. Racchiuso a chiave l'orologio esso sarà pronto per essere consegnato alla guardia.

Simile a questo sono gli orologi fissi o stazionari in cui il diagramma gira e l'ora del passaggio è registrata su di esso, quando la guardia preme un apposito bottone (fig. 28). Un tipo di essi ha la carica di otto giorni ed è specialmente adatto per cabine di trasformazione di energia elettrica, ove ogni otto giorni vien fatto il cambio del personale. Il diagramma, che serve per gli otto giorni, compie un giro ogni 24 ore ed è diviso in 7 anelli o zone, cioè uno per giorno. La punta di registrazione avanza automaticamente, cosicchè le registrazioni cadono sull'anello n. 1 il primo giorno, sul n. 2 il secondo e così di seguito. Alla fine della settimana si vede a colpo d'occhio a quale ora la persona incaricata ha incominciato e finito il giro.

β) Gli APPARECCHI AVVISATORI D'INCENDIO SONO a mano, automatici ed anche estintori. L'avvisatore a mano consiste in una piastrina applicata al muro, e avente un bottone (fig. 29), che il guardiano notturno preme quando si avvede di un principio d'incendio nel luogo ove si trova la piastra, e che mette in funzione la campana di allarme, facendo contemporaneamente scattare nel quadro indicatore, posto nel locale dei vigili al fuoco, il numero corrispondente al luogo minacciato.

L'avvisatore automatico generalmente funziona quando la temperatura del luogo in cui è posto, sale a un determinato grado corrispondente sempre a una temperatura prodotta da un principio d'incendio.

Gli avvisatori che sono contemporaneamente estintori sono preferibili, poichè mentre annunciano che l'incendio è scoppiato, o sta per scoppiare, mettendosi in azione

da essi stessi, ne cominciano l'estinzione, ritardandone così la propagazione e permettendo ai soccorsi di arrivare in tempo, soccorsi che talvolta possono ridursi all'uso di qualche estintore portatile.

I primi avvisatori automatici erano puramente meccanici, consistenti in un filo combustibile, la cui rottura azionava un campanello d'allarme. Avevano evidentemente l'inconveniente di non funzionare se non quando la fiamma raggiungeva il filo, cioè quando l'incendio aveva già assunto un certo sviluppo. Nel 1843 Wheastone propose un apparecchio termico fondato sull'impiego di un termometro a mercurio, chiudente un circuito elettrico agente sopra una suoneria. Questo apparecchio non è istantaneo, è molto delicato, si ossida facilmente e allora non funziona più. Nel 1863 l'apparecchio Weild-Hopkinson utilizzava lo scatto di una molla prodotto dal calore per azionare un movimento di orologeria, ma l'apparecchio risultava troppo costoso. In altri apparecchi basati sulla dilatazione del mercurio, questo formava il contatto o per effetto di dilatazione dell'aria, o dall'innalzarsi del vapor d'acqua, di etere o di altri vapori, in un tubetto. Furono invece ideati apparecchi nei quali il circuito è chiuso da un peso che cade, perchè sospeso a un anello di lega fusibile. Gli apparecchi a circuito aperto sono più economici di quelli a circuito chiuso, ma sono meno sicuri e più soggetti a mancare nel momento critico. Fra quelli che funzionano a circuito aperto sono da citare il cordone elettrico *Joly e Barbier*; il termometro rivelatore *Baudry*, il quale può servire di avvisatore, di campanello per chiamata, di termometro centigrado; l'avvisatore *Jeanjean* fondato sullo stesso principio: quello *Gaulne e Mildè*, che può servire anche come comune pulsante di campanello; gli avvisatori *Leblanc, Boivin, Bright, Charpentier*, ecc. Quello *Dupré* è fra i più semplici. Nel pulsante comune di campanello elettrico è collocato un piccolo dado di lega fusibile a 37° che tien ferma una laminetta: quando il dado si fonde, la laminetta chiude il circuito e il campanello trilla.

L'avvisatore *Mildè* si compone di due lame d'acciajo collocate parallelamente alla base e avvicinantisi all'altra estremità: inferiormente portano un'armatura di rame e zinco saldata: sotto l'influenza di ineguale dilatazione di detti metalli, le lame di acciaio si incurvano e si toccano chiudendo il circuito elettrico. Nel centro dell'apparecchio un'asta verticale a molla con un anello discende e viene a contatto colla lama di acciaio dove essa chiude il circuito: l'apparecchio serve così anche come campanello di chiamata.

L'avvisatore *Securitas* (fig. 30 a, b), regolato a una determinata temperatura, fa funzionare elettricamente, quando detta temperatura è raggiunta, l'indicatore di un quadro e una o parecchie suonerie di allarme. L'apparecchio si compone di una parte inferiore sferica ermeticamente chiusa, il cui coperchio è un diaframma barometrico ondulato, e di una parte superiore piatta, sulla quale è fissata nel centro una vite regolabile, interamente isolata dalla massa e protetta da un ricoprimento che la sottrae a qualsiasi causa che potrebbe sregolarla. Quando la temperatura si innalza, l'aria contenuta nella calotta sferica si dilata, solleva la parte centrale del diaframma che viene a urtare contro la punta di argento della vite di regolazione. Tale contatto avviene più o meno prontamente a seconda della temperatura stabilita. L'apparecchio è costruito in modo da potersi appendere al soffitto.



Fig. 29.
Avvisatore d'incendio
a bottone.

L'avvisatore *Guarini* è basato sulla trasmissione senza fili.

Molti altri apparecchi si sono ideati da *Ravaglià, Del Giudice, Guida, Giuliani, Cuchet e Maxim, Gaucher, Wallace e Tuecker, Chenevier, Driolle*, ecc., nei quali sono usate specialmente leghe fusibili, e siccome funzionano quando la temperatura dell'aria ha raggiunto un certo grado, ciò che può avvenire anche senza che vi sia incendio, così possono dar luogo a falsi allarmi, il che se può essere svantaggioso non è però dannoso, giacchè è meglio correre il rischio di un falso allarme piuttostochè di non essere avvertiti di un pericolo vero.

La suoneria di avviso è collocata o nel posto di guardia dei pompieri, o nel locale del custode dell'edificio, o dei generatori del vapore, se vi è un sistema di estinzione a vapore, o in quello in cui stanno le persone addette alla vigilanza. In questo stesso locale deve purè collocarsi l'apparecchio telefonico per la chiamata dei pompieri.

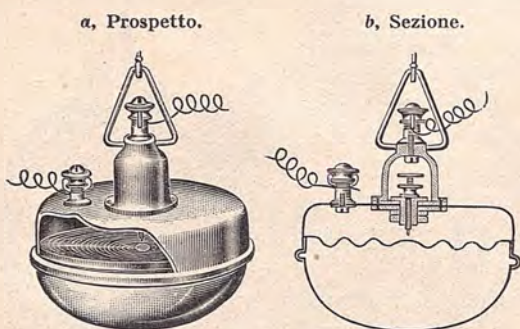


Fig. 30 ¹a, b, — Avvisatore d'incendio « Securitas ».

di darne l'avviso mediante una segnalazione sonora. Simili apparecchi, molto usati in Inghilterra e in America, sono pure adoperati nei nostri stabilimenti industriali, specialmente nelle filande, e nei teatri. Il loro impianto è un po' costoso, ma quando si rifletta che essi evitarono a più di una officina di essere distrutta, la spesa d'impianto passa in seconda linea, tanto più se si tiene conto della riduzione del premio di assicurazione, praticato dalle Compagnie per quegli edifici, in cui sono adottate le precauzioni indicate dalle Compagnie stesse. La utilità di tali apparecchi è tale che nel citato incendio di Baltimora, un'officina, che ne era provvista, potè resistere, mentre le altre andarono distrutte. Il capitano W. H. Stratton, direttore della « Factory Insurance Association », nel Congresso internazionale per la protezione contro l'incendio, tenutosi a Londra nel 1903, dimostrò l'assoluta convenienza di adottare gli avvisatori-estintori e il grande vantaggio che ne ritraggono specialmente gli stabilimenti industriali, i magazzini e simili, in cui si lavorano e sono immagazzinate merci e sostanze facilmente infiammabili.

Il primo apparecchio del genere è il *Grinnell Sprinkler*. È formato da un diaframma elastico con otturatore che utilizza la pressione dell'acqua per la sua chiusura. Nel centro del diaframma (fig. 31 *a, b, c*) si trova l'orificio di scarico dell'acqua, chiuso da una valvola semisferica trattenuta in posto da una lama costituita di tre pezzi, saldati con una lega fusibile a 68°. La lama ha sede sopra una staffa provvista di una corona dentellata sulla quale viene a infrangersi il getto d'acqua che la fa ricadere in pioggia. Quando la temperatura si è elevata al grado di fusione del giunto fusibile questo si fonde, la pressione dell'acqua fa saltare la valvola, l'orificio si apre, il getto d'acqua si produce e quindi la pioggia. Questo apparecchio ha il vantaggio su altri consimili di non avere nè molle, nè leve e quindi di essere al riparo di quelle cause che potrebbero

Una lega che fonde fra 62° e 71° C. è così formata: piombo 2 parti: stagno 4 p.: bismuto 7 ÷ 8 p.: cadmio 1 ÷ 2 p. Una composizione più sensibile si ottiene mescolando 9 parti di lega Darcet (piombo 5, stagno 3, bismuto 8) a una parte di mercurio: l'amalgama fonde a 53° C.

V) AVVISATORI-ESTINTORI. —

Questi apparecchi hanno per iscopo di produrre automaticamente una pioggia nel luogo ove la temperatura si è elevata a un certo grado, e nel contempo

impedirne o ritardarne il funzionamento. Le valvole irroratrici *Grinnell* si avvitano sopra una tubazione d'acqua a distanze variabili, determinate dal genere e dall'uso dei locali che si devono proteggere. L'acqua nella condotta deve avere una certa pressione che, se non è quella stessa di una canalizzazione pubblica, si ottiene per mezzo di serbatoi elevati, in cui l'acqua si mantiene mediante una pompa automatica. Quando una delle valvole si aprisse, l'acqua si mette in moto dentro la tubazione facendo funzionare la suoneria di allarme. Se si teme il congelamento dell'acqua entro la canalizzazione, questa si rivestirà con sostanza calorifuga, o si sostituirà l'acqua con aria compressa, ciò che non nuoce affatto al funzionamento automatico dell'impianto, poichè quando aprendosi una valvola l'aria ne sfuggisse, automaticamente entrebbe l'acqua in pressione nella tubazione.

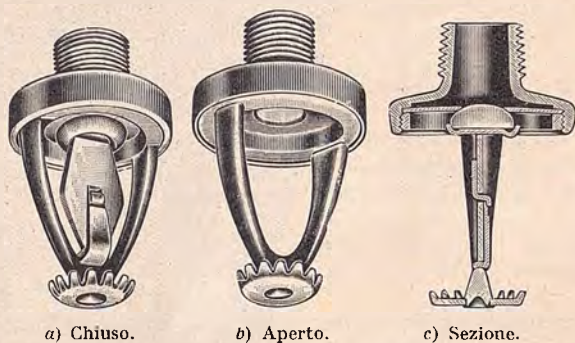


Fig. 31 a, b, c.
Avvisatore-estintore automatico « Grinnell ».

Simile alla valvola *Grinnell* è quella *Parmelee* di New-Haven (fig. 32 a, b), basata pure sulla fusibilità di una lega a 70°. Le valvole sono applicate a 3 metri di distanza l'una dall'altra sulla condotta d'acqua, e l'orificio di ciascuna è tenuto chiuso da un disco sostenuto da una leva saldata con saldatura fusibile sul suo sostegno. Fondendosi la saldatura la leva cade, la valvola si apre e l'acqua si precipita su un disco dentellato che la suddivide e la lancia in alto per farla ricadere a pioggia.

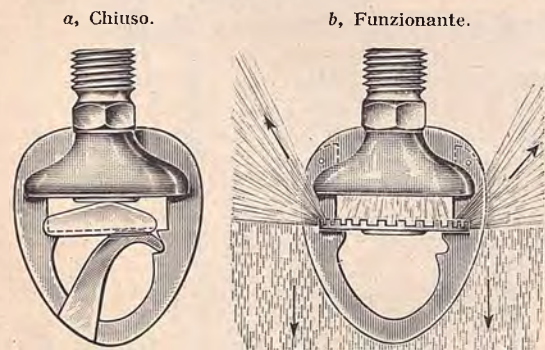
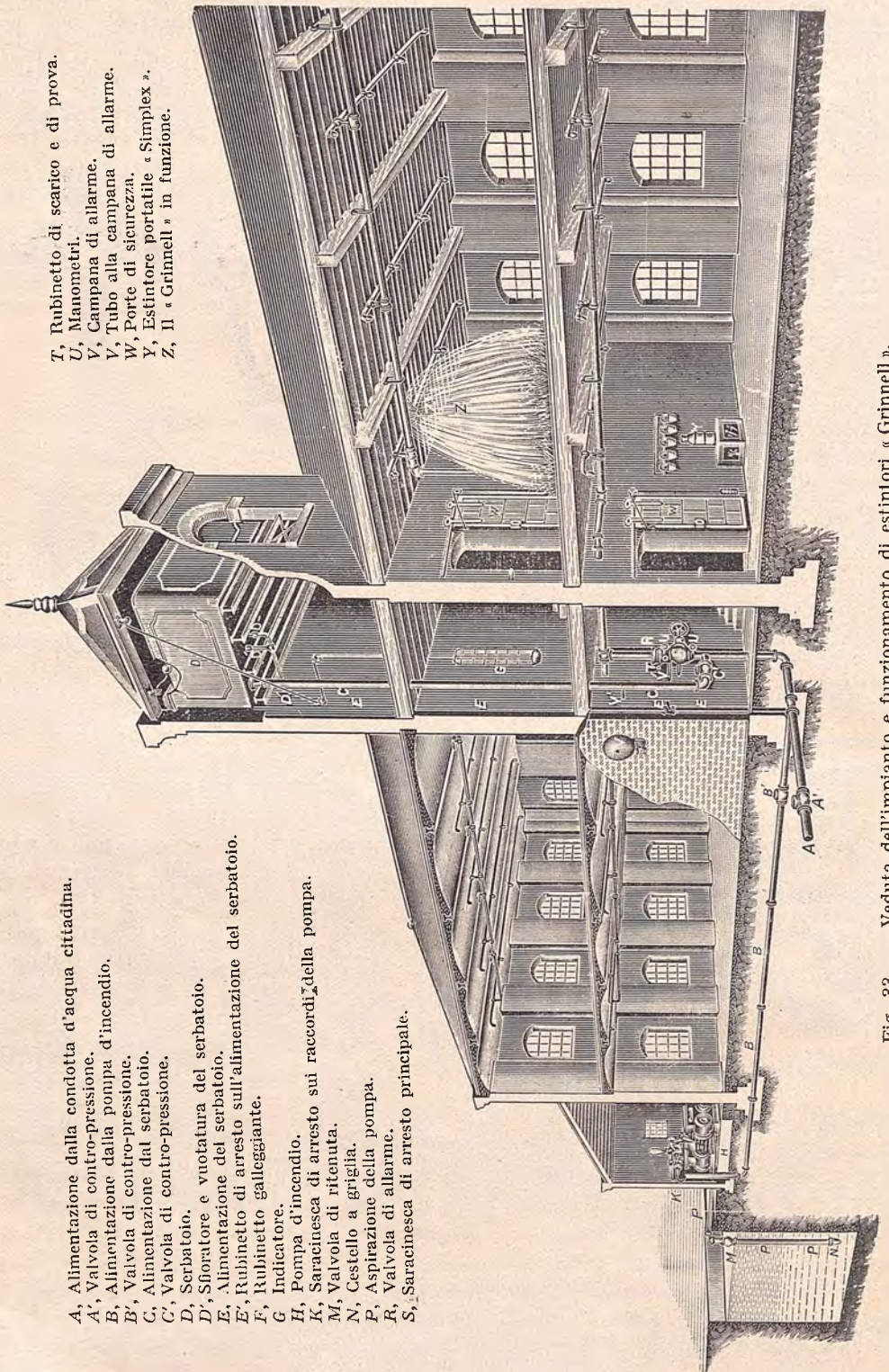


Fig. 32 a, b. — Avvisatore-estintore « Parmelee ».

Chenevier suggerisce di ricorrere ai gaz incomburenti, ma noi crediamo che sia sempre più sicuro avere nelle tubazioni dell'acqua in pressione, giacchè le condutture, per quanto ben fatte, difficilmente possono riuscire assolutamente ermetiche ai gaz e di ermeticità duratura, sicchè un po' alla volta la pressione del gaz diminuirebbe, diminuendosi così, o rendendosi nulla, l'efficacia del getto dalla valvola.

La fig. 33 rappresenta l'impianto di una canalizzazione di sicurezza provvista di valvole irroratrici automatiche e crediamo utile di riprodurre le norme adottate dalle compagnie di assicurazione americane, inglesi e tedesche, al fine di ottenere la riduzione del premio di assicurazione.

1° Ciascuna parte combustibile di ogni costruzione, provvista di estintori automatici, deve essere protetta nella maniera seguente, e, salvo quanto in appresso è previsto, tutte le parti combustibili di ciascuna costruzione comunicante con essa, in modo diverso che con doppie porte di ferro, o contigue e non aventi un muro comune alto fino al soffitto, devono essere protette nella medesima maniera.



T, Rubinetto di scarico e di prova.
 U, Manometri.
 V, Campana di allarme.
 W, Tubo alla campana di allarme.
 Y, Estintore portatile « Simplex ».
 Z, Il « Grinnell » in funzione.

A, Alimentazione dalla condotta d'acqua cittadina.
 A', Valvola di contro-pressione.
 B, Alimentazione dalla pompa d'incendio.
 B', Valvola di contro-pressione.
 C, Alimentazione dal serbatoio.
 C', Valvola di contro-pressione.
 D, Serbatoio.
 D', Sforatore e vuotatura del serbatoio.
 E, Alimentazione del serbatoio.
 E', Rubinetto di arresto sull'alimentazione del serbatoio.
 F, Rubinetto galleggiante.
 G, Indicatore.
 H, Pompa d'incendio.
 K, Saracinesca di arresto sui raccordi della pompa.
 M, Valvola di ritenuta.
 N, Cestello a griglia.
 P, Aspirazione della pompa.
 R, Valvola di allarme.
 S, Saracinesca di arresto principale.

Fig. 33. — Veduta dell'impianto e funzionamento di estintori « Grinnell ».

Quando un'officina comunica per mezzo di un'apertura non protetta da porte di ferro con una tettoia contigua avente un solaio incombustibile, nel quale si effettuano soltanto operazioni di non serio pericolo, come a dire operazioni successive alla filatura, esclusa l'essiccazione con calore artificiale, tale tettoia sarà ritenuta come sufficientemente protetta se uno o parecchi estintori si troveranno collocati nella tettoia in prossimità dell'apertura.

2° Gli spazi esistenti tra il soffitto e il tetto del fabbricato devono essere protetti, e gli estintori seguire la pendenza del coperto.

3° Gli estintori del modello approvato dal Comitato, devono essere convenientemente fissati sulla condotta distributrice dell'acqua nel seguente modo:

Nei molini da grano gli apparecchi non devono essere spazati più di m. 2,50 e quelli presso i muri e le travi maestre dei soffitti non dovranno esserne discosti più di m. 1,25. Dovrà esistere un estintore per ogni m² 6,25 di superficie.

Negli altri casi gli estintori non devono essere spazati più di 3 metri e quelli presso muri o travi maestre più discosti di m. 1,50. In casi speciali le distanze di m. 3,50 fra due estintori e di m. 1,75 dai muri e travi maestre potranno tollerarsi a condizione che vi sia un estintore per ogni m² 9 di superficie del pavimento.

Dove il soffitto è formato da campate di m. 3 da asse a asse, deve esistere una fila di estintori lungo l'asse longitudinale di ciascuna campata e la distanza fra l'uno e l'altro non dovrà eccedere i 3 metri.

4° Ciascun montacarichi, elevatore, scivolone, congegno di corde o di cinghie e d'ingranaggi nell'interno delle costruzioni deve essere protetto con estintori.

Nei molini da grano deve esservi almeno un estintore, di tipo approvato, in testa a ciascun condotto delle polveri e nella gabbia di ciascun elevatore, collocato in modo da comandare la parte superiore e i due montanti dell'elevatore.

5° È indispensabile che ciascun impianto di estintori sia provvisto di due alimentazioni separate e sufficienti, sempre disponibili, e che una di esse abbia un esito pressochè illimitato.

Nel caso in cui una delle due alimentazioni provenga dall'acqua potabile cittadina, è necessario che la pressione permanente al livello dell'estintore collocato nella parte più alta del fabbricato sia almeno di m. 7. In ciascun impianto vi dev'essere un serbatoio sempre disponibile per l'alimentazione immediata degli estintori, salvo nel caso:

a) dove vi sono due alimentazioni separate e pressochè illimitate, di cui ciascuna, giorno e notte abbia la pressione prescritta;

b) dove una delle alimentazioni proviene dall'acqua cittadina e l'altra da una pompa automatica di tipo approvato, attingendo l'acqua da una sorgente pressochè inesauribile.

Il serbatoio non sarà accettato come una delle due alimentazioni citate quando non abbia la seguente capacità

c) di 22.720 litri almeno, allorchè gli estintori di un locale o in locali corrispondenti di fabbricati contigui non siano in numero inferiore di 150;

d) di 28.530 litri almeno quando gli apparecchi non sono più di 200;

e) di almeno 34.000 litri per un numero di apparecchi superiore a 200;

f) di 400 litri almeno per ciascun estintore, per il più gran numero di estintori di un locale o di locali corrispondenti di fabbricati contigui, allorchè il numero di apparecchi non oltrepassa 50; ma in nessun caso il serbatoio avrà una capacità minore di 12.000 litri.

L'altra sorgente dovrà essere quasi inesauribile. Ogni serbatoio di capacità minore di quella indicata, non può essere considerato come una delle due sorgenti di alimentazione.

6° L'acqua della condotta cittadina, usata come una delle due sorgenti, deve essere portata nei fabbricati mediante una condotta allacciata direttamente alla canalizzazione stradale. Detta condotta, munita di chiave d'arresto, dovrà esclusivamente essere adibita al servizio d'incendio.

7° Il fondo del serbatoio dovrà essere almeno a m. 4,65 sopra l'estintore più elevato.

Il serbatoio sarà tenuto costantemente pieno, a meno che la sua capacità sia superiore ai bisogni degli estintori. In tal caso l'eccedenza potrà servire ad altri usi, a condizione che la presa dell'acqua sia collocata a una tale altezza sopra il fondo del serbatoio che il contenuto di questo non possa mai in nessun caso ridursi a una quantità inferiore a quella prescritta per gli estintori.

Il serbatoio dovrà essere provvisto di indicatore di livello ed essere ripulito almeno una volta per trimestre, e precauzioni speciali si dovranno prendere per impedire il congelamento dell'acqua. Nei fabbricati non riscaldati e dove il gelo potrebbe far sentire il suo effetto, l'impianto degli estintori si farà sopra una canalizzazione ad aria compressa.

8° Là ove pompe a vapore o a trasmissione sono ammesse come mezzi di alimentazione, una forza motrice qualsiasi deve essere in ogni momento disponibile. Se la pompa è automatica, essa deve mantenersi in movimento, in modo da fare uno o due giri al minuto. Le pompe devono avere la

capacità sufficiente per la buona alimentazione degli estintori e deve garantirsi nella polizza che una forza sufficiente per azionare le pompe a una pressione efficace sarà disponibile in ogni momento durante tutto l'anno.

9° Due manometri almeno devono essere fissati su ciascun impianto per indicare la pressione dell'alimentazione, uno sopra la valvola di allarme e l'altro al disotto delle valvole di allarme e di arresto.

10° Una chiave di arresto dovrà servire a interrompere tutta l'alimentazione dell'impianto. Tutte le alimentazioni devono riunirsi dietro la chiave di arresto della condotta: ciononostante il tubo premente di una pompa non automatica potrà essere collegato in un punto qualunque alla canalizzazione se ciò fosse vantaggioso.

Ciascun tubo dev'essere provvisto di una valvola di contro-pressione. La chiave di arresto della condotta sarà collocata presso il suolo e convenientemente al riparo da illecite manovre, ma però facilmente accessibile alle persone autorizzate. Con apposito congegno dovrà potersi mantenere aperta.

Robinetti o valvole d'arresto ausiliarie non sono permesse su nessun tubo di alimentazione salvo che sui tubi delle pompe non automatiche.

11° Un tubo di condotta deve essere fissato a partire dalla valvola di arresto, per alimentare i tubi distributori in ciascun locale del fabbricato.

Le dimensioni minime del tubo devono essere determinate dal maggior numero di estintori di un sol piano, o dei piani corrispondenti dei fabbricati vicini, secondo il seguente specchio:

Numero di estintori	Dimensione dei tubi
1	20 millimetri
3	25 »
5	30 »
9	35 »
14	40 »
18	45 »
28	60 »
46	70 »
73	80 »
115	100 »
125	110 »
150	125 »
200 e più	150 »

12° I suddetti tubi devono servire esclusivamente per l'alimentazione degli estintori e per il segnale d'allarme. L'uscita del robinetto d'allarme dovrà avere un diametro di mm. 12.

13° Dove il numero degli estintori eccede 200 in un medesimo piano i tubi di alimentazione saranno almeno due. Allorchè i locali da proteggere sono molto vasti si ricorrerà a due e anche a più impianti distinti.

14° Ciascun impianto sarà munito di un segnale di allarme approvato, funzionante contemporaneamente a uno degli estintori. Detto segnale dovrà essere convenientemente protetto e provato a epoche abbastanza vicine.

15° Gli apparecchi automatici non sono destinati a sostituire gli altri mezzi e attrezzi di estinzione che possono esistere nelle officine, attrezzi che dovranno conservarsi in buon stato di funzionamento.

Abbiamo riprodotto queste norme poichè l'architetto nel progettare un fabbricato ne tenga conto insieme con quelle relative ai mezzi preventivi già esposti, essendochè è bene che nel progetto stesso apparisca già indicata tutta la rete delle canalizzazioni di soccorso affine di lasciare già in costruzione attraverso muri, pareti e solai tutti i fori per passaggi di tubi, gli attacchi di questi nei soffitti, ecc., risparmiando così il tempo e le spese che occorrerebbero per la loro esecuzione a fabbrica compiuta.

8) ESTINZIONE COLL'ACQUA IN FORMA DI PIOGGIA O DI GETTI. — La pioggia d'acqua invece di essere ottenuta con gli avvisatori-estintori di cui si è detto, può essere fornita da una tubazione bucherellata nella quale si immette l'acqua nel momento

in cui l'avvisatore ha dato l'allarme. Di un impianto simile si provvide la filatura di cotone a Lowell negli Stati Uniti fin dal 1845. Sotto il soffitto corrono dei tubi orizzontali distanti m. 2,50 l'uno dall'altro con diametro decrescente da cm. 4 a 2; i fori sono di mm. 2 e distanti fra loro cm. 48. L'acqua uscendo dai fori con forza è spinta contro il soffitto da cui ricade in pioggia. In un minuto si può avere nel locale un'altezza d'acqua di cm. 1, ciò che equivale a un forte acquazzone. Questo sistema si diffuse in America ed ha fatto buona prova in molti casi di inizio di incendio. Per non allagare anche i locali che non ne hanno bisogno, gli avvisatori devono essere tali da indicare il luogo in cui si è manifestato l'incendio, e nel locale in cui si ricevono i richiami di tutti gli avvisatori devono esservi i robinetti di manovra della tubazione corrispondente al locale indicato dall'apparecchio avvisatore. Il sistema apparisce più complicato e meno pronto di quello degli avvisatori-estintori automatici. Questo sistema di pioggia fu usato anche nei sipari di sicurezza nei teatri, come diremo trattando appunto dei luoghi di pubblico spettacolo.

L'acqua è certamente un mezzo sicuro per spegnere il fuoco, ma dev'essere in quantità sufficiente giacchè se è scarsa invece di spegnere le fiamme le alimenta, fornendo ossigeno alla combustione. Perciò l'acqua non deve colpire soltanto la fiamma ma l'oggetto infiammato, e quindi si usa tanto per spruzzare gli oggetti in combustione quanto per impedire che altri siano attaccati dal fuoco. Considerata perciò la necessità di abbondanza dell'acqua e che gli estintori automatici sono sufficienti soltanto quando l'incendio è incipiente, oppure nel caso di un incendio limitato, si ricorre ai getti d'acqua sotto pressione, ottenuti mediante *tubi flessibili* o *canne* di tela o di gomma o di cuoio provviste di *lancia*, che si avvitano a bocche di presa, dette *idranti*, fissate sopra una condotta principale e magari agli ordinari robinetti, purchè provvisti di appositi attacchi a vite.

La fig. 34 rappresenta un idrante per condotta di grande portata a piccola pressione. Le bocche si devono collocare nei luoghi meglio sicuri dal fuoco, tanto all'esterno del fabbricato quanto nell'interno e in modo che colle canne e coi getti si possano raggiungere le varie parti del fabbricato. Ordinariamente negli edifici a più piani si collocano nel corridoio presso il pianerottolo della scala, se questa è di pietra e se la sua gabbia è disposta e costituita in modo da essere al riparo dal fuoco. Le canne generalmente sono di canapa, ma nelle officine si preferiscono quelle di cuoio e nelle case di abitazione di gomma. La canna, lancia e condotta d'acqua possono lasciarsi libere, oppure le prime racchiuse arrotolate entro una nicchia della muratura a fil di muro chiusa con chiave. L'attrezzo si rende visibile provvedendo lo sportello di lastra di vetro, che si spezza al momento di dover servirsi della canna: però può avvenire che le schegge di vetro danneggino la canna. È quindi preferibile un armadio chiuso a chiave, la quale si custodisce in una piccola nicchia vicina, chiusa da vetro. Se la grossezza del muro non è sufficiente per contenerci la canna, la lancia e il robinetto dell'idrante, si ingrandisce formandovi davanti una bussola di legno (fig. 35 *a...d*). La canna è disposta arrotolata sul fondo della cassa, che al pari del coperchio è provvisto di piccoli fori per l'aereazione.

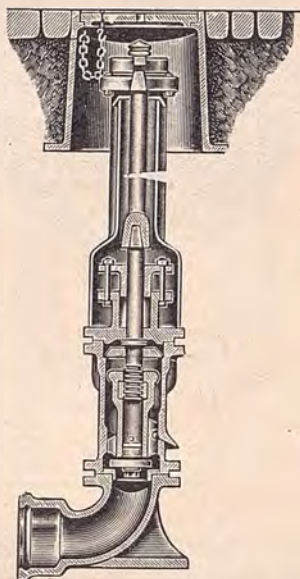


Fig. 34. — Idrante.

Il modo di avvolgimento dei tubi in un impianto fisso non è indifferente, poichè è necessario che lo svolgimento si faccia il più rapidamente possibile ed evitando che il tubo si schiacci, specialmente quando è di canapa. È raccomandabile l'avvolgimento in doppia spirale, o a otto o per sovrapposizione (fig. 36) che permet-

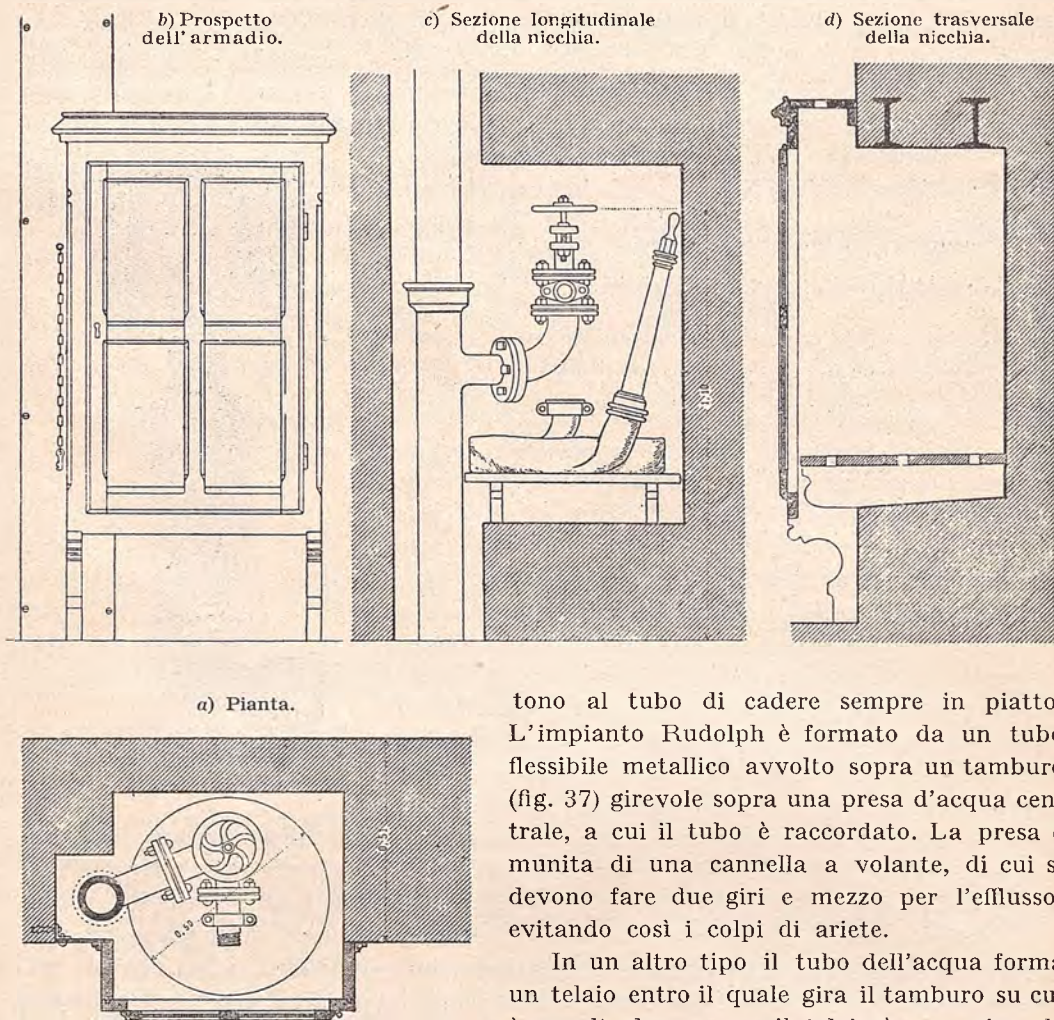


Fig. 35 a... d. — Canna e lancia da incendio entro nicchia a armadio.

tono al tubo di cadere sempre in piatto. L'impianto Rudolph è formato da un tubo flessibile metallico avvolto sopra un tamburo (fig. 37) girevole sopra una presa d'acqua centrale, a cui il tubo è raccordato. La presa è munita di una cannella a volante, di cui si devono fare due giri e mezzo per l'efflusso, evitando così i colpi di ariete.

In un altro tipo il tubo dell'acqua forma un telaio entro il quale gira il tamburo su cui è avvolta la canna e il telaio è pure girevole lateralmente. Se la canna è di canapa il tamburo è formato da un telaio a croce (fig. 38). In questi tipi le canne sono già fissate all'idrante ma possono anche esserne staccate come indica la fig. 39. È però sempre preferibile il sistema in cui la canna è già fissata all'idrante, come nei tipi precedenti e in quello Moormann (fig. 40 a, b, c, d).

Aperto il robinetto *a* l'acqua in pressione entra dall'apertura *b* nella camera *c*, che contorna il robinetto e da essa arriva nella canna flessibile dal tubo ricurvo *g*. L'involucro *C* è chiuso a tenuta d'acqua da una parte dal risalto anulare *e* e dall'altra dal bossolo *f*. Il tamburo consta di un nocciolo formato di tavole di legno inchiodate insieme e lateralmente da due telai circolari di lastra di ferro sottile. Subito dopo adoperata la canna, la si avvolge intorno al tamburo, dopo averla fatta scolare e la si avvita

all'idrante affinchè sia pronta in altra occasione. Le canne si scolano sospendendole per qualche tempo per es. in una gabbia di scala lasciandole pendere per tutta la loro lunghezza, oppure si fanno scorrere su e giù sopra una doppia serie di piuoli, come indica la fig. 41.

Le canne flessibili inventate nel 1672 da *Jan van der Heide*, sono

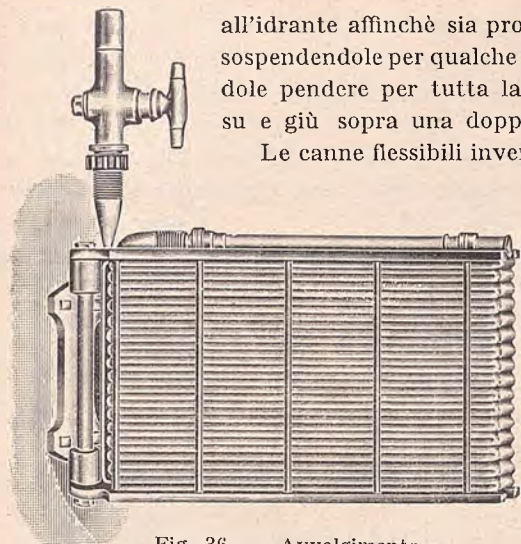


Fig. 36. — Avvolgimento di canna da incendio ripiegata orizzontalmente.

di due sorta: di aspirazione e di pressione o di getto. Le prime sono di canapa, di guttaperca e anche di cuoio. Per impedire che ai primi colpi di pompa l'aria esterna appiattisca la canna, questa la si rinforza con spirali di fili di ottone, o anche di ferro, sia internamente, sia esternamente. Per le canne di cuoio si usa di preferenza pelle di vaccina.

Le canne di aspirazione terminano in una testa metallica di lamiera o di ghisa, che contiene una valvola sotto cui sta una lamiera bucherellata per trattenere le impurità, e se l'acqua contiene molte materie in sospensione, si applica a detta testa una specie di cestello di vimini, o anche di rete metallica.

Le canne di pressione o di getto hanno ordinariamente un diametro di mm. 40 ÷ 50. Si fanno di canapa gommata, poichè quelle di canapa semplici o doppie di materiale greggio non sbiancate lasciano sempre trapelare un po' d'acqua. I tubi di gomma soffrono assai quando sono esposti a un forte calore e perciò non sono raccomandabili. I bocchettoni o raccordi, che come si disse prima, servono per congiungere i vari pezzi di canna devono avere lo stesso calibro e passo di vite di quelli della condotta cittadina potendosi così all'occorrenza adoperare anche le canne che servono per i servizi della città. Vi sono dei raccordi senza vite (fig. 42 *a, b* e 43), coi quali la congiunzione si fa istantaneamente, e raccordi con due robinetti (fig. 44).

Il tubo di getto, o lancia, è di ottone fuso o di lamiera di rame, non ha meno di cm. 30 di lunghezza ed è di forma conica (fig. 45 *a, b*). Colla vite dell'estremità più

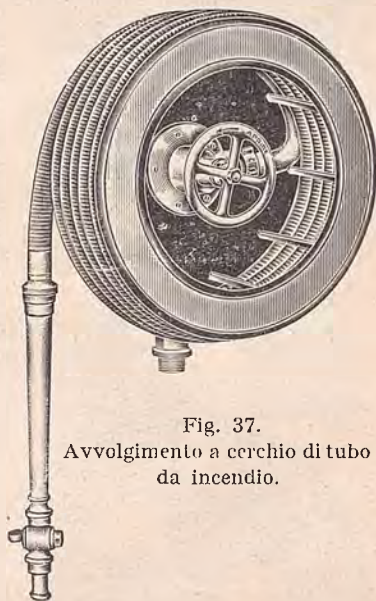


Fig. 37. Avvolgimento a cerchio di tubo da incendio.

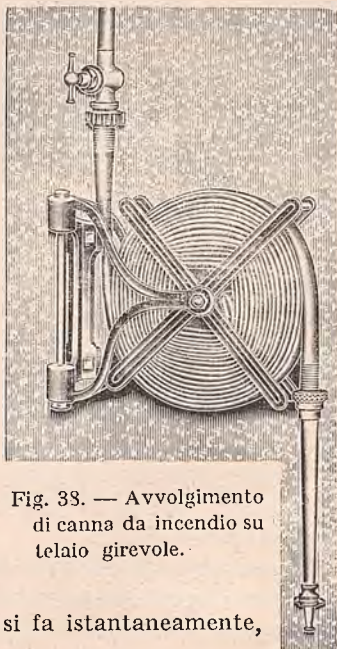


Fig. 38. — Avvolgimento di canna da incendio su telaio girevole.

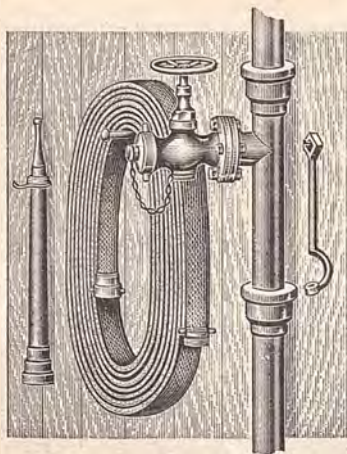


Fig. 39.
Canna staccata dall'idrante.

larga si fissa alla canna mentre all'estremità opposta si avvita l'ugello, il quale può fornire un getto a colonna o un getto a ventaglio mediante il movimento di apposita targhetta o di speciale ugello (fig. 46). Il getto a ventaglio si usa specialmente quando non si voglia danneggiare oggetti che lo sarebbero dalla forza del getto a colonna.

Le canne di circa 10 metri di lunghezza si possono avvitare rapidamente fra di loro mediante i bocchettoni di cui sono munite, potendosi così allungare le canne quanto occorre. Se la pressione dell'acqua è sufficiente per farla giungere fino al coperto, allora nel sottotetto si stabiliranno pure bocche di presa, purchè l'acqua sia debitamente riparata dal gelo. Nell'incendio di Acquisgrana del 1883 la salvezza della città dipese dal fatto di aver potuto collegare i tubi di gomma cogli idranti più elevati, così da difendere dal fuoco la superficie superiore dei tetti.

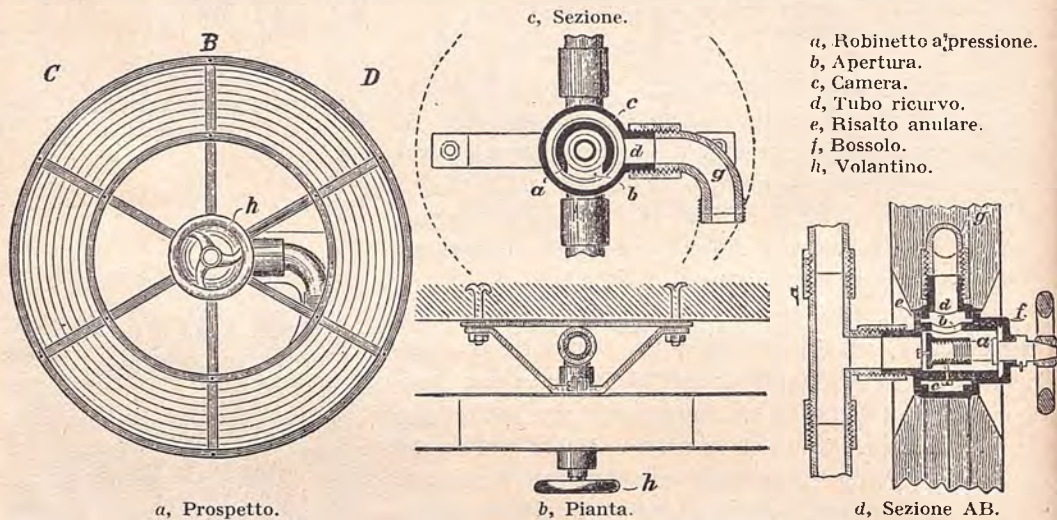


Fig. 40 a, b, c, d, — Avvolgimento tipo « Moormann ».

Ove non si dispone di una condotta d'acqua in pressione si dovrà stabilire a ogni piano dei serbatoi da riempire mediante pompa, attingendo l'acqua da pozzi. Quando gli edifici sono molto alti cosicchè la pressione dell'acqua non sia sufficiente per lanciarla fino alla parte più alta del fabbricato, è necessario ricorrere a serbatoi disposti il più alto possibile, i quali si riempiono mediante successive pompe, e anche raccogliendovi l'acqua proveniente dai tetti.

Intorno a un fabbricato vi devono sempre essere degli idranti, e così pure nei cortili, affine di poter attaccare l'incendio dall'esterno. Per questo sono assai utili i poggiuoli sulle facciate esterne, perchè i pompieri sollevandosi colle loro scale, o con scale fisse esterne già predisposte per tale scopo, possono con maggior sicurezza maneggiare le lance da incendio e dominare gli interni focolari.



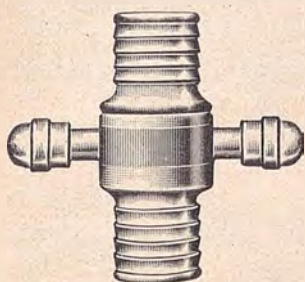
Fig. 41.

Aggiungendo delle sostanze chimiche all'acqua si può aumentare di molto le sue qualità ignifughe. L'effetto della pompa Ludin e C. di Stoccolma è nove volte maggiore quando all'acqua si aggiunga una miscela di sostanze inorganiche, che hanno la proprietà di impregnare le sostanze in combustione e di sviluppare sotto l'azione del calore dei gaz che estinguono le fiamme. Con-

simile è l'effetto della miscela di sostanze inorganiche detta « Pirocid » la quale contiene del cloruro di calce che serve ad incrostare gli oggetti in combustione.

Se la pressione dell'acqua nella condotta stradale non è grande, allora serve soltanto per riempire il corpo delle pompe da incendio, colle quali si ottengono i getti e siccome una pompa a vapore consuma $m^3 80 \div 90$ all'ora e una a mano $m^3 10$ e l'acqua della condotta stradale potrebbe non poter alimentare un gran numero

a) Chiuso.



b) Aperto.

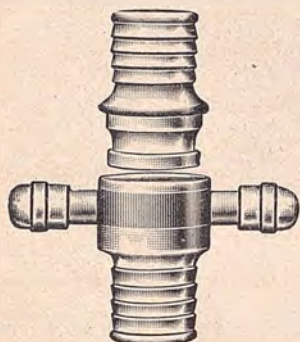


Fig. 42 a, b. — Raccordo senza vite.

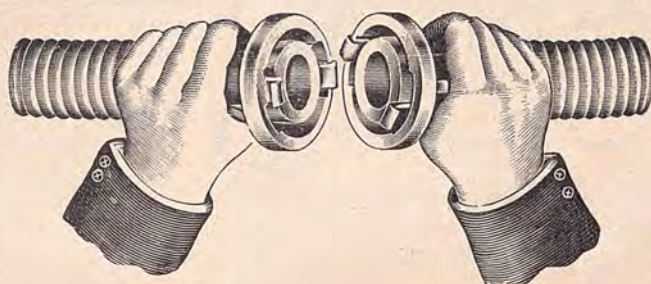


Fig. 43. — Raccordo doppio (Sforz).

di pompe è indispensabile ricorrere ai serbatoi elevati interni per la prima lotta contro il fuoco, e ad altri esterni, anche sotterranei, per l'alimentazione delle pompe. Si sono pure stabiliti dei serbatoi sotto pressione, come gli autoclavi, come fu fatto nel 1885 in tre teatri di Pietroburgo che erano capaci di alimentare per un quarto d'ora due getti di 12 mm. di apertura. In tal modo si può supplire alla deficienza di pressione della condotta stradale.

ε) ESTINZIONE COL VAPOR D'ACQUA. — Negli incendi in luoghi chiusi il vapor d'acqua offre pure un mezzo di spegnimento, poichè il getto di vapore scacciando l'aria necessaria alla combustione, sottrae alimento al fuoco. Waterhouse ha pel primo nel 1833 proposto questo mezzo, ma esso non impedisce al fuoco di « covare » cosicchè arrivandovi nuova aria, torna a divampare. Ove però si ha a disposizione del vapore e se ne possa usare prima dell'acqua, esso serve a rallentare l'azione del fuoco, e a permettere che gli altri mezzi più idonei, arrivino in tempo per spegnerlo. Quando esistono condotte di vapore per scopi diversi, ed anche soltanto per riscaldamento è opportuno disporre le cose in modo che dalle relative condotte si possa ottenere dei getti di vapore, i quali avranno effetto se le finestre sono chiuse ed i vetri non siano già spezzati dal calore o dal fuoco. Questo mezzo è quindi raccomandabile nel caso di incendio in sot-

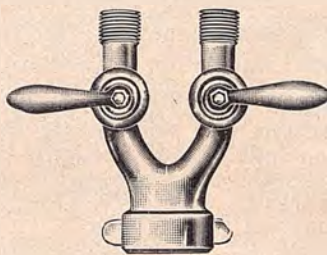


Fig. 44.
Raccordo con due robinetti.

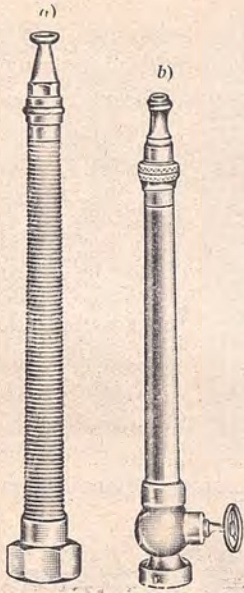


Fig. 45 a b. — Lancia per tubi e canne da incendio.

a) Lancia di ottone con piccola imboccatura mobile e guarnitura di funicella.
b) Lancia di latta con robinetto a valvola.



Fig. 46. - Ugello per getto d'acqua a ventaglio.

terranei, magazzini e laboratori chiusi. Non si deve però credere che una finestra od una porta aperta possano completamente neutralizzare l'effetto del vapore: si sono viste delle officine, le cui finestre erano state distrutte dalle fiamme, essere preservate da completa rovina dal vapore che sfuggendo dalle caldaie, riempiva i locali, ancorchè in gran copia si perdesse da quelle aperture.

L'architetto Chenevier, propugnatore del sistema dice: « Siccome l'acqua vaporizzandosi aumenta di circa 1700 volte in volume, ne risulta che un metro cubo di acqua, ridotto in vapore, basterebbe per riempire completamente la maggior parte delle attuali sale (teatrali) e che questo vapore avendo una tensione superiore a quella dell'aria, la sostituirebbe certamente, scacciandone fin la più piccola particella. Quando si pensa che le pompe a vapore proiettano 1500 litri di acqua per minuto e che il loro potente getto ha un'assai debole azione sui bracieri del genere di quelli dei teatri, si può domandarsi, se non sarebbe più sicuro e più economico, impiegare direttamente il vapore all'estinzione degli incendi piuttosto che la forza necessaria per elevare una grande quantità di acqua, i cui effetti sono altrettanto disastrosi quanto quelli del fuoco ».

Nella filatura di Linden si possono avere getti di vapore (prodotto da sei caldaie Cornovaglia con 30 Kg. di pressione) da 16 valvole, tirando apposite catene all'esterno del fabbricato. Tali prese di vapore si resero pure automatiche mediante la congiunzione dei tubi con brevi tratti di tubo formato da lega fusibile e riempiti in parte di resina per scacciare l'acqua di condensazione che impedirebbe la fusione.

Sembrerebbe però che pei teatri il sistema non sia del tutto raccomandabile perchè i getti di vapore produrrebbero una nebbia che impedirebbe al pubblico di vedere le uscite e d'altra parte se vi esiste la disposizione per l'aspirazione e lo smaltimento del fumo dall'alto, anche il vapore sarebbe aspirato e quindi ridotta a poco o a nulla la sua efficacia.

Φ) ESTINZIONE COI GAZ. — *Estintori.* Abbiamo già notato come nelle condutture degli avvisatori-estintori si possano immettere dei gaz incomburenti, ma essi sono soprattutto impiegati per i così detti *estintori*, portatili a spalla o a mano, nei quali si sviluppa specialmente acido carbonico. L' « Extinteur »

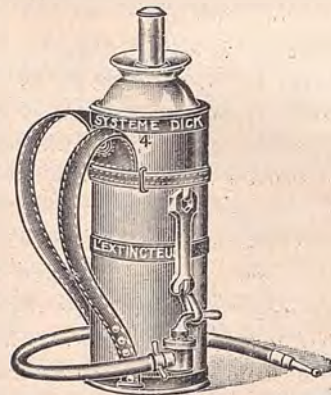


Fig. 47.
Estintore « Dick ».



Fig. 48.
Estintore « Minimax ».

inventato nel 1864 da *Vignon* e *Charlier* di Parigi è costituito da un recipiente di lamiera che si riempie di acqua e di sostanze producenti acido carbonico, il quale svolgendosi esercita una forte pressione sul liquido, che esce con forza da un robinetto e dal tubo di gomma ad esso unito e dalla relativa lancia. L'apparecchio si può portare sul dorso come uno zaino; con la mano sinistra si apre il robinetto e colla destra si dirige il getto.

Per sviluppare il gas si usa bicarbonato di soda e acido tartarico, oppure acido solforico. Nel recipiente contenente l'acqua col bicarbonato è di solito appesa una bottiglia, o altro qualsiasi recipiente, che contiene l'acido tartarico: al momento di servirsi dell'estintore si preme su un'asta, o un bottone superiore; la bottiglia si rompe e l'acido precipitando

dà luogo alla formazione dell'acido carbonico, che colla sua pressione spinge fuori dal robinetto il contenuto dell'estintore. La fig. 47 mostra l'estintore *Dick* portatile sul dorso e la fig. 48 il *Minimax* a mano. Di tali estintori esistono molti tipi, quali il *Fire queen*, il *Masciadri*, il *Popolare*, lo *Zenit*, il *Total* (automatico a secco), l'*Eia*, a cartuccia chimica, il *Self*, il *Knaust*, lo *Schmahl*, della capacità di litri 22 di liquido con bicarbonato, e contenente un bicchiere di acido solforico applicato al coperchio, rivestito di una foglia di piombo, che si rompe e lascia cadere l'acido nel liquido di bicarbonato.

I competenti in materia di incendi non danno alcun valore a questi estintori sia portatili a dorso, sia a mano, e tanto meno a questi ultimi che ritengono anzi più dannosi che utili, poichè creano una illusione pericolosa. E invero, sia per la scarsa portata del getto, che si dice possa arrivare fino a m. 10, ma in realtà non supera i 3 o 4 metri, sia per la poca quantità di liquido che il recipiente può contenere, sia perchè non sempre l'apparecchio funziona, a causa del molto tempo che può rimanere inoperoso, e infine perchè tali apparecchi devono essere maneggiati da persone abbastanza pratiche, essi non sono raccomandabili. Il Michotte

però asserisce che, sebbene l'estintore detto *Indistruttibile* non abbia maggior valore degli altri, ha però su di essi qualche vantaggio, e cioè di essere semplice, poco costoso, di maneggio niente pericoloso e di non mancare di funzionare nel momento opportuno. È rappresentato dalla fig. 49. Si compone di una boccia formata di due parti riunite da chiavarde, e nella quale entra un'asta C, sulla cui testa sporgente dalla boccia si dà un urto nel momento voluto. La estremità interna dell'asta colpisce un piccolo recipiente A ripieno dell'acido, che cadendo nel liquido di cui è

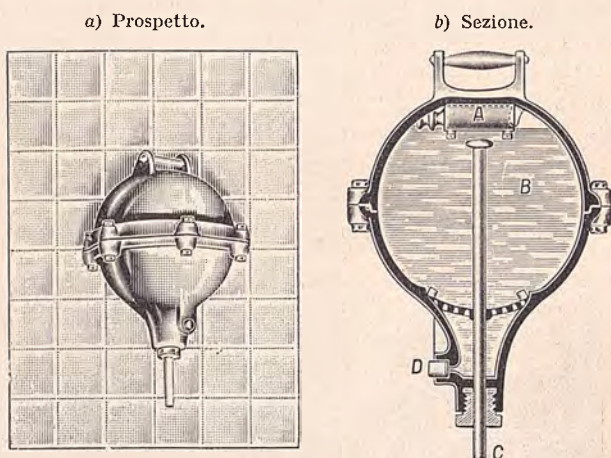


Fig. 49 a, b. — Estintore « Indistruttibile ».

A, recipiente per l'acido. — B, boccia. — C, asta per l'urto. D, bocchello.



Fig. 50.
Granata Hayward.

ripiena la boccia, produce la pressione necessaria a far uscire con forza il liquido stesso dal bocchello D.

Si sono anche fabbricate delle *granate a mano* da scagliare nel punto incendiato, e che rompendosi (giacchè sono come bottiglie di vetro sottilissimo) sprigionano dei gas, producenti una specie di nube artificiale che impedisce all'aria di arrivare all'oggetto incendiato. Tali sono le granate *Hayward* (fig. 50), le *Harden*, l'*Imperiale*, ecc. È facile comprendere come se ben poco utili possono essere gli estintori, ancora meno lo siano queste granate, talchè i più noti comandanti dei corpi di pompieri hanno dichiarato che dovrebbero essere proibite.

η) ESTINZIONE COLLA SABBIA. — Se sopra un focolaio si getta della sabbia, il fuoco si estingue. Si sono perciò costruite delle macchine che invece di acqua producono violenti getti di sabbia,



Fig. 51. — Effetti del gelo durante l'estinzione di un incendio. Le condutture elettriche sono piegate e spezzate dal getto delle pompe.

la quale è specialmente adatta per estinguere gli incendi di sostanze e di oggetti che l'acqua deteriorerebbe o renderebbe addirittura inservibili.

Non è il caso che ci soffermiamo a descrivere gli attrezzi e le macchine adoperate nell'opera di spegnimento e di salvamento: aggiungeremo però che quando in uno sta-

bilimento industriale od altro edificio si abbia a disposizione del vapore, si possono impiantare delle pompe a vapore fisse ad azione diretta, od anche delle pompe a getto di vapore (iniettore). In tal caso si dovrà progettare l'impianto delle pompe e delle condutture che esse devono alimentare, contemporaneamente all'edificio. Invece che col vapore vi sono pompe da incendio che funzionano con olio pesante, petrolio, elettricità. Quando gli incendi avvengono durante gli inverni molto rigidi, l'opera di spegnimento coll'acqua può essere molto ostacolata dall'agghiacciamento dell'acqua, specialmente se i getti incontrano condutture aeree, come si vede dalla fig. 51.

e) **Sicurezza dei fabbricati per abitazione, per alberghi e per ricovero.** — Evidentemente questi fabbricati saranno tanto più sicuri quanto più incombustibili saranno i materiali e i sistemi costruttivi usati per la loro costruzione. Di tali materiali e sistemi già trattammo, ma speciale attenzione dev'essere rivolta alla posizione e alla forma della scala e della sua gabbia, nonchè al numero delle scale quando si tratta di grandi fabbricati. Si è già accennato alla sicurezza delle scale, dai cui muri massicci, forati col numero minore di porte e sopraelevanti dal tetto circostante, si dovrà poter accedere al tetto, mediante una o due porte incombustibili, affinchè i pompieri, salendo al sicuro dalla scala, possano compiere le necessarie manovre sul tetto, specialmente

quando un incendio siasi manifestato nel sottotetto. Se il tetto è a falde inclinate ed è senza attico in gronda, sarà provvisto di un piccolo parapetto metallico, simile al taglianeve, formato da un traverso orizzontale, sostenuto a brevi distanze (un metro circa) da robusti sostegni. Esso servirà non soltanto come taglianeve, ma per impedire la caduta dal tetto dei pompieri e anche degli operai in occasione di riparazioni al coperto. Se le falde sono molto ripide, come nelle cupole e simili, si dovranno provvedere di scalette perchè pompieri ed operai possano compiere l'opera loro.

Nei grandi fabbricati, in cui vi siano numerosi alloggi, e specialmente quando si tratta di case di tipo economico ed operaio a piccoli alloggi, è necessario abbondare nel numero delle scale, cosicchè ogni gruppo di sei alloggi al massimo abbia una scala propria, sicura contro il fuoco. Oltre a ciò si dovranno evitare i ballatoi esterni, che dai vari alloggi conducono ad un'unica scala, e quei lunghi corridoi nei sottotetti che danno accesso a locali abitati, quali sussistono ancora nelle case di molte città, e che dovrebbero assolutamente abolirsi. Del resto la molteplicità delle scale nei grandi fabbricati con numerosi alloggi non è richiesta soltanto dalla sicurezza, ma anche da ragioni igieniche, sociali e di comodità. Sono da evitare quanto meglio è possibile le chiostrine o cortiletti, specialmente quando su di essi si aprono finestre di cucine, perchè in queste è più facile che avvenga l'incendio. Quando all'esterno delle pareti di tali cortiletti si dispongono quelle specie di grandi moscarole che servono da dispensini, esse dovranno costruirsi di ferro, munite di rete metallica a maglia fitta, la quale arretra le fiamme, e provvederne la parete interna di portella, sicura contro il fuoco.

Se le scale sono insufficienti di numero, o scarsa è la larghezza delle loro rampe, sarebbe conveniente disporre sui muri dei cortili, o cortiletti, in prossimità alla fila di finestre sovrapposte, delle scale metalliche fisse, incastrate nel muro. Esse servirebbero non soltanto pei pompieri, che negli stretti cortili non potrebbero portare le loro scale sviluppabili a carrello (1), ma anche per le persone che non potrebbero più fuggire dalle scale. Vi è l'inconveniente che tali scale sarebbero anche utili pei ladri, e perciò non si fanno scendere fino a terra, ma incominciare a circa 4 metri dal suolo. Si potrebbero anche fissare nei muri soltanto dei ganci, affinchè i pompieri vi appendano i successivi rami di scalette metalliche, che per le loro piccole dimensioni di lunghezza e larghezza possono portarsi anche nei più stretti cortiletti. Si potrebbe anche ricorrere alle scale a corda, formate con treccia di amianto, che ogni alloggio dovrebbe possedere, e tenere pronte vicino alle finestre dei cortili e cortiletti.

Nelle case molto alte, ove l'ultimo, o gli ultimi piani, superano l'altezza a cui può arrivare l'acqua in pressione delle condutture, è conveniente collocare nel sottotetto dei serbatoi d'acqua da riempirsi con pompa, la quale aspiri l'acqua dall'estremo a cui essa arriva in pressione, e ciò per spegnere un eventuale incendio del sottotetto dovuto al passaggio di canne da camino o a imprudenze, ecc. Tra i fabbricati molto alti sono da annoverare quelli detti « grattacielo », originari dall'America e che disgraziatamente si incomincia ad imitare anche da noi (mentre scriviamo (1932) sta sorgendo a Brescia un fabbricato di 15 piani). Diciamo disgraziatamente, poichè, oltre a essere contrari a condizioni di igiene e sociali, lo sono a quelle di sicurezza, tenuto conto della difficoltà di avere pressione sufficiente dell'acqua per farla giungere fino al sommo dell'edificio, e del pericolo che presentano gli eventuali interni cortiletti, le gabbie degli ascensori, o simili alti vani formanti camino di aspirazione per le fiamme e il fumo, come già dicemmo a pag. 6.

(1) V. vol. I, p. I, cap. I, E (Lavori provvisionali).

Nei riguardi della sicurezza si deve poi fare una distinzione fra le case addossate l'una all'altra e quelle isolate, come palazzine, ville, piccole case economiche. Le prime poi contengono abitualmente al pianterreno negozi e magazzini, in cui si trovano materie infiammabili, sicchè in esse non soltanto l'incendio è sempre latente, ma vanno soggette ai danni prodotti da scoppi. È inutile in proposito far citazioni, perchè si può dire che tutti i giorni le gazzette danno notizia di disastri dovuti appunto alla presenza di detti negozi e magazzini. Sarebbe quindi necessario che appositi regolamenti proibissero ai proprietari di case, di accogliere nel proprio stabile simili negozi e depositi, quando muri, pareti, soffitti, ecc. non fossero stati costruiti incombustibili e tali da resistere anche a uno scoppio di potenza limitata, per il che deve essere consentita soltanto una determinata quantità di materie atte a produrlo, e non fossero prese tutte le precauzioni contro il fuoco, specialmente dei focolari (panetterie, pasticcerie e simili) e dei sistemi di illuminazione. Abbiamo descritti i materiali e i sistemi costruttivi atti ad evitare incendi, e quindi l'architetto chiamato a progettare uno stabile, che dovesse contenere negozi e magazzini pericolosi (1), dovrà, anche a costo di lottare colle idee economiche del proprietario, e in mancanza di appositi regolamenti, adottare detti materiali e sistemi, poichè a lui si può far risalire la responsabilità pei danni e per la perdita di vite umane, in dipendenza dalla sua imperizia, o condiscendenza. Alla ostinatezza di un proprietario ignorante o incosciente, l'architetto deve tentare di opporre tutti i mezzi persuasivi, e in caso di non riuscita, rinunciare al lavoro, lasciando ad altri di assumersi la responsabilità di far cosa contraria alla sicurezza. Questo vale specialmente quando si tratta di una casa che dev'essere addossata ad altre, per evitare che essa si incendi in conseguenza dell'incendio di una delle adiacenti. Se queste non sono sicure contro il fuoco, l'architetto di detta casa dovrà adottare i migliori mezzi di isolamento dalle case vicine, sia mediante muri incombustibili addossati a quelli perimetrali di esse, sia prolungando i muri stessi sopra il coperto come i muri tagliafuoco, in modo però da permettere ai pompieri di poter accedere al tetto della vicina casa incendiata, al quale essi non potrebbero pervenire se non dalla casa ancora incolume.

I frequenti incendi e scoppi non hanno sufficientemente persuaso ingegneri, architetti, costruttori e autorità della assoluta necessità di costruire con tutte le norme suggerite dal buon senso e dalla esperienza, e di adottare tutti i provvedimenti atti a impedire un incendio e a soffocarlo quando, nonostante l'adozione di quelle norme, esso abbia potuto manifestarsi, giacchè, come vedemmo, le cause d'incendio sono molteplici e non è sempre possibile eliminarle tutte.

Per le palazzine, le ville, le case operaie ed economiche delle città-giardino, anche se addossate, così da formare piccoli blocchi, i pericoli d'incendio sono evidentemente molto minori, sia per effetto dell'isolamento, sia per il piccolo numero di abitanti, ma non per questo l'architetto potrà esimersi dall'adottare materiali e sistemi costruttivi contro il fuoco, ciò che in tali casi riesce anche più facile (2). Alla economia costruttiva

(1) Nel luglio 1931 si manifestò un gravissimo incendio in un palazzo della centralissima Via XX Settembre a Genova a causa dell'accensione di pellicole cinematografiche dell'Ente Nazionale del cinematografo, contenute in locali del palazzo. Le fiamme, divampate altissime, raggiunsero in breve una vicina rimessa di automobili, incendiandola. La gigantesca fiammata fece scoppiare parte delle tubazioni di gas, che propagò l'incendio rapidamente, il quale cagionò parecchi feriti, anche gravi.

(2) Nel novembre 1931, a Varsavia, in una casa operaia della periferia si manifestò un incendio causato dallo scoppio di un recipiente di benzina, tenuto nell'alloggio di un conducente d'automobili. L'incendio causò la morte di cinque persone e ustioni gravi ad altre.

che potrebbe derivare da sistemi più economici di quelli atti alla sicurezza (ad es., solai di legno invece di cemento armato) si devono contrapporre i danni che deriverebbero da un eventuale incendio e la probabile perdita di vite umane. Non si sarà quindi mai abbastanza insistito sulla obbligatorietà che ha l'architetto di progettare e di far costruire in modo sicuro contro gli effetti del fuoco.

Nelle case a varf piani, per le quali le canne dei focolai di locali sovrapposti restano vicine fra di loro entro i muri, le canne saranno separate da almeno un mattone posto di piatto, come indica la fig. 52. Meglio se le canne sono formate con pezzi speciali di materiale refrattario (fig. 53), le quali si puliscono bene con spazzoloni cilindrici (fig. 54).

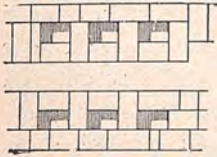


Fig. 52.
Canne da camino
in serie.

I castelli, generalmente costruiti con grossi muri, per cui si riterrebbero sicuri contro il fuoco, vanno invece pure soggetti all'incendio, soprattutto perchè hanno di solito solai e tetti di legname, sebbene però in molti di essi si veda usata la costruzione a vólta. Un esempio è dato dal grande

incendio del Castello vecchio di Stoccarda (dicembre 1931), che costituiva una delle più spiccate caratteristiche della città, e conteneva preziosi affreschi, soffitti di stile barocco, mobili antichi di grande valore, la biblioteca del Presidente dello Stato del Württemberg, con documenti e autografi importanti. L'incendio, che parve indomabile, durò parecchi giorni, costò la vita a tre pompieri e 52 furono i feriti gravi.

Nei fabbricati per case d'abitazione non dovranno mancare bocche da incendio opportunamente disposte nell'interno. Le esterne sono nella strada pubblica, ma se la casa ha un giardino, ciò che avviene specialmente per le case isolate, potranno servire per le bocche esterne quelle di anaffiamento del giardino, così fatte e disposte che possano servire al doppio uso.

Nei riguardi della sicurezza contro il fuoco gli alberghi (1) sono paragonabili alle case di abitazione: però per essi i pericoli d'incendio sono minori, poichè il numero dei focolari (si allude alle costruzioni moderne) è limitato a quelli delle cucine, e al focolare dell'impianto di riscaldamento ad acqua calda o a vapore.

Anche i collegi sono paragonabili agli alberghi, ma sarebbe bene che, oltre alle scale e ai discensori, vi fossero attrezzi di salvamento, quali corde a nodi, scale di corda, sdruccioli e simili, al cui uso gli allievi fossero addestrati per valersene con sicurezza in caso di bisogno. Lo stesso dicasi per le case di correzione, ricoveri per minorenni, asili notturni (2)

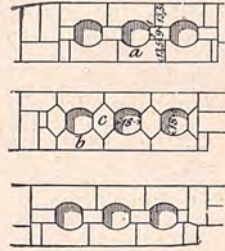


Fig. 53. — Canne da camino in serie, formate con pezzi speciali di materiale refrattario.



Fig. 54.
Spazzolone per la pulitura delle canne da camino.

(1) A Roma, nel dicembre 1905, prese fuoco il tubo di legno che serviva al contrappeso dell'ascensore dell'albergo *Pace*, e l'incendio si estese a tutte le stanze prossime al pozzo dell'ascensore. A Montreux nel gennaio 1911 un grave incendio, originatosi nel sottotetto, distrusse il *Grand Hôtel Continental*.

(2) Nel novembre 1905 scoppiò l'incendio nell'*Asilo notturno* di Glasgow, composto di quattro piani e sottotetto abitato. Vi erano ricoverate 368 persone, di cui 39 morirono carbonizzate. Le fiamme e il fumo invasero corridoi e scale, sicchè i ricoverati dei primi tre piani riuscirono a salvarsi, ma non quelli del quarto, e quelli del sottotetto fuggirono sui tetti.

e altri ricoveri del genere, quali gli orfanotrofi (1). Se le precauzioni per la sicurezza devono adottarsi in modo sufficiente per le case di abitazione e per gli alberghi, dovranno essere sovrabbondanti per ospizi, prigioni, ospedali, manicomî, case di cura e simili, poichè i ricoverati o sonó ammalati, e quindi impotenti a muoversi e a fuggire in caso d'incendio, o sono chiusi in celle, epperciò nell'impossibilità di uscirne per porsi in salvo. Oltre costruire tali fabbricati con materiali e sistemi sicuri contro il fuoco, si dovrà quindi provvedere all'adozione dei mezzi più adatti per favorire il salvamento delle persone impossibilitate a muoversi, o poste in condizione di non trovare più una via di scampo (2).

Nelle case di abitazione basta che ogni gabbia di scala abbia una *diretta uscita* all'esterno, o sbocchi in un breve androne con uscita sulla via o su un cortile, quando però questo non sia chiuso, ma abbia a sua volta un abbastanza largo androne sboccante sulla via. Gli alloggi a pianterreno avranno pure uscita diretta o sui cortili o su androni.

Per gli alberghi e i simili edifici di cui sopra, aventi generalmente rilevante estensione e parecchi piani, si dovrà abbondare nelle vie di scampo, cioè: corridoi, scale, uscite dirette all'esterno. Si è stabilito che occorrono almeno:

- m. 0,70 di larghezza per ogni 100 persone fino a 500 in tutto;
- » 0,50 di maggior larghezza per ogni 100 persone, oltre le 500, da 500 a 1000;
- » 0,30 » » » » » eccedenti le 1000.

Così, per es., per 1200 persone occorrerà almeno una larghezza di uscite e scale di m. $0,70 \times 5 + (0,50 \times 5) + (0,30 \times 2) =$ m. 6,60.

I corridoi non dovrebbero avere larghezza minore di m. 2,50, le scale di m. 1,30. Soltanto quando in detti edifici vi sia un locale con tribune (come sale di audizione per insegnamento o per concerti, palestre e simili), si potrà limitare a m. 0,90 la larghezza delle rispettive scale. In quanto all'alzata e alla pedata, converrà non superare i 17 cm. di alzata per le scale ordinarie e 19 per quelle delle tribune. Di regola per più di 300 persone si devono avere almeno due scale e uscite, per più di 800 tre, possibilmente non dallo stesso lato. Le porte interne ed esterne dovranno sempre aprirsi verso l'esterno. (Più avanti, trattando dei locali di riunione e di spettacoli, torneremo sull'argomento).

A un grave pericolo sono esposte le case e tutti i fabbricati in genere che prospettano vie ristrette, e che sono a parecchi piani, a causa della difficoltà di manovra dei pompieri e della facilità con cui uno stabile incendiato incendia quelli che gli stanno di fronte, o intorno (3). Perciò nei piani così detti di *sventramento e regolatori* delle città, come pure negli ampliamenti di esse, non si dovrebbero mai progettare strade meno larghe di 8 metri, indipendentemente dalle condizioni imposte dai regolamenti, da quelle igieniche (orientazione, altezza delle case, altezza dei piani, ecc.).

La distruzione di intieri villaggi e di intieri quartieri di città è avvenuta molto spesso non soltanto per l'addossamento dei fabbricati fra di loro, ma anche per la ristrettezza delle vie. Torna qui a proposito di ricordare gli incendi avvenuti nei quartieri costruiti con baracche di legno, o nella cui costruzione predomina il legno, dei paesi

(1) Nel dicembre 1906 l'incendio si manifestò nel Conservatorio delle Orfanelle, allogato nel convento di Santa Chiara a Taranto. Una giovanetta morì per asfissia.

(2) Nel dicembre 1919 si manifestò un gravissimo incendio nella divisione chirurgica dell'ospedale di Verona, e nel marzo 1930 ne scoppiò un altro spaventoso nel penitenziario centrale statale dell'Ohio (America), pel quale trovarono la morte 311 detenuti e ne rimasero feriti 250.

(3) Quando nel 1906 si incendiò la chiesa di Amburgo, il fuoco, specialmente per la caduta della guglia, si estese alle quattro strade circostanti e in breve incominciarono a bruciare venti fabbricati, di cui dodici andarono distrutti.

colpiti da terremoti; incendi che sarebbero stati meno disastrosi se le baracche fossero state più distanti l'una dall'altra.

Un altro pericolo d'incendio delle case, o di fabbricati qualsiasi di città e borgate, è dovuto alla caduta di aeroplani (1), i quali, precipitando su tetti o terrazze, si incendiano. In generale la caduta su terrazze è meno pericolosa quando il pavimento di essa è di cemento: lo è maggiormente se esso è di asfalto; ma l'incendio è inevitabile se l'ossatura del tetto è di legno. Perciò, come già osservammo trattando dei tetti, sarà conveniente che i tetti tanto a falde, quanto a terrazza, siano costruiti di calcestruzzo cementizio armato e dello stesso genere sia il solaio del sottotetto. La incombustibilità di tali tetti e la loro resistenza li renderanno atti a sopportare gli effetti dell'urto e del fuoco prodotto dall'aeroplano in fiamme. Se la caduta avviene entro via ristretta, difficilmente si potrà evitare che il fuoco si appicchi ad una o ad ambedue le case in corrispondenza al luogo della caduta. Sarebbe quindi assai opportuno fosse prescritto dalle debite autorità che gli aeroplani non volassero mai sopra luoghi abitati, tanto più che già si hanno da lamentare parecchi disastri dovuti alla caduta di aeroplani sopra fabbricati.

f) **Sicurezza dei fabbricati ad uso pubblico.** — Evidentemente anche per questi fabbricati le principali misure di sicurezza sono quelle di costruirli con materiali e sistemi resistenti al fuoco, e di provvederli di tutte le disposizioni già sopra esposte per una pronta uscita all'esterno in caso che si manifestasse un incendio, od anche soltanto un principio d'incendio col conseguente panico, nonchè dei mezzi di spegnimento e di salvamento delle persone.

α) **CHIESE.** — Perciò è da deplorare che le chiese abbiano generalmente scarsità di uscite, talchè si è già avverato che il fuggi fuggi prodotto dall'insignificante incendio causato dalla caduta di una candela, e dall'inconsulto grido *al fuoco*, abbia determinato numerose vittime. Alla rottura di una lampada, che era sopra un altare, si deve, per esempio, l'incendio avvenuto nell'ottobre del 1904 della Cattedrale di Teramo, e quello avvenuto nel luglio del 1931 del Santuario della Madonna della Guardia presso Tortona (2). Durante le cerimonie tenutesi a Padova nel 1931, in occasione del centenario di S. Antonio, la Basilica del Santo fu in certi giorni così affollata, che le tre porte di facciata, di cui soltanto le due minori e le due laterali erano aperte, ma provviste di bussola con battenti a molla, non sarebbero state sufficienti, in caso di panico, a smaltire tutto il pubblico senza conseguenti disgrazie. Le chiese coperte da tetto di legno, e specialmente quelle a travatura visibile, sono maggiormente soggette che non quelle coperte da volta reale ai danni dovuti a un incendio del tetto per causa esterna (ad esempio, fulmine o bomba aerea) (3) e più ancora lo sono quelle soffittate in piano, poichè molto spesso il sottotetto, che ne risulta, si usa come magazzino, ove imprudentemente si portano anche materie combustibili. Nel caso in cui si voglia conservare per ragione di stile la travatura visibile, questa si farà di calcestruzzo armato, rivestendone le membrature con tavole di legname sagomate, o dipinte, quali si usavano nel Medioevo.

(1) Il 24 ottobre 1930 un aeroplano cogli aviatori Lane e Nicolas precipitò su una casa di Le Bourget, sfondandone il tetto e provocandone l'incendio che si propagò a case vicine.

(2) Il 28 settembre 1913, nella chiesa dei Francescani a Ragusa scoppiò un incendio, che distrusse la vecchia farmacia del convento, la quale era una delle cose rare della città: rimontava al XVI o XVII secolo e conservava dalla sua origine la preziosissima e meravigliosa suppellettile antica. La chiesa di Coesti s'incendiò nel marzo 1930 e vi perirono 110 persone.

(3) Ricordiamo qui la distruzione della cupola di legno della chiesa del Carmine di Padova, avvenuta la notte del 29 dicembre 1917 per caduta di bomba incendiaria e la salvezza della chiesa per l'esistenza della cupola reale di laterizi sottostante a quella di legno.

Qualcuno potrà obiettare che così facendo si commette una finzione, poichè si fa apparire di legname una struttura formata con materiale diverso, e che perciò poteva avere forma più razionale. Se però si riflette che non perdono di razionalità le strutture di cemento armato quando ripetono certe strutture di legname alle quali generalmente si ricorre, quella finzione cade, poichè in tal caso non è il materiale che entra in giuoco, ma bensì la forma della struttura. Del resto si dovrebbero allora condannare gli intonachi con cui si proteggono le strutture laterizie, oppure i rivestimenti di muri e pareti, o di strutture metalliche, che si rivestono per ragioni di sicurezza e che, volendo, si possono rivestire in modo da lasciar comprendere essere metallica la struttura resistente.

Nel caso di chiese con sottotetto, si dovranno in questo collocare dei serbatoi che si riempiono dell'acqua di pioggia, o mediante pompa, e quando per lavori di riparazioni gli operai saliranno sui tetti, passando magari pei sottotetti, si dovranno fare delle frequenti ispezioni, specialmente nelle ore in cui cessa il lavoro, per assicurarsi se i fornelli, soprattutto quelli per saldati, sono ben spenti. Lo stesso dicasi pei casi in cui gli operai compiono lavori di riparazioni ai campanili o entro la chiesa, le sacrestie, ecc. È alla negligenza degli operai e alla mancanza di vigilanza che si devono gli incendi della Cattedrale di S. Paolo a Londra, della Chiesa di S. Michele ad Amburgo (1906), della cupola di S. Giorgio a Venezia (27 agosto 1928), ecc. Siccome di solito nei campanili le scale sono di legno, poco illuminate e poco comode, cosicchè i campanari per salirvi usano dei lumi, questi si dovranno provvedere di rete metallica.

Ora che anche le chiese si illuminano, ov'è possibile, con luce elettrica, i pericoli dovuti alla illuminazione sono assai minori, specialmente se le condutture sono ben fatte, in modo da evitare in via assoluta i corti circuiti. Così pure i pericoli dovuti al riscaldamento sono diminuiti, poichè si ricorre oggi agli impianti a vapore o a termosifone. Però è sempre conveniente che le caldaie siano esterne all'edificio, oppure in un locale costruito in maniera da garantire la sua incombustibilità anche nel caso dello scoppio della caldaia, o dall'accensione del combustibile depositato. Se alla chiesa è annessa l'abitazione del parroco e di altro personale, essa dovrà disporsi in un fabbricato indipendente dalla chiesa, od unitovi mediante portico aperto o galleria vetrata.

β) FABBRICATI PER L'ISTRUZIONE. — Saranno da essi allontanati i pericoli di incendio quando si ricorra al riscaldamento a vapore o ad acqua calda e alla illuminazione elettrica, e le abitazioni del personale addetto allo stabilimento siano in un fabbricato isolato, che potrà, come si è detto per le chiese, comunicare a pianterreno coll'edificio scolastico mediante una galleria, o portico, da potersi facilmente abbattere in caso d'incendio, isolando così i due fabbricati. Nell'edificio dovrà ad ogni modo collocarsi una pompa da incendio da mantenersi efficiente mediante periodiche prove, e tanto nell'interno, quanto all'esterno, vi dovrà essere un numero di idranti corrispondente all'ampiezza dell'edificio. Circa le vie di uscita, corridoi o gallerie e porte esterne, vale quanto è detto per gli altri fabbricati.

γ) BIBLIOTECHE, ARCHIVI, MUSEI, PINACOTECHE, GLIPTOTECHE, ECC. (1). — Per questi edifici, la cui distruzione equivale talvolta alla perdita di veri tesori, si dovrebbe (2):

1° Isolarli quanto meglio sia possibile dagli altri fabbricati, qualunque sia la destinazione di essi, per sopprimere le cause estrinseche d'incendio. (Per il pericolo

(1) V. cap. XVII, *Biblioteche e Archivi*, e cap. XVIII, *Musei*.

(2) V. *Sulla sicurezza delle collezioni* (D. DONCHI, negli *Atti della R. Accademia di Scienze, Lettere e Arti di Padova*, vol. XLV, 1929).

derivante dalla caduta di fulmini, bombe od aeroplani, si sono indicati più sopra i provvedimenti da prendere).

2° Rendere ininflammabili, e meglio incombustibili, soffitti e pareti che siano costruiti con materiali combustibili, rivestendoli con materiali adatti, già indicati.

3° Sostituire alle scaffalature di legno tanto delle biblioteche quanto degli archivi quelle metalliche con palchetti di eternit, o simile materiale (vedi capitolo XVII, *Biblioteche e Archivi*).

4° Nelle biblioteche raccogliere gli incunaboli, i manoscritti preziosi e le opere d'arte di maggior valore in camere a *prova di fuoco* e nei musei i quadri di valore, che non sarebbero in alcun modo sostituibili, in locali sicurissimi contro il fuoco.

5° Avere un duplicato fotografico di quei documenti di archivio che per importanza storica, o per altra ragione, devono assolutamente essere sottratti a qualsiasi danno, materiale fotografico da raccogliere in edificio indipendente dall'archivio e così costruito da non correre alcun pericolo nè per il fuoco, nè per trafugamenti, nè per altra causa.

6° Vietare in via assoluta l'abitudine di fumare e l'impiego di candele e apparecchi a fiamma, per qualsiasi uso, valendosi di riscaldatori elettrici.

7° Ricorrere al riscaldamento a vapore ad alta, media o bassa pressione, a seconda dell'estensione dell'edificio, escludendo quello ad acqua calda, che può recare danni gravi per eventuali rotture di tubazioni o di radiatori: danni che si evitano col riscaldamento indiretto ad aria calda, che può essere allora riscaldata anche con radiatori ad acqua calda. Al riscaldamento indiretto si dovrebbe esclusivamente ricorrere, perchè esso offre più facilmente la possibilità di dare all'aria il grado igrometrico necessario alla buona conservazione dei libri, delle carte, delle pitture, ecc.

8° Munire di lastre di vetro retinato le vetrate e i lucernari e quando si ricorresse a inferriate farle mobili.

9° Sostituire al legno delle vetrate e delle porte un materiale ininflammabile, e certe porte siano a chiusura automatica: sopprimere ogni tenda o panneggiamento.

10° Adottare l'elettricità tanto per l'illuminazione, quanto per montacarichi e ascensori, impianti di chiamata e trasmissione, per eventuali stufette e per qualsiasi altro apparecchio della legatoria, e per lavori che richiedano un riscaldamento, curando che le condutture siano bene isolate e non possano causare corti circuiti.

11° Collocare possibilmente in fabbricati distinti i compartimenti destinati al riscaldamento, o per lo meno in locali sotterranei sicuri contro il fuoco; e così pure i compartimenti destinati a legatoria, e al deposito di oli, vernici, ecc., ad essa occorrenti.

12° Disporre le abitazioni in fabbricato isolato.

13° Provvedere largamente ai mezzi di estinzione, anche con estintori automatici e portatili, con reti di tubazioni d'acqua, provviste di valvole Grinnell, e con idranti che non siano sulla superficie stradale, ma collocati sui muri esterni dei fabbricati, affinchè non avvenga ciò che accadde a Dunkerque nell'incendio di quella biblioteca, cioè di non poter servirsi degli idranti stradali, perchè ricoperti di terra e ciottoli a causa di lavori che si eseguivano nella strada.

14° Non trascurare un rigoroso servizio di ronda. L'incendio della biblioteca universitaria di Torino, avvenuto nel 1904, che divorò più di 20 mila manoscritti, una collezione aldina e più di 24 mila volumi, sta a provare quanto sia necessario adottare le suesposte norme per assicurare la conservazione degli ingenti patrimoni che sono raccolti nelle biblioteche, nei musei, negli archivi.

15° Suddividere le grandi biblioteche, i grandi musei, ecc. in vari fabbricati isolati, distanti almeno 5 metri fra di loro e riuniti da passerelle di struttura leggera,

che in caso di incendio si possano prontamente demolire per ottenere il completo isolamento.

δ) FABBRICATI PER L'AMMINISTRAZIONE DELLA GIUSTIZIA. — Benchè in essi la permanenza delle persone non sia che giornaliera, fuorchè per quelle di servizio, le quali vi avranno le loro abitazioni, che anche in questo caso è bene siano in luogo isolato dagli uffici, pure, oltre ai provvedimenti comuni ad ogni edificio per renderlo sicuro contro il fuoco, se ne devono prendere dei particolari per la salvezza di incartamenti e di documenti, la cui distruzione potrebbe avere gravissime conseguenze. Questo accadde, per es., nell'incendio del palazzo del Tribunale di Padova (12 febbraio 1929), a causa del quale andarono distrutti gli uffici della cancelleria penale, della pretura, dei giudici e degli ufficiali giudiziari, l'archivio civile e penale delle tre preture unificate, le cancellerie civile, commerciale e penale, l'aula della Corte d'Assise colle annesse camere di sicurezza, 1200 incartamenti processuali penali da definire, e 40 in corso di istruzione, oltre a incartamenti civili e commerciali. Il fabbricato era vecchio, è vero, e non era certamente nelle condizioni volute dalla sicurezza: così, oltre al danno causato dall'incendio per le distruzioni suddette, si è avuto quello della spesa per la costruzione di un nuovo edificio. Anche nell'incendio del magnifico Palazzo di Giustizia di Bruxelles andarono distrutti i documenti d'archivio (febbraio 1929).

ε) MUNICIPI, PALAZZI PROVINCIALI, MINISTERI. — Quanto sopra è detto vale per questi palazzi, ove si conservano pure incartamenti e documenti importanti per la vita pubblica. Come per tutti gli altri fabbricati, il loro isolamento sarà la principale norma di sicurezza. A S. Polo d'Enza, per es., nel 1904, si sviluppò un incendio in un'ala dell'antico castello ove erano alloggiati gli uffici di stato civile e di anagrafe. Tutti i registri (che decorrevano dal 1852) andarono distrutti completamente con un danno rilevantissimo. Pure nel 1904 nel grande incendio del palazzo del Ministero degli interni a Bruxelles andò distrutta una parte dei documenti di archivio, che erano nelle soffitte e il cui ordinamento per classi era finito da qualche settimana soltanto, dopo tre anni di lavoro.

ζ) PALAZZI DELLE POSTE, TELEGRAFI, TELEFONI. — Se nei fabbricati per il servizio postale si conservano valori, si dovranno usare le stesse precauzioni che si usano per gli istituti di credito, di cui trattiamo più innanzi. In essi i pericoli d'incendio sono maggiori che in altri fabbricati, poichè vi si trova una grande quantità di materia infiammabile, cioè carta, lettere, giornali, pacchi postali, ecc. Per essi dunque, oltre ai provvedimenti di carattere costruttivo, si dovranno provvedere scaffalature, tavoli di lavoro, ecc., incombustibili e ricorrere esclusivamente alla illuminazione elettrica, ad accenditori elettrici per sigillare, al riscaldamento a vapore, e all'elettricità per i servizi di montacarichi e trasmissioni, anche se questi ultimi sono ad aria compressa o ad aspirazione, poichè il loro azionamento deve essere ottenuto con motori elettrici. Questi, come qualsiasi altro macchinario, dovrà essere collocato in locali assolutamente sicuri contro il fuoco, cioè costruiti in ogni loro parte con calcestruzzo armato.

η) Per tutti gli altri fabbricati, quali sedi di *società commerciali*, di *aziende varie*, di *associazioni scientifiche, artistiche, ecc.*, di *studi per artisti, professionisti, ecc.*, le precauzioni e i provvedimenti di sicurezza da adottare sono quelle già ripetutamente esposte. In tali edifici vi possono essere scaffalature per libri o documenti e simili, e allora si terrà conto di quanto si è detto per le biblioteche; se invece vi sono raccolti strumenti, talvolta di valore, essi si conserveranno in appositi locali costruiti in modo da renderli sicuri contro il fuoco; così pure, se nelle associazioni artistiche vi sono locali per esposizioni di pitture o altri oggetti d'arte, essi dovranno essere trattati come diremo per i fabbricati di esposizione. È raro che nei fabbricati suindicati si tengano depositati dei

valori, ma se ciò fosse, essi sono tali da potersi conservare entro *casse-forti*, delle quali se ne fanno di sicurissime contro il fuoco. Siccome però sono molto sovente così collocate da essere esposte al furto, si dovrà provvedere a renderle sicure anche contro tale pericolo, ciò che si vedrà in appresso.

θ) Anche per gli *istituti di credito*, quali banche, casse di risparmio, monti di pietà, la sicurezza contro il fuoco si otterrà nei modi già detti. Vi è però in essi un locale che per la sua posizione e per il suo uso deve essere progettato e costruito in modo che se anche tutto il resto dell'edificio si incendiasse nonostante le precauzioni prese, o si sfasciasse per un eventuale scoppio o per altra causa, deve rimanere intatto: esso è il così detto *tesoro* o *sacristia* o *depositorio*, riguardo al quale ci riferiamo anche a quanto è detto nel cap. XII. Esso sarà costruito con grossi muri di pietra, o di mattoni, o di calcestruzzo; sarà coperto da volta massiccia, o meglio da un grosso solaio di calcestruzzo armato e anche il suo pavimento dovrà essere tale. Si tratta insomma di formare una specie di grande cassone con pareti, coperchio e fondo così collegati fra loro e di tale resistenza da impedire che si sfasci anche quando fosse esternamente investito da un violento fuoco. Nel cap. XII accennammo pure alla resistenza che il tesoro deve offrire contro i moti sismici e contro il furto: se ne tratta ancora più innanzi.

ι) ESPOSIZIONI. — Come risulta dal cap. XI, gli edifici per esposizioni sono quasi sempre di carattere temporaneo e costruiti con materiali infiammabili, per cui vanno soggetti facilmente a incendiarsi. Ne fanno prova i molti incendi di esposizioni, parziali o totali. Nel capitolo suddetto già vi abbiamo fatto cenno e qui ricordiamo gli incendi delle esposizioni di Chicago del 1893, di Bruxelles del 1910, di Genova del 1892, di Milano del 1906, di Como del 1899, di Parigi del 1900, di Grenoble del 1925, di Gand del 1913. Di solito gli edifici sono formati con ossatura di legno e rivestiti di gesso o di cemento per dar loro la forma estetica in relazione ad uno od altro stile: ma tali rivestimenti, per quanto di natura incombustibile, sono talvolta troppo leggeri per offrire valida resistenza al fuoco manifestatosi, per es., in oggetti esposti, sicchè si scropolano e cadono lasciando scoperta l'ossatura interna di legname, che s'infiama immediatamente e brucia come paglia. Più resistenti sono i rivestimenti di cemento, ma generalmente si ricorre al gesso, perchè esso permette una lavorazione più facile e una più sollecita esecuzione. Si può in certo modo dare al legname delle ossature una certa resistenza al fuoco imbevendolo o spalmandolo delle speciali sostanze a cui accennammo, così da ritardare lo svilupparsi dell'incendio e dar tempo ai pompieri di iniziare l'opera di spegnimento, ma non si deve credere che tali mezzi garantiscano la sicurezza. Perciò si dovrà ricorrere ad impianti di avvisatori-estintori automatici (come i Grinnell), distribuiti su estese reti di tubazioni, delle quali non si dovrà mai fare economia. Meno disastrosi saranno gli incendi di esposizioni se queste si comporranno di tanti padiglioni isolati e sufficientemente distanziati gli uni dagli altri. Tali padiglioni non dovranno essere molto grandi, ma se ciò fosse necessario per la quantità degli oggetti di un medesimo genere o di generi affini che dovessero contenere, converrà formarli con vari edifici staccati e allacciati da gallerie aperte o vetrate, prive di oggetti e che si possano demolire rapidamente appena si sia manifestato l'incendio in uno dei detti edifici. Ogni padiglione dovrà offrire ampie e numerose uscite, e se qualcuno è nell'interno circondato da gallerie o balconate al primo piano, queste dovranno avere larghe scale su almeno due lati, alle quali corrispondano ampie aperture esterne. Una canalizzazione d'acqua in pressione provvista di idranti poco discosti l'uno dall'altro, dovrà passare in prossimità di ciascun padiglione; essa servirà anche per l'annaffiamento delle aiuole, dei giardini e delle strade; ma ciò nonostante sarebbe

bene che in ogni padiglione vi fosse un serbatoio d'acqua elevato col quale si potesse alimentare la condotta degli estintori automatici, qualora essa restasse priva di acqua per un guasto della canalizzazione sotterranea principale. In quei luoghi in cui non sarebbe possibile avere acqua in pressione da una condotta cittadina, si dovrà, in luogo centrale dell'esposizione, costruire una torre con ampio serbatoio, alimentato da pompe e da pozzi, così da mantenere acqua in pressione in tutte le canalizzazioni esterne e interne. Il serbatoio si collocherà col fondo ad altezza tale da assicurare l'arrivo dell'acqua al sommo di ogni edificio, per mezzo degli idranti della canalizzazione.

κ) Tra i fabbricati destinati a *pubblici spettacoli, trattenimenti, assemblee, ecc.*, e in quelli per lo *sport*, quando in questi vi siano tribune per il pubblico, si deve fare qualche distinzione, poichè per alcuni i pericoli d'incendio sono, si può dire, sempre latenti e gravi, mentre per altri sono in grado assai minore. Fra i più esposti sono i *teatri, i cinematografi, i circhi*, a causa della infiammabilità del materiale di cui abbisognano e che, per quanto si faccia, non si può sopprimere nè sostituire con altro incombustibile, mentre per gli altri fabbricati, come sale per concerti, saloni per assemblee, ecc., detto materiale non occorre, come risulta dai cap. XIX e XX di questo Manuale (1). In tutti però è da tenere in gran conto il provvedimento relativo alle vie di uscita, poichè, se per alcuni i pericoli d'incendio sono minori, di uguale gravità è il pericolo dovuto al panico (2).

1. TEATRI. — Nel cap. XIX abbiamo già dovuto occuparci della sicurezza dei teatri, ma qui completiamo quanto occorre di dire riguardo a così importante e vitale argomento. Dalle statistiche risulterebbe che la vita di un teatro in media è di circa 20 a 25 anni (per gli Stati Uniti anche soltanto di 10), perchè come nella Cina e nel Giappone si hanno teatri di legno. Il Sachs (3) riduce il periodo fino a 18 anni. Dal giorno però in cui il Fölsch (4) e il Sachs si occuparono di statistiche relative agli incendi dei teatri e alle vittime che fecero, si sono introdotti, tanto nella costruzione quanto nell'arredamento dei teatri, tali miglioramenti che li rendono certamente molto più sicuri. Starebbe a smentire questa asserzione l'incendio del *teatro Comunale di Bologna* (29 novembre 1931), in cui per la scena e per tutti i suoi servizi ed accessori si erano adottati i moderni sistemi. Questo incendio sta a provare quanto fu asserito, e cioè che 99 volte su 100 l'incendio origina dalla scena. Si è infatti riconosciuto che su 400 incendi:

307 originarono dalla scena, o dai locali che sono a servizio di essa, dai caloriferi, dai magazzini di costumi, dalle decorazioni, dai locali di lavoro, ecc.;

20 originarono dai locali destinati al pubblico;

73 originarono dall'incendio per cause esterne, come da fabbricati addossati o prossimi al teatro, o per altri motivi.

In quanto alle vittime, i risultati delle statistiche sono veramente impressionanti se si ricorda che nell'incendio del *teatro cinese di Kamli* (aprile 1893) si ebbero

(1) Cap. XIX, *Impianti e edifici per pubblici spettacoli*; cap. XX, *Edifici e impianti per trattenimenti, assemblee, festeggiamenti, ecc.*

(2) Ricordiamo qui l'incendio del Velodromo di New York, avvenuto nell'agosto 1930, e durante il quale centinaia di case vicine ad esso rimasero completamente al buio, essendo state fuse dal fuoco le condutture elettriche.

(3) V. *Bibliografia*.

(4) V. *Bibliografia*.

2000 morti, in quello del *Ring di Vienna* 1100 (8 dicembre 1881), e che su 1113 incendi in 100 anni si ebbero a deplorare 9737 morti.

Se poi si considerano le possibilità d'incendio lungo la giornata e la notte, si ottengono le seguenti cifre:

lungo il giorno (12 ore)	possibilità 1	p. es. dalle 8 alle 20
nell'ora che precede lo spettacolo (1 ora)	» 3,4	» dalle 20 alle 21
durante lo spettacolo (3 a 4 ore) . .	» 2,2	» dalle 21 alle 24 o 1
nelle due ore dopo lo spettacolo (2 ore) .	» 6,8	» dalle 24 alle 2
		o dall' 1 alle 3
pel resto della notte (da 5 a 6 ore) . .	» 4,4	» dalle 2 alle 8
		o dalle 3 alle 8

Da queste cifre si rileva la grande responsabilità che compete tanto all'architetto costruttore dell'edificio, quanto a chi lo esercisce, come pure al personale addetto alla scena (compresi gli attori) e a quello di servizio del pubblico, e soprattutto al personale di vigilanza. Oltre a ciò, le statistiche degli incendi avvenuti in teatri e cinematografi anche modernamente costruiti ci dicono:

a) non essere possibile sottrarre assolutamente un teatro al pericolo d'incendio, per le cause a cui già accennammo e di cui diremo meglio più innanzi;

b) che in seguito a grandi catastrofi, come quelle del *Ring di Vienna*, del *teatro di Exeter* (200 morti, 5 settembre 1887), del *teatro Iroquois di Chicago* (circa 580 morti, 3 dicembre 1903), si può verificare una diminuzione nel numero degli incendi, dovuti alla maggior vigilanza, che allora si impone ai teatri ed alle misure di sicurezza che si rimettono in vigore; ma che tali periodi di stazionarietà sono di breve durata, perchè dette misure cadono presto in abbandono.

Da ciò infine si deduce:

che, date le prescrizioni, si deve curarne la costante applicazione;

che ad ottenere questo risultato non bastano le sole commissioni di vigilanza, le quali potrebbero a loro volta aver bisogno di essere invigilate, ma sarà necessario che il proprietario, o il conduttore del teatro, vi pensino per proprio conto, affidandosi a persone pratiche ed energiche.

Per ben giudicare del genere e numero dei provvedimenti da adottare tanto nella costruzione quanto nell'esercizio di un teatro, è necessario farsi un'idea del modo col quale l'incendio può manifestarsi e procede, e di quello con cui il pubblico e il personale del teatro si comportano quando risuoni la parola *fuoco*, o gli spettatori si accorgano dell'inizio dell'incendio.

Cause d'incendio. — Dalla descrizione che facemmo dei teatri e da quanto si disse sopra si può facilmente comprendere che il punto debole è il palcoscenico, ove molteplici sono le cause di incendio, poichè anche la sostituzione della elettricità agli altri mezzi di illuminazione non ha completamente soppresso i pericoli d'incendio a causa della tela, della carta, dei veli con cui sono fatte le decorazioni, e che per il calore prodotto da una lampada ad essi troppo vicina, o per la sua rottura, possono infiammarsi. Un grande pericolo è fornito dalle traverse, specialmente se invece di essere illuminate a luce elettrica lo sono col gas. L'accumulamento delle decorazioni infiammabili, che si fa durante le rappresentazioni, può essere causa d'incendio se esse vengono a contatto con un fiammifero o sigaretta non spenti gettatovi imprudentemente da un attore o da un macchinista nella fretta di procedere ai cambiamenti di scena. Un'altra causa d'incendio è dovuta all'impianto di riscaldamento, specialmente se fatto ad aria calda, o peggio con stufe, il che avviene ancora in teatri di provincia, e ciò per la molte-

plicità dei focolai occorrenti. Infatti non superando il raggio di azione di un calorifero ad aria calda i 10 — 12 metri, per un teatro di una certa importanza occorrono almeno 4 focolari, che difficilmente si possono alloggiare fuori del teatro, per non aumentare lo sviluppo dei condotti. Come già osservammo per gli altri edifici, anche pei teatri una causa d'incendio è la presenza di locali di abitazione nell'edificio stesso, come quella del salone per i pittori scenografi, ai quali occorrono fuochi per il loro lavoro, e difficilmente si può impedire che fumino, e ancora quella di laboratori di costumi e degli attrezzisti (falegnami, ecc.), come dei magazzini delle scene e di attrezzi e decorazioni in genere.

Il fuoco può essere ancora provocato dall'incendio di un edificio prossimo, o anche solamente da una scintilla sprigionantesi da un camino e che per un'apertura qualsiasi dell'edificio, e magari dal lucernario aperto sul tetto del palcoscenico, può penetrare nel palcoscenico, sulla graticciata, o in locali ove stanno decorazioni di carta, costumi e simili.

Cause secondarie, epperò anche rare, sono i fuochi d'artificio, le luci di bengala, i colpi d'arma da fuoco e simili, necessari in certi spettacoli (1).

L'incendio può originare anche nei locali destinati al pubblico, poichè in essi si trovano pure materiali infiammabili, come tende, mobili, decorazioni di legname, ecc., e la rottura di una lampada, l'imprudenza di un fumatore (benchè vi sia generalmente un locale apposito per fumare), la presenza di focolari nel caffè o mescita annessi al teatro, possono essere causa d'incendio. La pessima abitudine del pubblico di accendere sigari o sigarette, uscendo dalla sala, nell'atrio e magari in platea o nei palchi e gallerie, nei corridoi e nella guardaroba, è pur da considerare fra le cause d'incendio dovute al pubblico, il quale non tien conto dei precisi divieti in materia.

Al personale del teatro, e perfino a quello destinato alle ronde di vigilanza, può imputarsi un incendio soprattutto per l'abitudine del fumare. Imprudenza e trascuratezza sono purtroppo un male che difficilmente si può sanare.

Come procede l'incendio. — Se prende fuoco qualche decorazione o altro sulla scena, la dolorosa esperienza ha provato che in un attimo il fuoco si propaga a tutto ciò che è infiammabile e in breve la scena diventa una fornace: se l'incendio si manifesta in un camerino di artista durante lo spettacolo e mentre l'artista è fuori del camerino, il fuoco invade i camerini adiacenti e da essi, sempre ingombri di vestiari e altri oggetti, o di sostanze infiammabili (ad es. fornelli ad alcool o a benzina), si propaga ai ballatoi, o corridoi di comunicazione fra i camerini, e poi alla scena, ove trova l'elemento adatto per compiere la sua azione distruggitrice (2). Dalla scena il fumo e le fiamme dal palcoscenico si dirigono verso la sala, sia per il tirante d'aria prodotto dal lampadario al soffitto, se questo esiste, sia per la corrente d'aria prodotta dal pubblico che si precipita verso le uscite esterne, sia dalle porte dei palchetti quando non sono provviste di chiusura automatica. Dal palcoscenico e dalla sala il fuoco invade poi i locali annessi e così in brevissimo tempo il fuoco divora l'edificio. Gli incendi avvenuti stanno a provare la rapidità con cui il fuoco si propaga, cosicchè quando anche pochi minuti dopo il suo inizio giungono sul luogo i pompieri, a loro

(1) Lo spaventoso incendio del teatro « *Novedades* » di Madrid (settembre 1928), in cui trovarono la morte centinaia di persone, ebbe origine da una lanterna a fiamma portata da una comparsa; essa appiccò il fuoco all'estremità del sipario, che in un baleno fu tutto una fiamma.

(2) Il teatro Nazionale di Cracovia rimase in meno di un'ora completamente distrutto da un violento incendio (7 agosto 1927) provocato dal rovesciarsi di un fornello ad alcool che un inserviente aveva acceso per riscaldarsi il cibo.

non rimane generalmente che il compito di isolare l'edificio in fiamme, del quale non resterà che un cumulo di rovine.

Le fig. 55 e 56 danno un'idea di ciò che resta di un teatro incendiato. La prima rappresenta le rovine del *teatro Sociale di Rovigo* (1), distrutto nella notte del 22-23 gennaio 1902. A sinistra si vede il muro esterno della sala a cui erano addossati i palchi; a destra il muro di sinistra del boccascena e una parte del palcoscenico. Per fortuna si poté salvare la parte anteriore del teatro, cioè il Casino Sociale (v. piante



Fig. 55. — Il muro di sinistra del *teatro Sociale di Rovigo* dopo l'incendio.

del teatro nel cap. XIX), fra il quale e la sala vi era un muro massiccio, in cui esistevano poche aperture. La seconda rappresenta le rovine del *teatro Reale di Stockton-on-thee* (agosto 1906). L'incendio si manifestò alle 11 di notte, dieci minuti dopo che il capo dei pompieri aveva lasciato il teatro senza aver osservato nulla di anormale. Mentre era per istrada, al corpo dei pompieri pervenne l'avviso dell'incendio: essi si portarono immediatamente sul posto, ma le fiamme prodotte dal fuoco appiccatosi a una decorazione del palcoscenico invasero la sala, nonostante il sipario di sicurezza, perchè il muro del proscenio non s'innalzava sopra il tetto, e siccome gran parte della costruzione era di legno, in un momento il teatro divampò tutto e l'azione dei pompieri si limitò a salvare gli edifici circostanti.

Come si comportano il pubblico e il personale del teatro. — Generalmente al primo manifestarsi dell'incendio i direttori di scena, i musicisti in orchestra e gli attori cercano

(1) V. cap. XIX.

di continuare lo spettacolo e di persuadere il pubblico alla calma, anche quando il fuoco sia da esso veduto. Il personale di scena corre agli estintori e cerca di salvare gli artisti, che sono nei camerini, se non vi sono per essi adatte scale sicure (1); ma gli estintori o non funzionano o sono impari alla bisogna, e il fuoco si propaga immediatamente a tutto ciò che è prossimo al punto dove ha avuto origine. Allora il pubblico, che vede il fuoco, ma non crede ancora al pericolo grave per le esortazioni del personale di scena, sta per un momento perplesso, ma poi incomincia a fuggire, dirigendosi



Fig. 56. — Aspetto delle rovine del *teatro Reale di Stockton-on-thee* dopo l'incendio dell'agosto 1906.

verso le porte d'ingresso, poichè o non conosce le porte di sicurezza, o queste non sono rese ben visibili, e invece di dividersi in tante correnti, forma una folla, che, pazza per il terrore, si accalca contro le porte, ostruendole. Allora il fumo che invade la sala comincia la sua azione asfissiante: i fuggenti cadono l'uno sull'altro e a incendio finito si trovano spettatori su spettatori morti asfissati, o pesti e sfigurati. È quello che avvenne appunto nell'incendio del *teatro Iroquois di Chicago*, ove trovarono la morte quasi 600 persone. Forse si sarebbero salvati molti spettatori se non vi fosse stato quel momento di perplessità a cui abbiamo alluso e se non fosse stato abbassato fuor di tempo

(1) Nell'immane catastrofe del *teatro Iroquois di Chicago* il garzone dell'ascensore pei camerini ebbe la presenza di spirito di continuare a far salire e scendere l'ascensore, salvando gli artisti, i quali, per uscire dal teatro, non avevano a disposizione che la porta posteriore della scena. La scala dei camerini era aperta sul palcoscenico. L'unico vecchio pompiere cercò di far funzionare un estintore a polvere, ma non vi riuscì, e il fuoco, che si era appiccato a un drappoggio, a causa di scintille prodotte da una lampada ad arco non protetta, posta sopra una pertica, si estese subito alle altre decorazioni.

il sipario di sicurezza, il quale si impigliò in un riflettore, causando altro incendio, la cui vista determinò il pubblico a fuggire, e infine se non si fosse ad un tratto spenta la luce e fossero esistite le lampade di soccorso. Un'ecatombe simile produsse l'incendio del teatro *Novedades di Madrid*, e altre simili avvennero negli incendi del teatro di Exeter (1), del Ringtheater di Vienna, come pure in molti altri teatri e cinematografi, che sarebbe lungo qui di ricordare.

Provvedimenti di sicurezza. — Il principale provvedimento è quello dell'isolamento completo dell'edificio. Esso evita non soltanto la propagazione delle fiamme agli stabili vicini, ma il pericolo che l'incendio sia prodotto da quello degli stabili stessi: inoltre contribuisce grandemente al salvamento e all'opera di estinzione. Raccomandabile è la posizione in una piazza, ma se ciò non fosse possibile, bisognerà che intorno ai teatri secondari vi siano strade larghe almeno 15 metri, e per quelli di primo ordine strade di 25 a 30. Purtroppo tale non è la condizione della massima parte dei teatri: basta citare il teatro *Regio di Torino*, incassato fra altri fabbricati, fra cui gli archivi di Stato (v. cap. XIX). Il modo col quale si origina l'incendio in un teatro, quello secondo cui si propaga e il comportamento del pubblico e del personale del teatro, servono a indicare quali siano i provvedimenti da adottare per scongiurare il pericolo, e per salvare edificio e spettatori, quando malauguratamente un incendio sia scoppiato.

Tali provvedimenti si possono dividere in quattro gruppi.

Quelli del primo gruppo, o *preventivi*, tenderanno:

- a) a assicurare il pubblico;
- b) a impedire che l'incendio abbia origine.

Quelli del secondo gruppo, o di *avviso*, di *difesa* e di *estinzione*, serviranno:

- c) ad avvertire un riscaldamento anormale avvenuto in un punto qualsiasi del teatro, e a soffocare il principio d'incendio che ne originasse;
- d) a impedire la propagazione dell'incendio quando questo si avverasse;
- e) ad attaccare l'incendio per ogni parte combattendolo energicamente.

Quelli del terzo gruppo, o di *sgombero*, mireranno:

- f) alla facile e pronta uscita del pubblico, degli artisti e del personale di scena dal teatro, in qualunque stadio dell'incendio.

Finalmente i provvedimenti del quarto gruppo comprenderanno i mezzi:

- g) di *verificazione* e di *vigilanza*.

a) Per *assicurare il pubblico* si dovrà fargli sapere che sono state prese tutte le precauzioni e disposizioni perchè esso possa salvarsi in caso di pericolo, o anche soltanto di panico. Spetterà alla Commissione di vigilanza di dare tale affidamento, ed essa dovrà anche dare assicurazione che il servizio di vigilanza diurno e notturno sarà condotto scrupolosamente: oltre a ciò, dovrà pretendere che in ogni teatro sia esposta per ogni categoria di posti la pianta del teatro con indicatevi in modo ben visibile le vie di uscita, le quali poi dovranno usarsi abitualmente dal pubblico affinchè le conosca, essendosi accertato che gli spettatori nell'atto della fuga si dirigono verso le porte per le quali sono entrati, rendendo così inutili le porte di soccorso. Le vie di uscita, scale, corridoi e porte, dovranno rimanere continuamente illuminate da lampade che non si spengano, o si rompano, come diremo in appresso.

(1) Le vittime furono 200, ma sarebbero state anche in maggior numero se la platea non fosse stata sotterranea, quale la si trova in molti teatri inglesi (v. cap. XIX).

b) Per impedire che l'incendio abbia origine, si devono sopprimere le cause d'incendio. L'illuminazione sarà elettrica (1) con lampade assolutamente protette da schermi, siano esse ad incandescenza o ad arco, e collocate in luogo opportuno: la conduttura elettrica sarà eseguita con tutte le norme della sicurezza, cosicchè non abbiano a verificarsi corti circuiti nè contatti tra i fili fra di loro, o tra i fili e parti metalliche delle decorazioni e degli attrezzi: tutto l'impianto o gli impianti di manovra per gli effetti di luce e per la intera illuminazione dovranno collocarsi in locali e cabine perfettamente sicuri contro il fuoco; i macchinari per la produzione dell'energia elettrica, quando questa non sia fornita da una conduttura cittadina, dovranno essere collocati in un locale a *prova di fuoco* nè produrre rumori; il riscaldamento di tutto il teatro dovrà essere a vapore o ad acqua calda e le caldaie si collocheranno possibilmente fuori dell'edificio, o in locale perfettamente sicuro contro il fuoco, come già osservammo; si spalmeranno o si impregneranno con sostanze e liquidi ignifughi, di cui già dicemmo, gli scenari, le tele, i veli, le carte, i legnami, tutto ciò insomma che è infiammabile: le fiamme delle fiaccole o di lanterne o di altri simili oggetti, che dovranno apparire in certe rappresentazioni, saranno ottenute con sostanze incapaci di dar fuoco: gli effetti di lampi, fulmini e di luci di vario colore si otterranno con apparecchi elettrici e così via. Non tutti sono d'accordo circa la bontà delle spalmature e degli ignifughi, i quali poi non sono di lunga durata. Ad ogni modo nulla di male se a tali mezzi si ricorre: se non serviranno a rendere inincendiabili tessuti e carte, presenteranno però sempre il vantaggio di rendere più lenta la propagazione del fuoco. Si sono proposti tessuti di amianto e dal pittore Tepper tessuti finissimi di rete metallica con distesavi sopra una pasta, sulla quale si dipinge come sulla carta. Per conto nostro osserviamo che quando siano state prese tutte le precauzioni per evitare che si producano scintille, fiamme o qualsivoglia altro fuoco, si impartisca il divieto assoluto di fumare ad artisti e personale di scena, salvochè nell'apposito locale reso sicuro contro il fuoco, e quello di usare lumi e fornelli che non siano elettrici, si può anche esimersi dal ricorrere a spalmature e ad ignifughi.

c) Riguardo ai provvedimenti di *avviso*, di *difesa* e di *estinzione*, ci riferiamo a quanto abbiamo già detto per gli incendi in generale, circa gli avvisatori, gli avvisatori-estintori, gli estintori e specialmente circa l'impianto delle tubazioni di acqua provviste delle valvole Grinnell o di consimili. Fra le prime applicazioni del sistema di spegnimento a pioggia mediante tubi, si ricorda l'impianto eseguito da Sthele per il teatro di Corle a Monaco nel 1875. Come si vede dalle fig. 57 a, b, c, due gruppi di serbatoi A e B forniscono l'acqua a due tubi correnti lungo le pareti laterali della scena sopra la graticciata inferiore e comunicanti fra loro mediante 8 tubi di rame, del diametro di cm. 8. Ogni coppia di tali tubi trasversali costituisce un gruppo alimentato per mezzo di una valvola comune alle due estremità (fig. 57 b). Ciascun tubo formante pioggia ha, nella metà inferiore, circa 100 fori per metro lineare, del diametro di mm. 3. La riunione a gruppi dei tubi ha per iscopo di limitare la pioggia

(1) La luce elettrica, oltre ai vantaggi della sicurezza e di poter accendere tutti i lumi contemporaneamente senza il trasporto pericoloso delle pertiche accenditrici, ha quelli di rendere possibili e più pronti certi effetti di scena che con altre luci non si potrebbero ottenere; di evitare, in confronto del gas, un eccessivo riscaldamento della sala e la produzione di acido carbonico dannoso alle persone, alle pitture, alle decorazioni; di essiccare meno i legnami per il pochissimo calore emanato dalle lampade elettriche, diminuendo così la propagazione di un eventuale incendio; di rendere meno sensibili le correnti d'aria, potendosi così meglio effettuare l'aerazione della sala, e permettendo di sopprimere il camino sopra il lampadario del soffitto di essa: infine di diminuire il personale di vigilanza diminuendo perciò il relativo onere.

alla parte immediatamente minacciata dal fuoco, per risparmio di acqua, ed eventualmente anche per non arrecare inutilmente dei guasti.

Il sistema è suscettibile di amplificazioni e infatti vi sono impianti con più ordini di tubi sovrapposti (perfino 3) affine di poter agire su ogni zona della scena. In altri impianti vi sono tubi irroranti anche verticali e tutto intorno al boccascena, allo scopo di formare un velo d'acqua.

Questi sistemi hanno però il difetto di consumare talvolta più acqua di quella che sarebbe necessaria, di presentare delle difficoltà per provarne il funzionamento, e di correre il rischio di congelamento. I tubi devono essere di rame per preservarli dalla

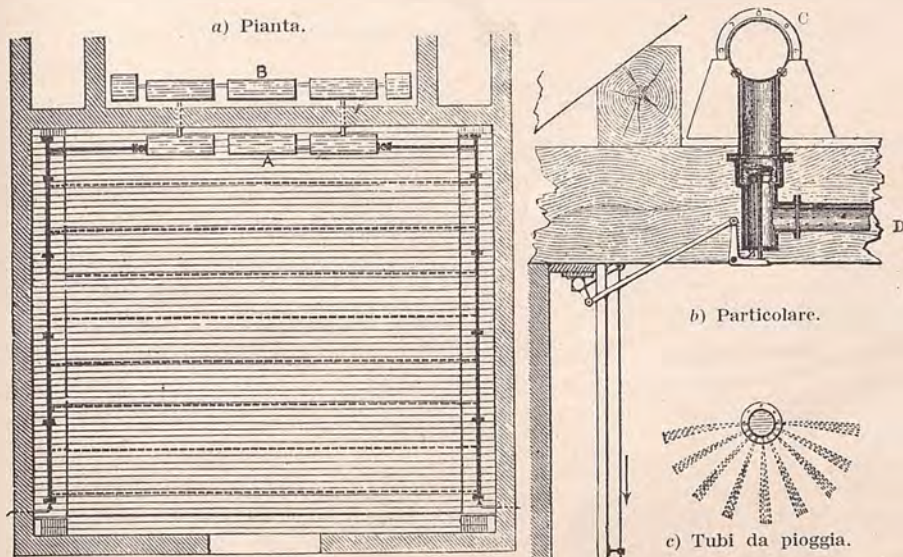


Fig. 57 a, b, c. — Dispositivo per la pioggia sulla scena nel teatro di Corte di Monaco.
A, B, serbatoi d'acqua. — C, tubo principale. — D, tubi secondari.

ruggine, che otturerebbe i fori, e si deve provarli almeno una volta all'anno. Se la prova si fa coll'acqua, si devono disporre in modo da poterla raccogliere e smaltirla; conviene perciò eseguirla col vapore che si immette nei tubi e che colla sua pressione serve anche a ripulire i fori da qualche impurità.

d) Per impedire la propagazione dell'incendio quando si avverasse, si deve anzitutto costruire l'edificio con materiali e sistemi incombustibili: su questo punto ci riferiamo a quanto si è già detto e ripetuto. Se il fabbricato è addossato ad altre fabbriche, si dovranno costruire contro i muri confinanti altri muri massicci oltrepassanti il tetto di dette fabbriche di almeno cm. 50. Nella descrizione che facemmo di teatri italiani e stranieri (cap. XIX) abbiamo già rilevato quali siano i materiali e i sistemi costruttivi che furono adottati nelle moderne costruzioni. Per la sala si ricorrerà alla muratura di mattoni e al calcestruzzo per i muri, al calcestruzzo armato per pilastri, solai, tetto, al gesso armato, o non, per tramezzi, ecc. Lo stesso dicasi per la scena: però il sottopalco, o i sottopalchi, sarà meglio costruirli metallici; il palco del palcoscenico dovrà essere di legno di essenza forte, spalmato nella faccia inferiore con bitume; i telai delle decorazioni e delle quinte saranno metallici e possibilmente di alluminio per renderli più leggeri; le corde per le manovre non dovranno essere di canapa, ma formate con materiale ininflammabile; non però di amianto, perchè è di poca resistenza: potranno

essere metalliche, purchè non vi sia pericolo che vengano a contatto con qualche conduttura elettrica, o lampada; le corde di borra di seta (sistema Imbs) sarebbero più sicure. È qui da osservare che le *strade* fra le quinte sono paragonabili a camini di aspirazione, tanto più attivi quanto più strette sono le strade stesse e alte le quinte. Perciò nel disgraziato caso che qualche decorazione si incendi e comunichi il fuoco ad altre, le correnti d'aria formate da detti camini alimenteranno le fiamme e l'incendio prenderà subito proporzioni minacciose. Non è però d'altra parte consigliabile di limitare l'altezza delle quinte e della scena, giacchè quanto più alta è quest'ultima sorpassando l'altezza

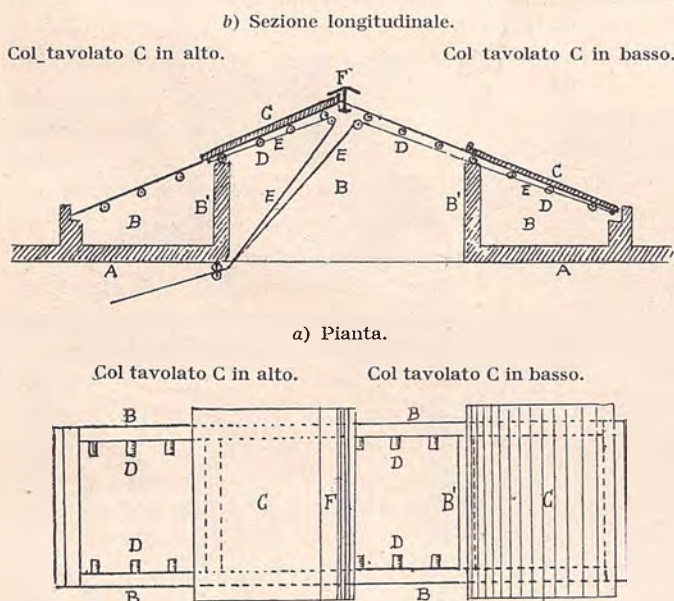


Fig. 58 a, b. — Sfiatatoio per la scena.

A, solaio a copertura della scena. — B, B', muretti formanti la tromba dello sfatatoio. — C, tavolati scorrevoli sui rulli D infissi nei muretti B. — D, rulli. — E, funi di canapa che in tensione tengono in alto i tavolati C. — F, cappello fisso sopra le teste superiori dei tavolati.

tenuti a posto, in modo da chiudere l'apertura, da funi di canapa, le quali scendono fino al punto ove sta un pompiere di guardia. In caso d'incendio o il fuoco raggiunge le funi e le brucia provocando lo scorrimento dei due pioventi che per proprio peso scendono sulle apposite guide, oppure il pompiere taglia le corde, che non più trattenute in basso liberano i due pioventi. Considerata la necessità che l'apertura sia grande, conviene fare due sfatatoi invece di uno solo, che riuscirebbe troppo massiccio. Così facemmo per *il teatro di Rovigo* (v. cap. XX), ove la corda dei due sfatatoi mette capo in uno dei locali laterali al proscenio, che servono di vedetta ai pompieri. Come si disse, la scena dev'essere più alta della sala, ciò che del resto avviene sempre quando si vuole che gli scenari si innalzino intieri, e se vi sono più graticciate, la inferiore dovrà essere disposta più in alto del soffitto della sala. Qualche regolamento prescrive che sia a m. 3 sopra il soffitto della sala. I camerini degli artisti e tutti gli altri locali annessi alla scena saranno da questa separati mediante grossi muri, privi di aperture, come già vedemmo nella descrizione dei teatri. Un corridoio circonda la scena ad ogni piano di camerini e in fondo ad esso, nella parte posteriore della scena, vi sarà per ogni lato una scala con rampe di m. 1,30 almeno e con diretta uscita all'esterno. Tale scala

della sala teatrale, tanto più prontamente fumo e fiamme salgono in alto sottraendosi alla vista del pubblico. Ma ne viene di conseguenza che i prodotti della combustione devono trovare immediato sfogo all'esterno e perciò sopra il palcoscenico vi dovrà essere un'apertura qualunque che si apra automaticamente, o per mezzo del personale di scena, dalla quale detti prodotti sfuggano. L'apertura dovrà avere una superficie di almeno un ventesimo della superficie della scena. Le fig. 58 a, b rappresentano un tipo di tali sfatatoi automatici. I due tavolati formanti pioventi, che possono essere a vetri, se occorre di illuminare la parte superiore della scena, sono trat-

sarà, o non, alla Palladio con o senza pianerottolo centrale di comunicazione, quale si vede nel *teatro dell'Opéra di Parigi* e nel progetto rappresentato nella Tav. IX, cap. XIX. Essa dovrà avere tutti i requisiti di una scala di sicurezza. Le pareti divisorie fra i camerini e fra questi e il corridoio che li disimpegna devono essere incombustibili e quindi si faranno di tavelloni di gesso o di gesso armato, o di Solomit, o di simili materiali già descritti. Pei macchinisti e attrezzisti, che devono salire ai piani di manovra della scena, vi saranno pure due scale, una per ciascun lato della scena, rinchiusa fra

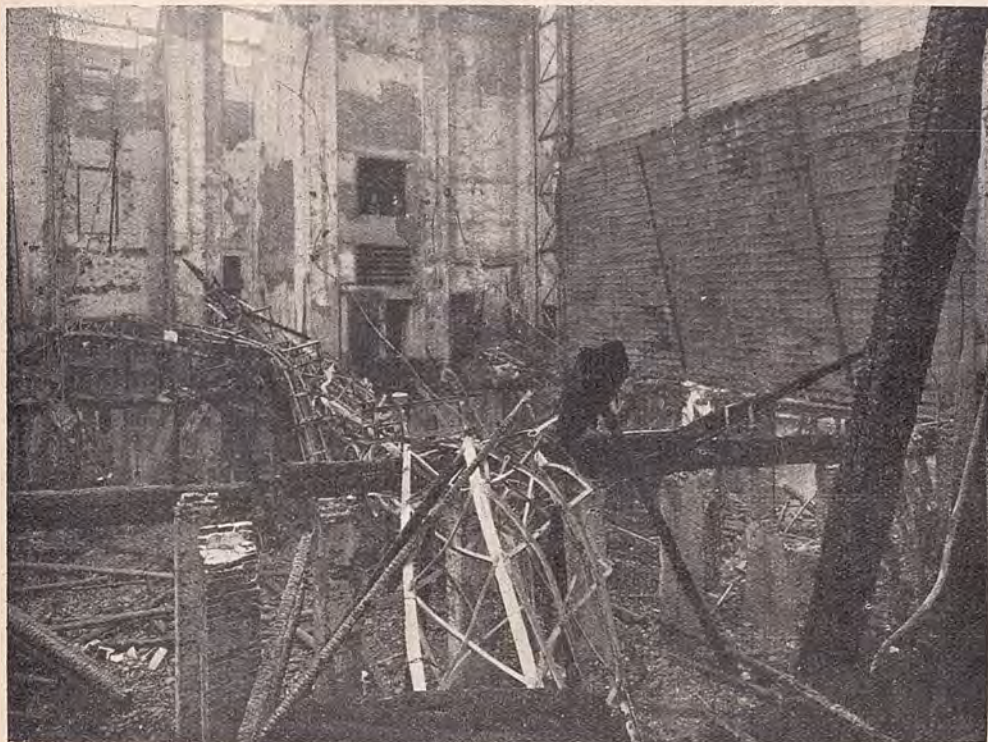
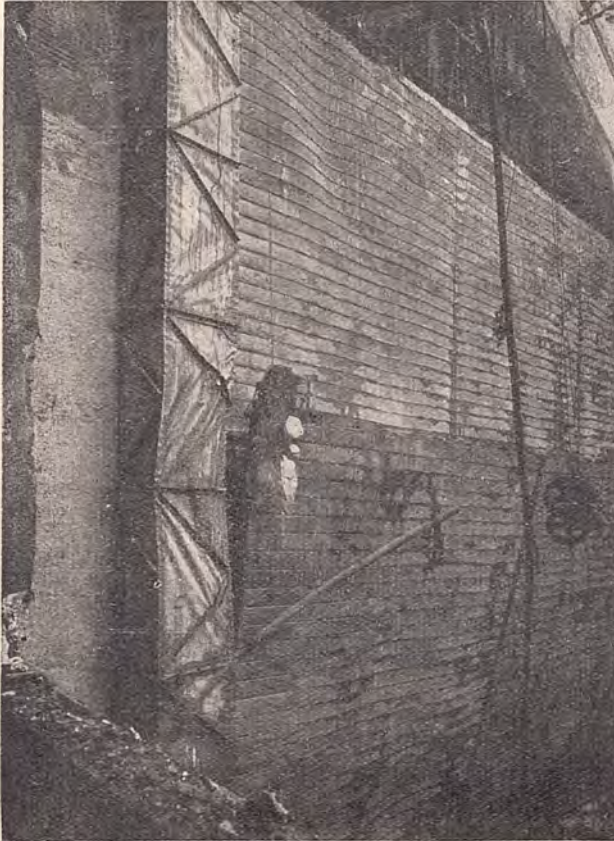


Fig. 59 a, b, c. — Veduta della scena dopo l'incendio del *teatro Comunale di Bologna*.

muri, con scalini di calcestruzzo armato, e rampe larghe almeno m. 0,90, e con porta incombustibile e a chiusura automatica su ciascun ballatoio.

L'apertura per il passaggio sulla scena degli artisti, ecc., sarà nella parete di fondo della scena, e siccome questa è generalmente provvista di un prolungamento, è sui fianchi di esso che vi saranno le porte di passaggio degli artisti in corrispondenza ai corridoi che circondano la scena. Per la grande altezza di questa difficilmente i corpi di fabbrica che le stanno intorno, contenenti i camerini e i locali che le sono annessi, hanno l'altezza di essa, e quindi fra il tetto di tali corpi (che è bene sia a terrazza) e la linea di gronda del corpo corrispondente alla scena si possono aprire nei suoi muri delle aperture, le quali servono non soltanto a illuminare la scena, ma in caso d'incendio come sfiatatoi, munendoli però di vetri che si spezzino facilmente. Fra il muro tagliafuoco di boccascena e quello anteriore del proscenio è conveniente lasciare uno spazio vuoto coperto da tetto incombustibile, o da terrazza, per isolare meglio la scena dalla sala: uno spazio conviene lasciare tra il muro anteriore della sala e quello posteriore del corpo di fabbrica contenente atrî, caffè, ridotto, ecc. (v. Tav. IX, fig. 407 c, del cap. XIX).

Sipari di sicurezza. — Quando l'incendio scoppia sul palcoscenico, si deve impedire che il fuoco si propaghi alla sala, e siccome non si può fare affidamento soltanto sugli sfiatatoi di scena e d'altra parte si ritiene conveniente di nascondere al pubblico, quanto meglio è possibile, la scena in fiamme, si provvede il boccascena di un *sipario* detto *di sicurezza*, da abbassare subito dopo manifestatosi l'incendio, impedendo così anche che il fumo invada la sala, aspirato dal camino del lampadario, ove esista, e da altre aperture, come già notammo.



b) Veduta del sipario verso la scena.

Le condizioni a cui deve soddisfare un sipario di sicurezza sono:

1° La perfetta ermeticità, cosicchè il fumo che si produce sulla scena non possa attraversarlo in nessuna sua parte e neppure sui fianchi di scorrimento.

2° Sia abbastanza resistente per non piegarsi sotto l'azione del calore e dei gas prodotti dal fuoco, ma senza riuscire di eccessivo peso.

3° Il suo abbassamento avvenga nel più breve tempo possibile, ma non però a modo di precipitosa caduta, e una volta abbassato chiuda completamente tutta l'apertura del muro di boccascena, sia essa ad arco o ad architrave massiccio.

4° Contemporaneamente alla sua discesa si produca un segnale acustico per avvertire il personale di scena che il sipario è in moto.

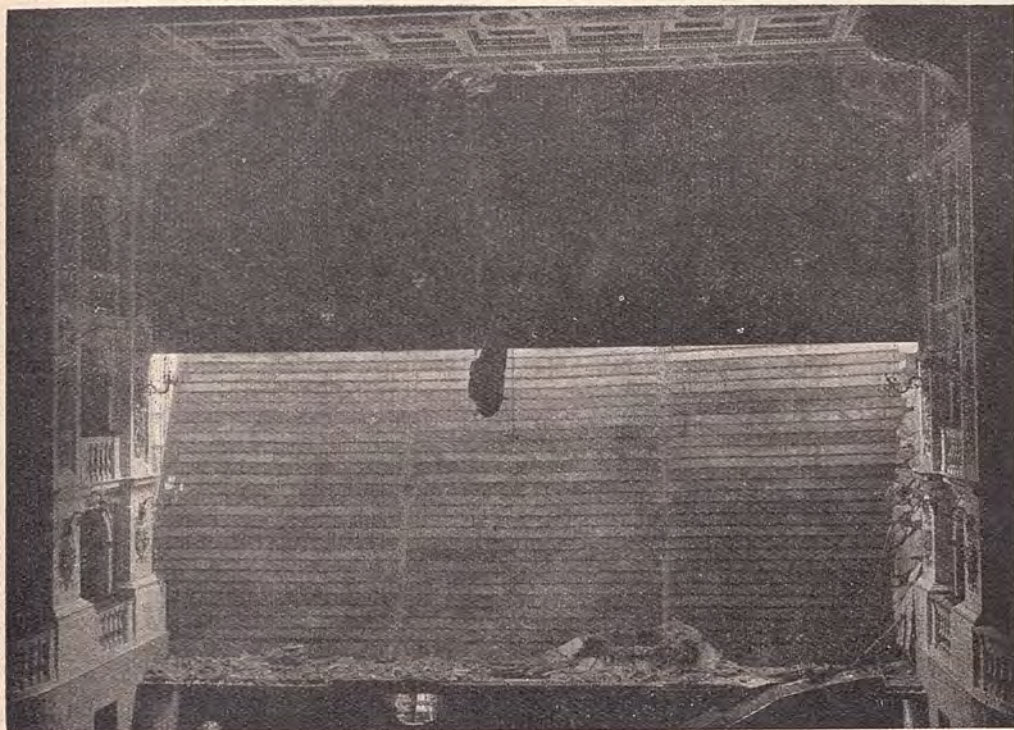
5° Il movimento avvenga nel modo più semplice, senza

complicati meccanismi, i quali vanno soggetti facilmente a guasti, anche improvvisi; impedendo od ostacolando l'azionamento del sipario nel momento critico. Tali meccanismi sono, di solito, anche di difficile mantenimento, necessario a impedirne l'arrugginimento, o per cambiare le parti consumate, ecc.

Molti furono i sistemi ideati da quando apparvero i primi sipari nel 1782 a Lione e a Londra, e molti fra essi si mostrarono impari allo scopo, sia per la poca loro resistenza, sia per il mancato funzionamento nel momento del pericolo, come avvenne in parecchi casi.

È però da notare che quando la scena è diventata una fornace, difficilmente qualsiasi genere di sipario potrebbe continuare a resistere: il suo scopo è soprattutto quello di resistere bene fino a quando il pubblico abbia sgomberata la sala e i pompieri abbiano potuto iniziare efficacemente l'opera di spegnimento: non ultimo suo scopo però è quello di salvare la sala. Questo appunto avvenne nell'incendio del

Comunale di Bologna (1), ove il sipario di sicurezza resistè bene per un paio d'ore, permettendo di salvare la sala dovuta al Bibiena. Soltanto dopo tale tempo il sipario cedette (fig. 59 a, b, c), lasciando passare lateralmente le fiamme che distrussero e danneggiarono qualche strumento dell'orchestra. Questo fatto prova l'assoluta utilità del sipario di sicurezza, ma le fig. 59 b, c mostrano il danno derivante da un sipario che non chiuda completamente il vano superiore al mantello d'Arlecchino. Infatti nella fig. 59 b si vede che tale vano ha subito già gli effetti dell'incendio, il quale non si



c) Veduta del sipario verso la sala.

è propagato alla sala perchè dalla scena alla sala non si formò corrente d'aria sufficiente a dirigere verso la sala le fiamme; e nella fig. 59 c si vede il soffitto del boccascena che cominciava già a rovinare.

(1) Quest'incendio, che distrusse completamente il palcoscenico appena finito di sistemare con impianti modernissimi, si può dire dovuto a trascuratezza e alla insufficienza e mancanza di provvedimenti di sicurezza. Di fatto il teatro era provvisto soltanto di estintori a mano; non vi si faceva la ronda nè quindi vi erano orologi di verifica: il servizio dei pompieri e di ronda veniva fatto soltanto durante le rappresentazioni, epperò essi mancavano nella sera dell'incendio, essendovi stata soltanto la prova della « Vedova scaltra »; il palcoscenico non aveva sfiatatoio nel tetto, ma soltanto finestre laterali prive di alcuni vetri: esistevano lampade di sicurezza alimentate da accumulatori: il sipario era del tipo detto *invulnerabile*, formato con lamiere larghe 10 - 12 centimetri imboccate una nell'altra, ma era privo di irroramento: nè sopra nè sotto alla bocca d'opera vi era una chiusura di sicurezza, cosicchè il fuoco potè invadere il sottopalco e passare sopra il sipario incominciando l'opera sua distruggitrice nell'orchestra e sopra il proscenio. Siccome l'impianto elettrico era stato eseguito con tutte le norme di sicurezza, tanto che le cabine elettriche furono trovate intatte e pronte a funzionare, e l'impianto di riscaldamento ad acqua calda era separato affatto dal palcoscenico, così la causa non potè attribuirsi che a un mozzicone di sigaro, o sigaretta, gettato distratamente contro qualche decorazione di carta.

Le lamiere metalliche lisce o ondulate, le reti metalliche a maglie larghe cm. 2-4, oppure a maglie piccole come quelle delle lampade Davy dei minatori, sia libere,

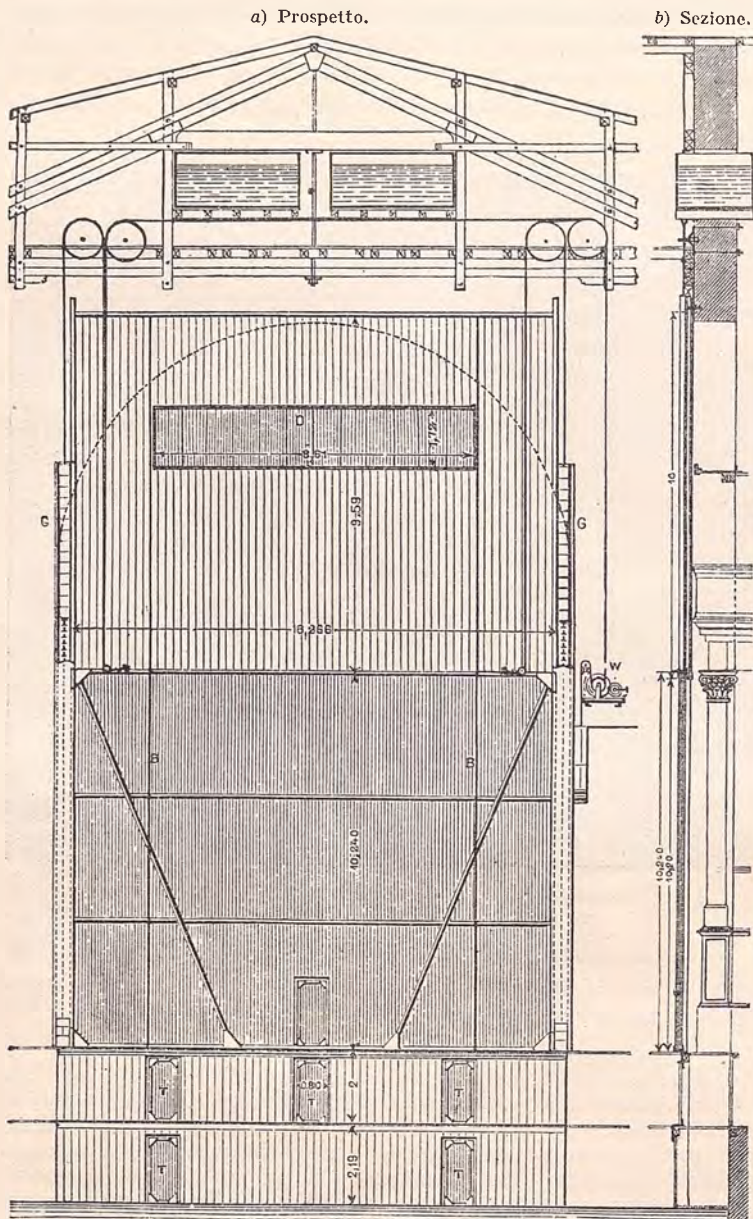


Fig. 60 a, b. — Sipario metallico di sicurezza del teatro di Corte di Brunswick.

B, chiavarde di collegamento. — G, contrappesi. — W, arganello. — O, apertura chiudibile. — T, porte nella parte fissa del sipario, sotto il palcoscenico.

per m². Se a tale peso si aggiungono quelli della incorniciatura, delle lame di rinforzo, dei dispositivi per la chiusura ermetica, il peso totale diventa di circa kg. 24 per m².

sia con sovrapposto strato di impasto incombustibile, l'amianto, usato specialmente in parecchi teatri americani, furono volta a volta adottati, o proposti per sipari di sicurezza. Circa le lamiere metalliche, si richiede che il sipario nel suo complesso potesse sopportare una pressione fino a kg. 90 per m², affine di resistere alla pressione dei gas prodotti dal fuoco, la quale può assumere in tempo brevissimo una forza tale da lanciare il sipario nella sala, come avvenne nell'incendio del teatro Nazionale di Berlino del 1883. Si riconosce che la lamiera ondolata è migliore di quella liscia e che conviene meglio la ondulazione verticale della orizzontale. Per questo genere di sipari si adottò generalmente una ondulazione di mm. 50 di altezza e di larghezza, con mm. 1 di grossezza e un peso di circa kg. 12

Riguardo al movimento, si costruirono sipari tanto di un pezzo solo, se ciò era consentito dall'altezza della scena a partire dall'architrave del boccascena, quanto in due o tre pezzi, di cui l'inferiore, salendo, veniva a urtare contro il soprastante sollevandolo, e questo a sua volta sollevava il terzo. Di quelli in due pezzi, si fece pure salire il superiore e discendere sotto il palco l'inferiore, se ciò permetteva il sottosuolo.

Molti sipari funzionano con contrappesi e arganelli, e qui potremmo citarne parecchi, quali i sipari del *teatro Comunale di Posen*, del *Walhalla di Berlino*, del *teatro di Halle*, del *teatro di Corte a Brunswick* (fig. 60), del *teatro Drammatico di Berlino* (fig. 61); noi però crediamo assai più convenienti i sipari con funzionamento idraulico, poichè evitano meccanismi più o meno complicati e facilmente soggetti a guasti.

Nel sipario del *teatro di Brunswick* la parte superiore è fissa e in essa vi è un'apertura O chiudibile, che corrisponde al locale degli scenografi. La parte mobile è in un sol pezzo e B sono le chiavarde ad asta, colleganti porzioni del sipario mobile, il quale è azionato dall'arganello W e dai contrappesi G. Sotto il palcoscenico, in corrispondenza del boccascena, vi è pure una chiusura metallica fissa, nella quale vi sono le cinque porte T. Nel sipario del *teatro Drammatico di Berlino* la chiusura superiore del boccascena è ottenuta come nel precedente sipario, ma la parte mobile è in due pezzi,

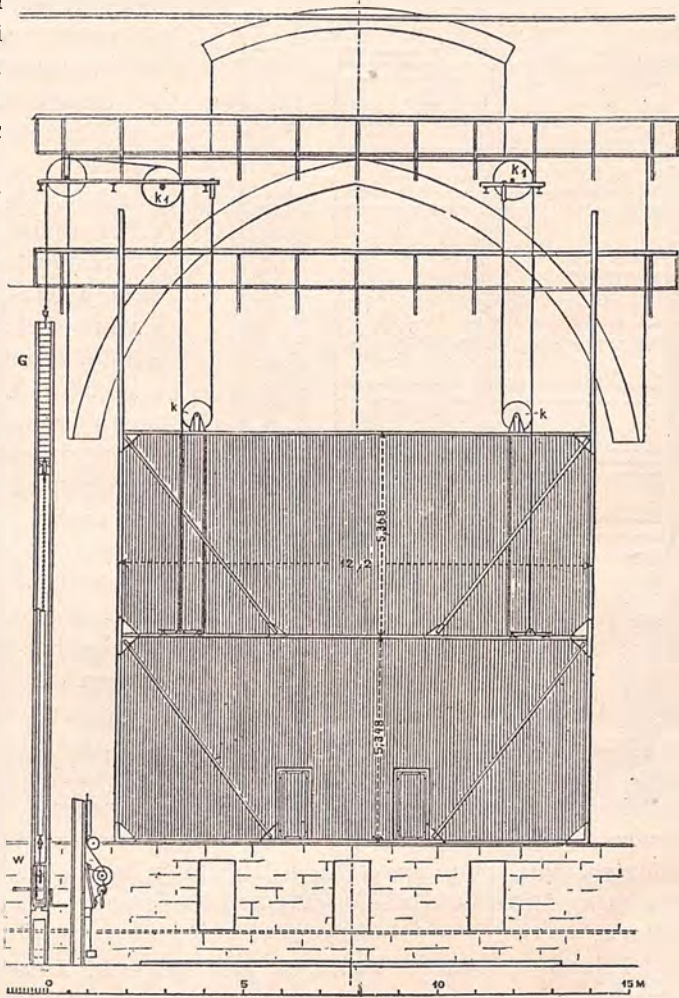


Fig. 61. — Sipario metallico del *teatro Drammatico di Berlino*.
W, arganello. — G, contrappeso. — K, K₁, carrucole folli.

l'arganello W è collocato nel sottoscena, il contrappeso G è da un lato soltanto, ed è attaccato all'arganello mediante una catena: le carrucole folli K e K₁ hanno per effetto di far raggiungere alle due porzioni del sipario contemporaneamente la loro posizione finale.

La Società Leonardo da Vinci di Milano costruisce due tipi di sipari: uno detto *lamellare*, di lamiera ondulata; l'altro *tubulare*, formato da una serie di tubi a sezione circolare collegati e raccordati fra loro con striscie della stessa lamiera aventi curvatura cilindrica opposta alla loro, per modo che l'insieme prende l'aspetto di una doppia parete ondulata. Di questo tipo sono i sipari del *teatro della Scala di Milano* e del

teatro San Carlo di Napoli, teatri recentemente restaurati e ampliati secondo le descrizioni fattene nel cap. XIX. Le fig. 62 *a, b* rappresentano in sezione una porzione della serranda formante sipario. Ogni serie di 5 tubi ha un legamento orizzontale e altre legature vi sono in senso verticale. Indipendentemente dal tipo strutturale, questi sipari sono a chiusura automatica rapida o lenta. La maggior rapidità implica l'ado-

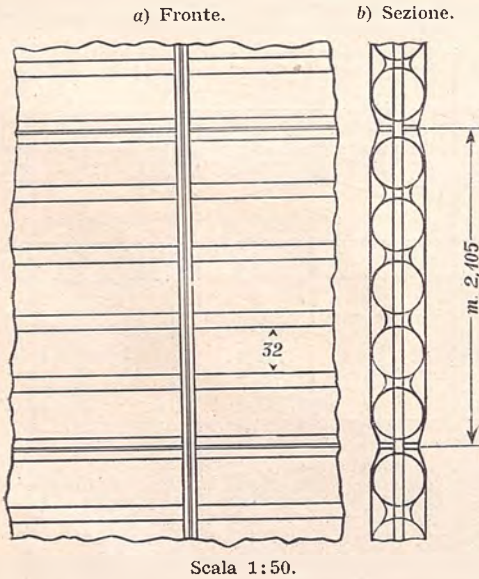


Fig. 62 *a, b*. — Porzione del sipario tubulare del teatro San Carlo di Napoli.

zione di particolari congegni di frenatura di tutte le masse in movimento, congegni superflui e ridotti a semplici molle quando la velocità di chiusura è piccola, soprattutto in relazione con le dimensioni della serranda e quindi con il peso di essa. La serranda, che può essere di un sol pezzo, cioè semplice, o di varî pezzi, cioè multipla, è parzialmente contrappesata, e il contrappeso, a seconda delle dimensioni della serranda e delle condizioni particolari dell'impianto, è semplice o doppio. La manovra ordinaria di salita e discesa del sipario si effettua per mezzo di un argano elettrico irreversibile, ed è comandata da una manovella come per un montacarichi. La discesa, o chiusura automatica, avviene per gravità, senza bisogno di alcun motore, liberando il legame fra argano e serranda, ciò che si ottiene nel modo più semplice tirando una maniglia, nella stessa maniera secondo cui si aziona il segnale d'allarme nelle carrozze ferroviarie. Di questi sipari sono provvisti a Milano i teatri *Excelsior*, *Trianon*, *Manzoni*, oltre la *Scala*, e a Venezia il teatro della *Fenice*.

I sipari di rete metallica, se non lasciano passare le fiamme, non trattengono il fumo, nè impediscono al pubblico di vedere il fuoco. Essi poi sono di troppo debole resistenza e arroventandosi si deformano assai più presto di quelli di lamiera, ancorchè rinforzati da sbarre metalliche a T semplice, o doppio. Per impedire il passaggio del fumo e l'arroventamento, si deve ricorrere a una pioggia sulla faccia interna del sipario o sulle sue due faccie. Essa è ottenuta con tubi bucherellati, o aventi una fessura, che si riempiono continuamente d'acqua proveniente dalla condotta generale del teatro o da un'apposita condotta, così disposta da non essere raggiunta dal fuoco, oppure da serbatoi collocati sopra il proscenio, come si vede nel teatro di *Rovigo* (cap. XIX) e nel progetto di teatro riprodotto nella Tav. IX dello stesso cap. XIX.

zione di particolari congegni di frenatura di tutte le masse in movimento, congegni superflui e ridotti a semplici molle quando la velocità di chiusura è piccola, soprattutto in relazione con le dimensioni della serranda e quindi con il peso di essa. La serranda, che può essere di un sol pezzo, cioè semplice, o di varî pezzi, cioè multipla, è parzialmente contrappesata, e il contrappeso, a seconda delle dimensioni della serranda e delle condizioni particolari dell'impianto, è semplice o doppio. La manovra ordinaria di salita e discesa del sipario si effettua per mezzo di un argano elettrico irreversibile, ed è comandata da una manovella come per un montacarichi.

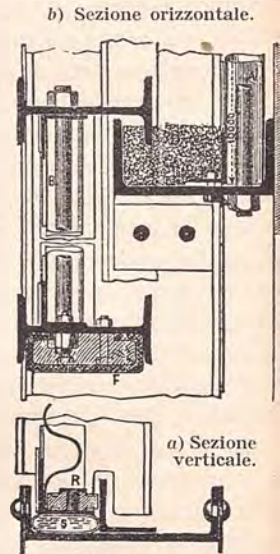


Fig. 63, *a, b*.

Ermeticità delle parti dei sipari di sicurezza ottenuta colla sabbia (sipario del teatro di Corte di Brunswick, fig. 60).

A, aste a chiave per sospendere il canaletto contenente la sabbia. — B, aste a chiave di collegamento delle travi orizzontali del sipario. — F, piede di appoggio sul palcoscenico. — S, tubo di gomma ripieno d'acqua.

Anche i sipari di lamiera dovrebbero essere continuamente annaffiati, e in certi sistemi le guide laterali del sipario si provvedono di tubi di gomma riempiti d'acqua, i quali servono tanto per la ermeticità, quanto per impedire l'arroventamento delle guide stesse. L'ermeticità dei giunti orizzontali che vengono a formarsi nei sipari divisi in più parti è ottenuta con la sabbia, nella quale pescano gli orli dei pezzi sovrappoventisi (fig. 63 a, b).

Una Commissione viennese propose appunto l'irroramento del sipario mediante una traversa superiore alimentata dall'acqua ascendente in due colonne verticali, guide del telone, munita di tappi fusibili, i quali fondendosi quando il calore dell'incendio raggiungerebbe quel grado che comprometterebbe la resistenza del sipario, lascerebbe libero sfogo all'acqua. Il movimento del sipario sarebbe idraulico, ma nel caso in cui l'acqua della condotta cittadina mancasse, il telone non potrebbe innalzarsi, oppure si abbasserebbe da sè, poichè l'apparecchio sarebbe così disposto da mantenerlo a fondo di corsa soltanto quando agisce la pressione dell'acqua.

Siccome una fitta pioggia non può essere attraversata nè da fiamme nè da fumo, così al principio del 1889 nel *teatro Jodrel* di Londra venne sostituito al sipario metallico un sipario d'acqua detto « Niagara ». Consta di circa 500 getti di acqua che si incrociano in modo da formare come una cascata. È senza dubbio un sipario economico, di funzionamento sicuro, che non si arroventa nè fa aumentare il calore, nè alimenta l'incendio, ma tende anzi a spegnerlo. Però è necessario assicurarsi che in qualunque momento non venga a mancare l'acqua. Si rimprovera a un siffatto schermo di lasciar visibile l'incendio della scena, ma contro l'opinione di coloro che preferiscono nascondere, sta quella di coloro che ritengono miglior partito lasciar vedere che si provvede a domare il fuoco, ciò che serve a infondere nel pubblico un certo senso di sicurezza e

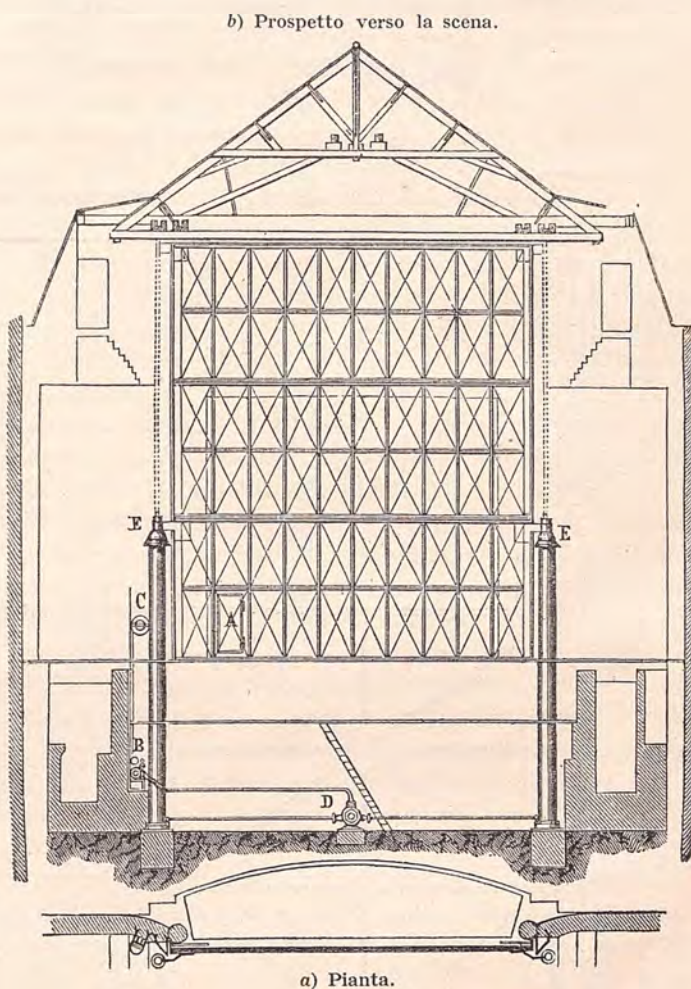


Fig. 64 a, b.
 Sipario di sicurezza del teatro di Lilla ad azione idraulica.
 A, porticina. — B, distributore dell'acqua. — C, ruota dentata a mano vella. — D, sfera alimentatrice. — E, teste degli stantuffi.

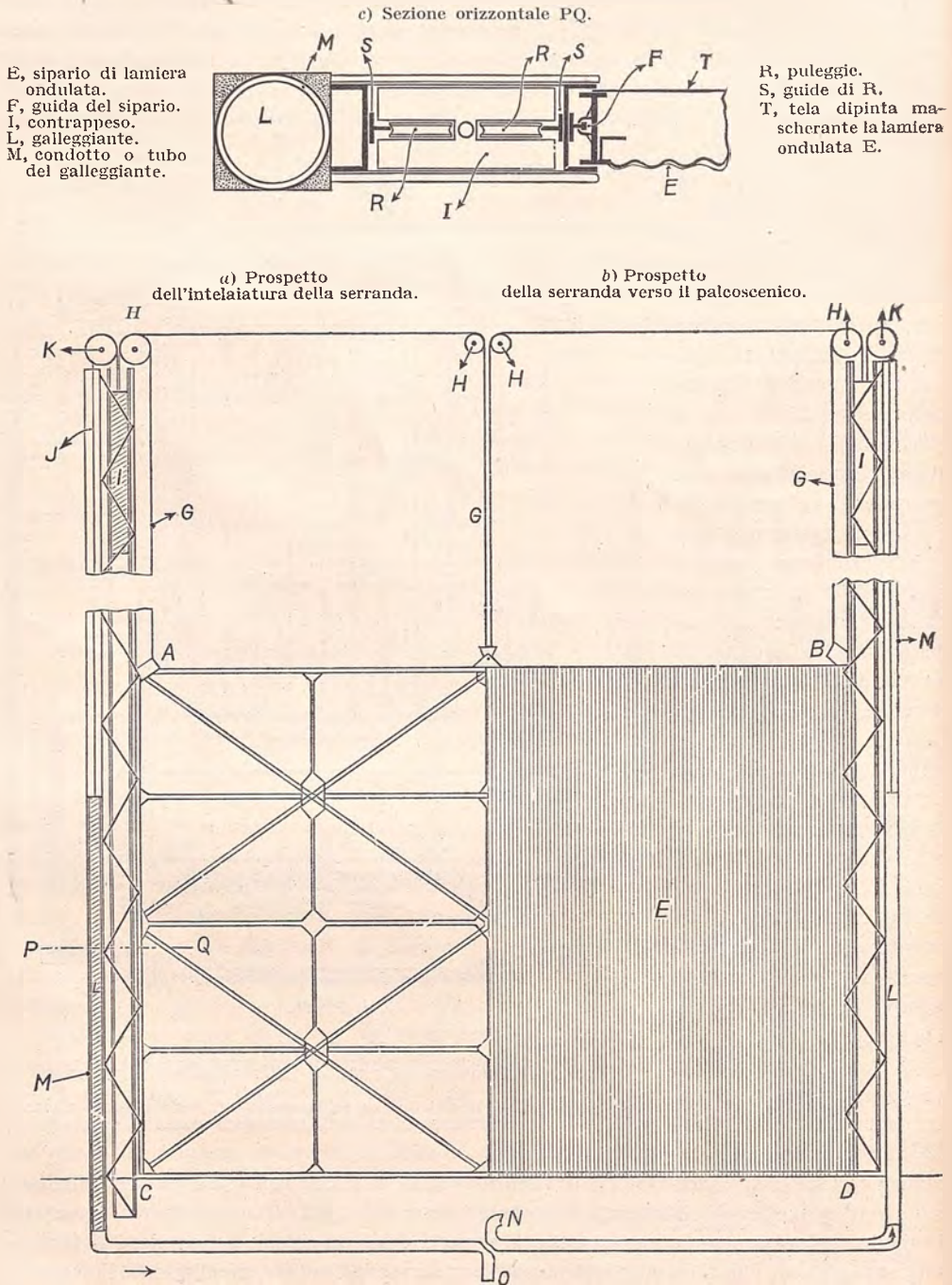


Fig. 65 a, b, c. — Sipario di sicurezza nel teatro Malibran di Venezia (sistema M. F. Donghi e Bevilacqua).

A B C D, telaio metallico a cui è applicata la lamiera ondulata E. — G, funi per il sollevamento del sipario. — H e K, pulleggie. — I, contrappesi. — L, galleggianti scorrenti nei condotti M. — N, condotto dell'acqua di scarico. — O, condotto dell'acqua di scarico.

a rendere così meno precipitosa e disastrosa la sua fuga. D'altra parte costoro osservano pure che al primo accenno del fuoco il pubblico per fuggire volge il dorso alla scena, essendochè le uscite sono generalmente opposte ad essa, o sui fianchi del teatro, ma piuttosto discoste dal proscenio.

Le fig. 64 *a, b* rappresentano il sipario di sicurezza del *teatro di Lilla* composto di tre parti di uguale altezza. Nella inferiore, mobile come la mediana, mentre la superiore è fissa, è praticata una porta A che si chiude ermeticamente. Il *teatro Nazionale di Berlino* aveva un sipario di lamiera ondulata che cadde nella sala, come già ricordammo, forse perchè era fissato a un contorno di legno del boccascena, e in esso vi era una porta simile all'accennata. Siccome si crede che tale porta abbia favorito il passaggio del fuoco, così è meglio sopprimere simili porte, e se è veramente indispensabile una comunicazione fra la scena e la sala, si aprirà una porta sui fianchi di muratura del proscenio, munendola però di battente di sicurezza a chiusura automatica. La lamiera adoperata per il sipario di Lilla ha la grossezza di mm. 1 ½ ed è rinforzata da rigide sbarre orizzontali e verticali rilegate da tiranti a croce di S. Andrea. Il peso totale del sipario è di kg. 6500. La manovra è la seguente: in C vi è una ruota dentata a manovella, girando la quale si agisce, per mezzo di una dentiera, sul distributore B dell'acqua, in cui si trova la valvola a cassetto di immissione dell'acqua alla pressione di tre atmosfere. Il cassetto si apre e l'acqua penetra subito nella sfera alimentatrice D, da cui essa si distribuisce in quantità uguali nei due condotti che comunicano con la base dei due cilindri E che si vedono a destra e a sinistra, contenenti gli stantuffi. Quando il telone è abbassato, come in figura, gli stantuffi sono completamente nascosti dai cilindri, dai quali emerge solamente la loro testa E; ma allorchè l'acqua entra dal disotto nei cilindri, li spinge in alto facendo sollevare la lamiera inferiore mediante i forti orecchioni ad essa attaccati. La lamiera salendo passa sopra quella mediana, ma giunta al sommo di questa e continuando l'ascensione degli stantuffi, la solleva, poichè la sua traversa inferiore viene a combaciare con quella superiore della lamiera più bassa. Le due lamiere così addossate vanno infine a sovrapporsi a quella fissa, che chiude completamente anche la parte sovrastante al mantello d'Arlecchino, ciò che non fu fatto in certi teatri, sicchè nonostante il telone di sicurezza abbassato, il fuoco si comunicò alla sala passando sopra al telone stesso, come avvenne, per es., nell'incendio del *teatro di Stockton*, già ricordato, e in quello di *Windsor* (febbraio 1908). Se non si vuole chiudere il vano fra il mantello di Arlecchino e l'arcone, che di solito sostiene la restante muratura fino al tetto, con una parte fissa del telone di sicurezza, lo si chiuderà con un tramezzo di calcestruzzo armato, sorretto da un'architrave pure di calcestruzzo armato. Nella figura è indicato con linea piena il rettangolo corrispondente all'apertura del boccascena. La salita del sipario di Lilla avviene in 5 minuti; la discesa, che si opera vuotando i cilindri dall'acqua, per cui il telone discende per proprio peso, avviene in circa 25 secondi. Questa rapidità di discesa, che non è una caduta, poichè l'acqua che si abbassa nei cilindri agisce da freno, difficilmente si può ottenere con apparecchi meccanici. Come si vede, il funzionamento di questo sipario è semplicissimo e sicuro.

Azionato idraulicamente fu pure il telone costruito dall'Edoux per il *teatro della Comédie Française*, e quello del *teatro di Wiesbaden*, e recentemente lo è il sipario del *teatro Malibran di Venezia* (v. cap. XIX).

Quest'ultimo sipario (del sistema brevettato M. F. Donghi e Bevilacqua) è rappresentato in modo schematico colle fig. 65 *a, b, c* ed è costituito da un'ossatura di travi di ferro, rivestita verso il palcoscenico di lamiera ondulata E a ondulazione verticale. Verso la sala l'ossatura è mascherata da una tela comune T, che può essere dipinta così da dare l'apparenza di un sipario normale. Il sipario ABCD scorre fra due guide F ed è

appeso per mezzo di funi metalliche G alle carrucole superiori H fissate nella trave a traliccio superiore, non indicata nella figura. Le stesse funi G sono collegate all'altro estremo ai due contrappesi laterali I, i quali a lor volta, per mezzo della fune metallica J, avvolgente le carrucole K, sono attaccati ai galleggianti di forma cilindrica L, scorrenti entro l'apposito condotto M, di sezione circolare. I contrappesi I hanno sul piano verticale mediano longitudinale due coppie di ruote R che scorrono sulle apposite guide S. Per alzare il sipario si introduce

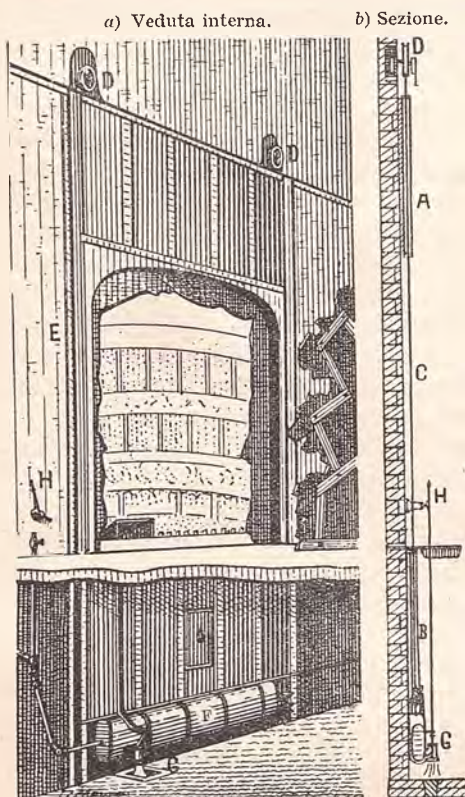


Fig. 66 a, b. — Sipario di sicurezza ad azione idraulica del teatro di Halifax.

A, B, telaio superiore e inferiore del sipario.
 --- C, catene riunenti i due telai A, B. — D, puleggia per le catene C. — F, serbatoio d'acqua.
 --- G, robinetto. — H, tubi articolati.

l'acqua in pressione sotto ad ambedue i galleggianti mediante il tubo N (in disegno se ne vede la metà). Sollevandosi i galleggianti e cessando il preesistente equilibrio corrispondente al sipario abbassato, quando cioè la somma dei pesi del sipario e dei galleggianti supera la somma dei pesi dei contrappesi I, il sipario si innalza, poichè allora la somma dei pesi di I vince quella del peso del sipario e dei galleggianti. Per abbassare il sipario si scarica l'acqua dal tubo O (disegnato soltanto per metà). La pressione dell'acqua necessaria al funzionamento è piccola, perchè basta quella corrispondente a una colonna d'acqua alta circa due volte l'altezza del sipario. Regolando l'apertura del robinetto della condotta di alimentazione o di scarico, si può variare la velocità di ascesa o di discesa del sipario. Se questo, per esempio, fosse di m. 9×13 e pesasse ql. 34, il funzionamento avverrebbe con contrappesi di ql. 20,5 ciascuno e con galleggianti lunghi m. 8, del peso di ql. 5 circa ciascuno, aventi un diametro di cm. 22 e uno spostamento di ql. 3. A sipario abbassato la somma dei pesi del sipario e dei galleggianti sarebbe di $34 + 5 + 5 = 44$, cioè superiore di ql. 3 alla somma dei pesi di I ($20,5 + 20,5 = 41$). Inizandosi la introduzione dell'acqua, ciascun galleggiante riceve una spinta dal basso all'alto che ne alleggerisce il peso di ql. 3, per cui la somma dei pesi del sipario e dei galleggianti ($34 + 2 + 2 = 38$) è minore di quella dei contrappesi (ql. 41) di ql. 3 e il sipario si innalza. Nel caso considerato i ql. 3 sono più che sufficienti per vincere gli attriti. Il sistema può applicarsi anche a sipari in due o più pezzi.

Un telone idraulico ancora più semplice è quello del teatro di Halifax, rappresentato nelle fig. 66 a, b. È costituito da due telai di lamiera di ferro rinforzata da striscie di ferro piatto; nell'apertura del sipario uno dei telai si innalza sopra il mantello di Arlecchino e l'altro discende sotto al palco. I due telai sono riuniti da catene C accavalcantisi sopra puleggie D, solidamente fissate a ferri a I ancorati nella muratura. Il peso dei telai è calcolato in modo che quello inferiore, discendendo, faccia salire l'altro e che il loro congiungimento chiuda intieramente e perfettamente il boccascena. Il telaio B porta nella sua parte inferiore un serbatoio F, ordinariamente ripieno d'acqua; basta il peso

addizionale del serbatoio e dell'acqua perchè il telaio B sia più pesante dell'A e tenga questo sollevato. Quando si vuol chiudere il boccascena, si agisce sulla leva del robinetto G, il serbatoio F si vuota e il peso di A, diventando superiore a quello di B, fa salire questo, mentre A discende, e i due telai vengono a incontrarsi, scorrendo sulle guide E. Per la manovra inversa basta mandare nel serbatoio F l'acqua per mezzo di tubi articolati H, che seguono B nel suo movimento. Il peso di B supera allora quello di A e i due telai si separano. La prima manovra richiede circa 8 secondi e l'altra circa un minuto. Alla grande semplicità questo sistema congiunge il vantaggio di non richiedere contrappesi, necessari per altri sistemi idraulici.

Il sipario di sicurezza deve potersi far funzionare da più di un punto, tanto, cioè, dalla cabina del pompiere di guardia, quanto da un altro punto della scena e da un punto della sala, in cui stia una persona appositamente destinata a premere il bottone della trasmissione elettrica, che fa agire i robinetti dell'apparecchio idraulico. È una precauzione da non trascurarsi, poichè può accadere che, o per negligenza o per disgrazia, il sipario non si faccia funzionare dalla scena. Nel *teatro Nazionale di Budapest* la guardia addetta al sipario metallico non può uscire dal suo stanzino, chiuso dall'esterno, senza aver manovrato le leve del sipario, oppure facendosi aprire dal personale di scena.

Il sipario metallico nell'abbassarsi non deve incontrare nessun ostacolo che ne arresti la discesa, come avvenne nell'incendio del *teatro Iroquois*, e deve farsi funzionare ogni sera, abbassandolo a spettacolo finito e rialzandolo soltanto quando questo si inizia, avendo però cura di averlo rialzato e riabbassato qualche tempo prima, per assicurarsi che non vi siano guasti e per poterli al caso riparare in tempo. Certo è che coi sipari idraulici questa eventualità è assai difficile che si avveri, ma anche per essi vi sono robinetti suscettibili di guasti, epperò si deve ricordare che la prudenza non è mai troppa. Un singolare sipario è quello ideato da L. C. Tiffany per il teatro di Mexico. È costituito da tante formelle quadrate di un vetro speciale in cui entrano parecchi metalli. Hanno lato di cm. 3 e sono incastonate in un telaio di acciaio. Un milione circa di tali formelle coprono una superficie di m² 230, che pesa circa tonn. 87. Il sipario è mosso idraulicamente e tanto nella salita quanto nella discesa impiega 6 o 7 secondi. La vetrata è dipinta e rappresenta un paesaggio messicano.

Trattando del riscaldamento e della ventilazione dei teatri (v. cap. XIX), abbiamo notato quali siano gli effetti dell'aspirazione dall'alto al basso o viceversa, e delle correnti d'aria che si formano con un sistema qualsiasi di ventilazione. Abbiamo detto che conviene sopprimere il camino centrale di aspirazione nel soffitto della sala, ma nei riguardi della sicurezza invece sarebbe conveniente che tale camino esistesse, purchè normalmente chiuso, ed apribile invece soltanto quando il fumo prodottosi nella scena passasse nella sala per mancato funzionamento del sipario di sicurezza. Basta perciò munire la sua bocca nel soffitto con un battente a cerniera, che cada in basso quando venga tagliata, dall'apposito personale di scena, la corda che lo trattiene chiuso, o questa sia bruciata dal fuoco sviluppatosi sulla scena. Tale corda può metter capo nello stesso stanzino del pompiere di guardia in cui termina anche la corda degli sfiatatoi sul tetto della scena.

A questo proposito ricordiamo la disposizione da noi adottata pel *teatro di Rovigo* e nel progetto di teatro contenuto nella Tav. IX, cap. XIX, secondo la quale ai lati del proscenio vi sono delle scale a prova di fuoco, destinate ai pompieri, che possono, per mezzo di spie nei muri, chiuse da vetro infrangibile al calore e al fuoco, invigilare tutta la scena, la sala teatrale e anche le scale di sicurezza per il pubblico. È a questi pompieri che è affidata la manovra del sipario di sicurezza, degli sfiatatoi sul tetto, dei tubi a pioggia, ecc. Tali manovre però dovrebbero pure poter eseguirsi dai pom-

pieri sulla scena, i quali devono essere in comunicazione coi pompieri, di cui è detto sopra, mediante appositi segnali.

Vi è chi ritiene conveniente che lo stesso sipario di sicurezza, quando si abbassa, faccia funzionare gli sfiatatoi di scena e i tubi per la pioggia, ma pare a noi che

ciò non sia conveniente, poichè, dovendosi far funzionare seralmente il sipario, si avrebbero delle piogge intempestive.

Come già notammo, assai difficilmente il fuoco si manifesta nella sala e nei locali destinati al pubblico, specialmente quando si siano aboliti pannelleggiamenti, ecc., i quali poi, oltre che poter essere causa di incendio, ne favoriscono la propagazione. Tutti i sedili della platea, delle gallerie, degli anfiteatri saranno metallici e ribaltabili (v. cap. XIX), con imbottitura di crine animale; i sedili dei palchi, ove questi esistano, dovranno pure essere incombustibili.

Abbiamo esposto le ragioni che condussero a disporre l'orchestra ribassata: ad esse è da aggiungere quest'altra: che se le fiamme uscissero dal boccascena, siccome tendono ad alzarsi, più facilmente risparmierebbero l'orchestra e gli strumenti in essa contenuti, soprattutto nel caso in cui molta parte dell'orchestra fosse rientrate sotto il palcoscenico.

Qui cade in acconcio un'importante osservazione. Quando l'incendio divampa nella scena, può darsi che il fuoco incendiando il piano del palco invada il sottopalco e di qui l'orchestra passando così nella sala, a dispetto del sipario di sicurezza abbassato e chiudente il boccascena. È ciò che appunto avvenne nell'incendio del *teatro Comunale di Bologna*. Peggio poi se il fuoco scoppiasse nel sottopalco, o nei sottopalchi. Perciò il sipario dovrebbe chiudere non soltanto il boccascena, ma anche la parte di sottopalco che corrisponde all'orchestra. Ora nello stesso modo che dev'essere chiusa, come vedemmo, con parete

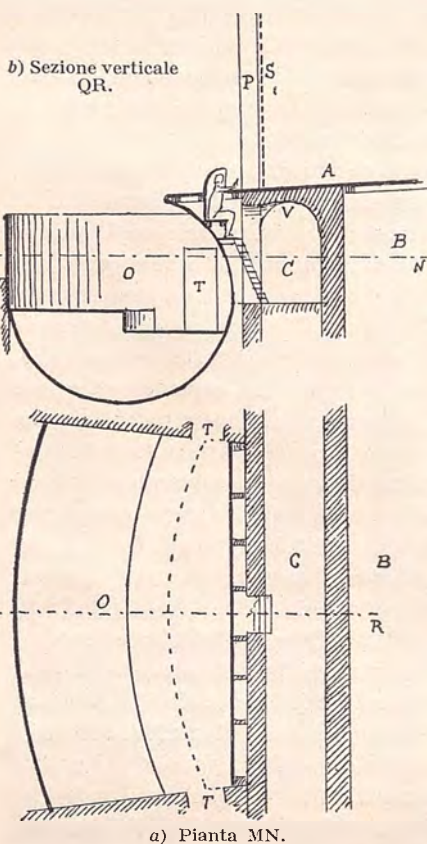


Fig. 67 a, b. — Corridoio di sicurezza nel sottoscena. Il sipario di sicurezza S si arresta su A.

A, piano del palcoscenico. — B, sottopalco. — C, corridoio di sicurezza. — S, sipario di sicurezza. — O, orchestra. — P, spalla del boccascena. — V, volta di C. — T, porte di sicurezza dei musicisti.

fissa incombustibile la parte superiore del boccascena fino al tetto, così si farà per la detta parte di sottopalco. Ma abbiamo anche detto che per la salvezza dei musicanti e dei macchinisti, che sono nei sottopalchi, è conveniente vi sia un corridoio a prova di fuoco, al disotto del proscenio, sboccante all'esterno e coperto da robusta volta (fig. 67 a, b), con sovrastante tavolato al piano del palcoscenico. Esso impedirà al fuoco di raggiungere l'orchestra. Se il sipario è idraulico, come quello di Halifax, cioè se la sua metà inferiore discende sotto al palcoscenico, allora il corridoio si disporrà come nella fig. 68 e la porzione *ab* del sipario avrà superiormente un'aletta metallica coperta di legno che chiuderà la fessura in *a* del tavolato del palcoscenico per il passaggio del sipario quando discende. Inferiormente avrà un'alletta metallica per la chiusura della fessura stessa quando la porzione *ab* si innalza.

e) Per attaccare l'incendio da ogni parte e combatterlo energicamente, si ricorre, come di solito, all'acqua. Prima di tutto si deve disporre di un'abbondante dotazione di acqua alla pressione di 3÷4 atmosfere, acqua che dev'essere pulita e conservarsi tale. Ove non esista condotta pubblica, già dicemmo che si ricorre a serbatoi, di cui però non è tanto facile il collocamento, sia per il loro peso, sia per la posizione alta che devono avere, sia per quella rispetto all'eventuale incendio, e infine per essere al riparo dal gelo. Si può far a meno di collocarli in alto ricorrendo ad un impianto meccanico che vi mantenga in pressione l'acqua come negli autoclavi. Nel teatro di Francoforte si dispose un motore di 100 HP, innalzante 5000 litri al minuto a 65 metri; ma siccome i serbatoi in pressione vennero collocati molto più in basso, l'eccesso di forza è impiegato a comprimere l'acqua, che nei serbatoi raggiunge la pressione di 2 atmosfere. Dove i serbatoi si possono riempire con acqua di condotta, la pressione necessaria vi si ottiene mediante compressori. Siccome l'acqua occorrente in un incendio è in grande quantità, i serbatoi devono pure avere una notevole capacità e perciò se ne collocano parecchi. Un esempio di collocamento si ha nelle figure 350 e nella Tav. IX del cap. XIX. Il teatro di Corte di Monaco ha 8 serbatoi della capacità di m³ 66; l'Opera di Parigi ne ha 13 con m³ 103; l'Opera di Pest 12 con m³ 220; l'Opera di Vienna 3 con m³ 226; l'Opera di Francoforte (compresi i magazzini separati per le decorazioni) 14 con m³ 380. Sulla scena stessa si possono costruire dei serbatoi, purchè il loro fondo, costituito dalla terrazza ricoprente la scena, sia assolutamente impermeabile. I serbatoi potrebbero collegarsi con tubazioni, i cui robinetti dovrebbero esser fatti in modo da potersi aprire dalla scena nel momento del pericolo, ottenendosi così la pioggia estinguitrice.

Per i pompieri si devono disporre dei posti sicuri di manovra, ai quali essi giungeranno non per le scale destinate al pubblico, ma per scale apposite interne oppure dall'esterno dell'edificio. Non si dovranno costruire cornici troppo massicce perchè presentano grave pericolo per eventuale loro caduta: però le cornici non sono da trascurare perchè ostacolano meglio la propagazione del fuoco dalle finestre inferiori alle soprastanti. Sono anche raccomandabili solidi davanzali delle finestre, ma non troppo sporgenti per non ostacolare l'applicazione delle scale dei pompieri, e di conformare i davanzali stessi in modo che sia facile appendervi le scale provviste di uncini. Sono pure utili poggiuoli, balconate e terrazze, ove i pompieri possono manovrare più efficacemente che non stando sulle loro scale: balconate e terrazze che servono pure di rifugio

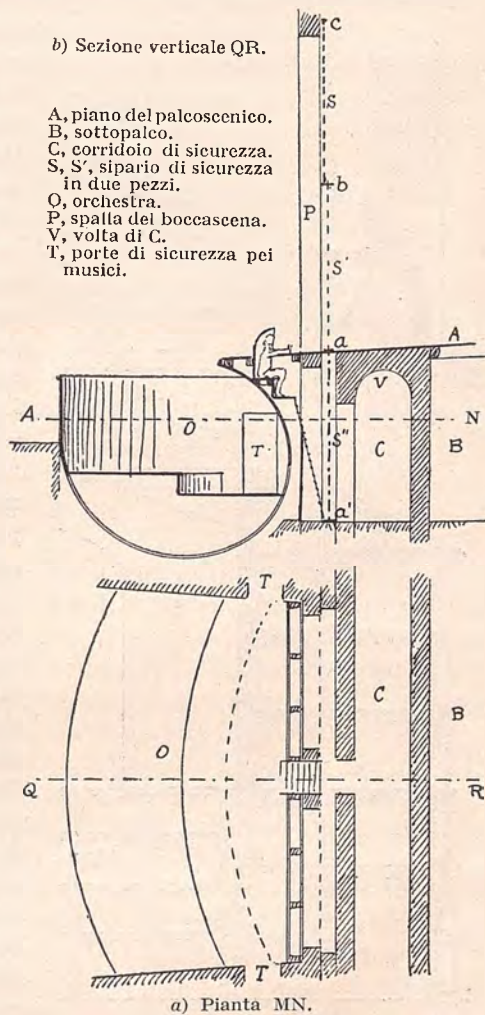


Fig. 68 a, b. — Corridoio di sicurezza nel sottoscena. La porzione in S' del sipario di sicurezza scende nel sottoscena in S''.

per il pubblico fuggente, poichè da esse torna facile il salvamento mediante scale mobili (1). Già accennammo alle scalette fisse applicate ai muri dei cortili. Per gli idranti si deve scegliere la posizione opportuna, sia per ripartirli convenientemente per tutto l'edificio, sia perchè i pompieri per servirsene siano esposti al fuoco il meno

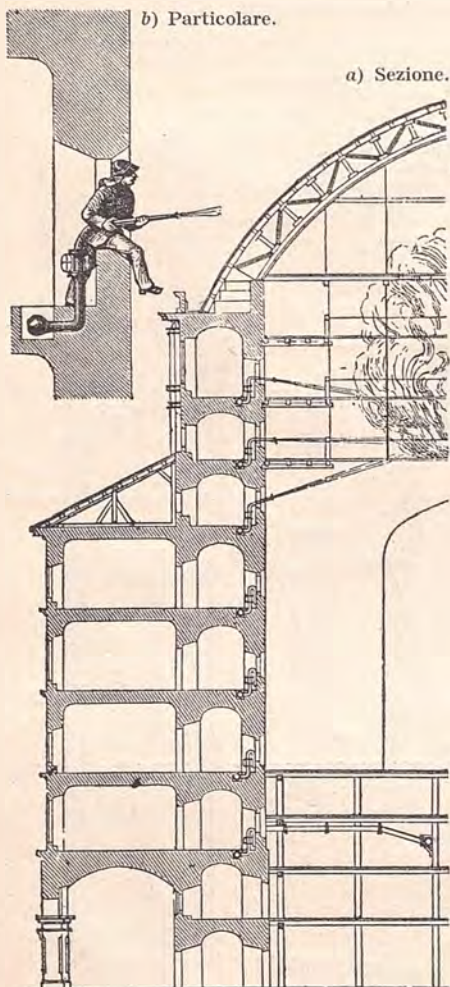


Fig. 69 a, b.
Disposizione degli idranti per la scena
del teatro dell'Opera di Vienna.

la possibilità di salvare sè stesso senza compromettere la vita altrui. Quando si pensa che la fuga all'aria aperta di una folla invasa da timor panico può avere conseguenze disastrose, si intuisce ciò che può accadere a una folla che per fuggire da un locale chiuso deve passare attraverso porte, scendere scale, percorrere corridoi, ecc. Perciò il progettista di un teatro deve rivolgere la massima attenzione alle disposizioni delle vie di uscita, cosicchè tutti gli spettatori, gli artisti e il personale del teatro possano

possibile. Al teatro dell'Opera di Vienna, sette corridoi girano tutt'intorno alla scena e presentano delle aperture simili a feritoie, in corrispondenza delle quali si trovano gli idranti (fig. 69 a, b). Una simile disposizione è imitabile quando però quei corridoi non servano di accesso alle guardie e agli altri locali per il personale del teatro. In immediata vicinanza della scena vi dev'essere il locale per gli attrezzi dei pompieri, e adiacente ad esso quello per i pompieri di guardia. Nel primo è prudente collocare una pompa centrifuga da incendi (come, ad es., quella Tamini) che pompi l'acqua da un pozzo di sufficiente portata, o da serbatoi sotterranei. Con questa pompa si potrà vincere il principio d'incendio, o impedirne la rapida propagazione, fintantochè non giungano più potenti mezzi di estinzione, insieme colle squadre dei pompieri che saranno state chiamate.

f) Di importanza massima sono i provvedimenti del terzo gruppo o di sgombero, e a taluno parrà strano che trattiamo per ultimo dei mezzi di sgombero, mentre in generale si ritiene che siano da considerarsi fra i primi, come quelli che più degli altri valgono ad assicurare la salvezza. Ma se si considera che l'incolumità del pubblico non dipende dalla possibilità di fuggire, bensì dal non aver bisogno di fuggire, se ne deduce facilmente che i provvedimenti per la sicurezza sono essenzialmente quelli che mirano a rendere sicuri tanto la struttura quanto i finimenti del fabbricato. Se d'altra parte ricordiamo che per una o altra causa anche in un fabbricato sicuro contro il fuoco può manifestarsi un incendio, e che soltanto il panico può produrre una catastrofe altrettanto grave quanto quella di un incendio, è ovvio che si debba offrire ad ognuno

(1) Vedi il progetto del teatro nella Tavola IX, cap. XIX.

abbandonarlo in meno di cinque minuti, cioè in quel tempo in cui un incendio può raggiungere il suo massimo, come lo provarono i disastri avvenuti. Nè bisogna credere che lo scopo si ottenga soltanto con numerose porte esterne, o con scale e scalette esterne fisse o articolate, o con altri simili espedienti. « Ah, esclama l'architetto Chenavier, quelle scale fisse e mobili o articolate, come si descrivono nei loro minuti particolari! La scala... ecco l'unica via di salute offerta agli spettatori. E si crederebbe che tali stretti e difficili passaggi praticabili tutt'al più dai pompieri, potrebbero ricevere con sicurezza donne, bambini, vecchi, slanciantisi rapidamente, confusamente e in un'oscurità relativa, con l'incendio rumoreggiante alle loro spalle? Ci si permetterà di pensare che il salvamento individuale degli spettatori per tal via pericolosa è una utopia: anzi una biasimevole utopia, giacchè nulla è più riprovevole della falsa sicurezza così offerta al pubblico dei teatri ». Però, se le scale esterne sono come quelle del *teatro di Lilla* (v. cap. XIX, fig. 413), allora riescono certamente utili. Anche il *teatro Flamand di Bruxelles* ha scale esterne. Si ritiene però che le scale con branche rettilinee molto lunghe siano più pericolose di quelle con branche brevi e molti pianerottoli, aventi pareti semicircolari e col mancorrente incassato nei muri perimetrali.

Fra le prescrizioni emanate in America dopo l'incendio del *teatro Iroquois*, quelle relative alle scale stabiliscono: che ogni scala deve avere corrimano da ambo i lati, un pianerottolo ogni m. 3,30 circa di dislivello, i pianerottoli ampî quanto le rampe e queste avere fra due pianerottoli non meno di 6 scalini, la cui alzata non sia maggiore di $17 \div 18$ centimetri e la pedata di 28.

Quando gli spettatori abbandonano il proprio posto devono trovare facile il passaggio tra le file dei sedili per recarsi alle porte del muro di perimetro, che circonda la platea, o le gallerie e i palchi, e da dette porte passare in un corridoio di ampiezza sufficiente, affinchè non si creino ingombri. Tale corridoio, che deve rimanere sempre sgombro di sedie o altro, condurrà alle scale, le quali metteranno capo a pianterreno in atrî abbastanza ampî, o direttamente all'esterno. Dai corridoi della platea il pubblico uscirà all'esterno mediante porte di larghezza e numero sufficiente, e così pure dai suddetti atrî. Non è conveniente che le scale delle gallerie e dei palchi immettano nei corridoi del pianterreno destinati alla platea, a meno che siano molto ampî e che alle scale corrispondano porte proprie. Quanto più breve è il tragitto che il pubblico deve compiere per andare dal proprio posto alla porta esterna, tanto più sicura è la sua salvezza. Ne viene la conseguenza che quanto meno alto da terra è il piano più elevato dei posti (sia galleria o fila di palchi), tanto più breve è la strada che devono percorrere gli spettatori di quel piano per raggiungere la porta esterna. Se quindi un teatro ha parecchi ordini sovrapposti, il più alto ordine si avvicinerà tanto maggiormente al terreno, quanto più sotto al terreno starà l'ordine più basso, cioè la platea. È ciò che si rileva in molti teatri inglesi, poichè l'esperienza ha dimostrato che salendo una scala non si cade, o se si cade si può rialzarsi e non si impedisce a chi vien dietro di salire, mentre invece è noto con quanta facilità si cade scendendo e come a una caduta ne seguano altre senza più speranza che i caduti si risollefino. Così, per es., il *teatro di Exeter*, già ricordato, aveva la platea sotterranea e tutti gli spettatori della platea si salvarono, mentre 200 della galleria perirono. Nell'incendio del *cinematografo Laurien-Palace a Montreal (Canada)*, composto di platea e galleria, incendiatosi il 9 gennaio 1927, morirono per asfissia e calpestati ai piedi di una delle scale della galleria 78 giovanetti, in seguito alla caduta dei primi fuggenti. Se la platea fosse stata sotterranea, per cui la galleria fosse rimasta a livello del suolo, tutti si sarebbero salvati. Il fatto, mentre dimostra quanto siano pericolose le scale, prova però che anche scale brevi possono essere micidiali quando

per esse debba passare molto pubblico. Perciò le vie di scampo devono essere numerose e a ognuna corrispondere una scala, così che il pubblico si suddivida in tante correnti. Nella descrizione dei teatri (cap. XIX) abbiamo già trattato l'argomento dei corridoi, delle scale ordinarie di accesso e di uscita, di quelle di sicurezza, delle scale alla Palladio, e di quelle a rampe sovrapposte, sicchè rimandiamo a quanto allora fu detto. Aggiungeremo doversi tener presente il dato che per una porta larga m. 0,55 passano in un minuto primo 12 persone. Per un teatro, ad es., di 1500 persone, basterebbero 8 porte di m. 1,50 circa ciascuna. La formola abitualmente adottata è di 10 persone per minuto, tanto per una scala, quanto per una porta della larghezza di m. 0,50. Così 100 persone passerebbero in 5 minuti per una scala, o porta, di un metro, e in minuti 3 e mezzo per una scala o porta larga m. 1,50.

Il Nevill dice che occorrono due porte ordinarie per 200 persone, e che una platea capace di 350 spettatori dovrebbe avere 4 porte laterali e una supplementare nel mezzo.

Nel progetto di teatro riprodotto nella Tav. IX del cap. XIX abbiamo adottata la platea sotterranea, sia per ridurre il percorso agli spettatori dei piani superiori per raggiungere l'uscita, diminuendo il pericolo delle cadute, sia per i vantaggi che si ottengono dal lato costruttivo ed economico, poichè tutto il fabbricato è meno alto esternamente di un piano, e infine perchè il piano del palcoscenico può risultare a livello del piano stradale, abbassandosi cioè la scena di un piano, con evidente vantaggio per il servizio di scena e per la sicurezza degli artisti in caso di fuga, poichè anche per essi le scale risultano più brevi.

Da noi vi sono pure dei teatri colla platea sotterranea. Tale è quella del *teatro Olimpia* di Milano, che l'ing. Goldoni, comandante dei pompieri di quella città, asseriva essere più sicuro degli altri teatri, ma questa disposizione così logica, e dimostratasi così efficace, non è beneviva da noi per un falso rispetto alla consuetudine, talchè in certi regolamenti troviamo detto che la platea sarà in via normale a livello del piano stradale e *non dovrà mai trovarsi al disotto di esso*, mentre si dovrebbe prescrivere tutto l'opposto, nè mai concedere che un teatro abbia la platea più elevata del piano stradale, magari di tanto quanto lo è nel *teatro Regio di Torino* (v. cap. XIX).

Circa le porte dei palchi già abbiamo detto trattando dei teatri. I battenti delle porte di uscita all'esterno devono aprirsi verso l'esterno; ma quelle delle porte interne su corridoi o su scale devono aprirsi in grossezza di muro, altrimenti ostacolerebbero il transito, e si correrebbe il rischio che la corrente del pubblico percorrendo il corridoio, o transitando su un pianerottolo di scala, impedisse l'apertura dei battenti, e quindi l'uscita del pubblico dalla porta. Le porte esterne di uscita dovrebbero aprirsi tutte contemporaneamente, ciò che si potrebbe ottenere con serrature elettriche azionate da un posto di guardia, purchè però la conduttura di trasmissione sia interrata, al sicuro cioè dagli effetti del fuoco, e pur sicuro sia il locale di guardia. Secondo noi, può bastare un semplice saliscendi da azionarsi dal pubblico stesso, che però deve essere a cognizione della cosa. Per la chiusura delle porte esterne si potrebbe anche ricorrere alle serrande metalliche avvolgibili con innalzamento automatico a molla. Per tenere la serranda abbassata bastano due ganci laterali, che, elettricamente azionati, libererebbero tutte le serrande contemporaneamente lasciandole innalzare.

Tutte le vie di uscita, corridoi, scale e porte esterne devono essere illuminate con lampade di sicurezza, che non si spengano per effetto del fumo, o della pressione dei gas prodotti dall'incendio. La loro fiamma dev'essere quindi alimentata con aria esterna, ed essere poste entro la grossezza del muro come in una nicchia, chiusa da un grosso vetro retinato resistente al calore e su cui sia scritta a grandi caratteri, e di colore ben visibile, la parola **USCITA**. Se si tratta di lampade elettriche, saranno

alimentate da accumulatori posti in posizione che il fuoco non li possa in nessun caso raggiungere, nè che vengano guasti da eventuale caduta di materiale, benchè si debba ammettere, che quando tale caduta avvenisse, il pubblico dovrebbe già aver sgombrato il teatro.

Invece che agli accumulatori si può ricorrere a una conduttura elettrica, purchè posta al riparo da qualunque guasto prodotto dall'incendio, o dall'umidità, ecc. Anche queste lampade, come il sipario e le porte di sicurezza, devono provarsi giornalmente onde assicurarsi del loro perfetto funzionamento.

g) Circa i provvedimenti del *quarto gruppo*, che riflettono la *vigilanza* e i *mezzi di verifica*zione, non vi è molto da dire, poichè già ne abbiamo trattato e anche descritti gli apparecchi atti ad assicurare che i vigilanti compiano il loro giro di ronda. Il Garnier disse: « Ciò che abbisogna soprattutto è la vigilanza giornaliera e notturna sopra l'edificio e il materiale. Per questo i locali ad uso magazzino devono essere facilmente accessibili, ed i locali non continuamente abitati, provvisti di spie che permettano la vista del loro interno: le colonne verticali di soccorso delle condotte d'acqua devono potersi visitare in tutto il loro percorso: bisogna che vi siano dei ponti volanti e fissi metallici, e che si possa circolare attorno ai serbatoi: infine che le comunicazioni siano larghe, comode, specialmente sui tetti, là dove i soccorsi sono più urgenti; che le vie, gli scalini, le gronde dei tetti siano tali da poter eseguirvi i movimenti necessari senza pericolo: che tali passaggi aerei siano abbastanza numerosi perchè ve ne sia sempre qualcuno libero, malgrado le fiamme che tendono ad elevarsi verso la sommità, e se l'incendio scoppierà in qualche punto, troverà per combatterlo non soltanto un materiale in buono stato, ma ancora quella valente coorte di uomini devoti, che, potendo compiere la propria missione con prontezza e precisione, sarebbe sufficiente per soffocare le fiamme e salvare l'edificio ». A proposito delle condutture di acqua di soccorso, noi crediamo meglio che invece di essere visibili ed esposte così al fuoco, debbano essere protette, in modo però da conoscerne il percorso, e provviste in diversi punti accessibili di robinetti di prova. In quanto ai passaggi sui tetti è meglio ricorrere, piuttosto che alle coperture a pioventi, a a quelle piane, ossia alle terrazze. Evidentemente su di esse le manovre si possono compiere con tutta libertà.

Le statistiche dimostrano in quali periodi la vigilanza debba essere più scrupolosa e più frequente: è specialmente dopo lo spettacolo e nel resto della notte ch'essa deve svolgersi attivamente, ed è soprattutto nei camerini degli artisti, nei magazzini degli attrezzi e degli scenari usati durante lo spettacolo e che vi furono riportati, dove le ronde devono ripetersi colla maggior frequenza e col maggior scrupolo. Municipio, Genio Civile e Pubblica sicurezza devono assicurarsi non soltanto che siano stati presi tutti i provvedimenti prescritti dai regolamenti sulla sicurezza, ma che il funzionamento degli apparecchi, congegni, condutture, ecc. relativi a tali provvedimenti siano in continua efficienza e che la vigilanza sia condotta a dovere. Frequenti ispezioni improvvisate da parte di tali Enti, e punizioni adeguate per le infrazioni, sono un mezzo sicuro per ottenere la sicurezza del teatro.

Prima di accennare ad alcuni progetti di teatri, detti di sicurezza, vogliamo dimostrare colla pianta, la sezione e il fianco del *teatro Iroquois* (fig. 70 a, b, c), già ricordato, quanto poco approfittino gli architetti dell'esperienza in fatto di incendi di luoghi di pubblico spettacolo, e come quindi possano avvenire le immani catastrofi registrate dalle statistiche. La pianta mostra la pessima disposizione delle varie parti del teatro e come, nonostante alcune porte verso il vicolo e la strada privata posteriore alla scena, pubblico ed artisti non disponessero di uscite sufficienti, nè ben disposte.

Il corpo di fabbrica verso la Via Randolph conteneva lo scalone, vestiboli, ridotti: era profondo m. 27 e aveva 18 metri di fronte sulla via. La sala, compresa la galleria, poteva contenere 1602 spettatori seduti, oltre quelli dei 24 palchi. La scena del tipo comune, con arredamento di legno, era alta 27 metri dal piano della platea; oltre la

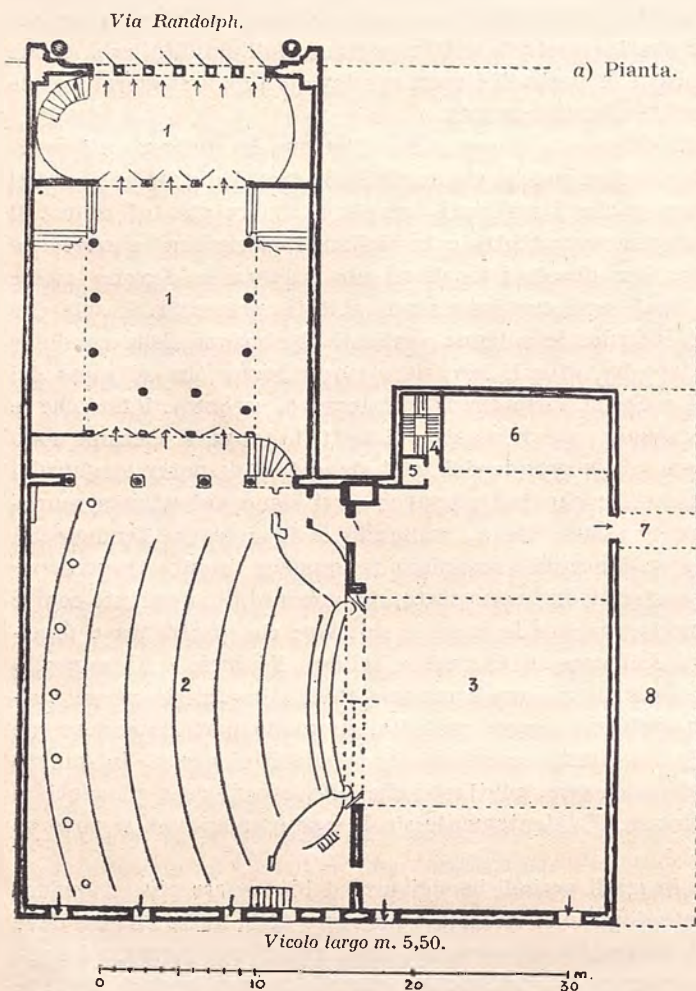


Fig. 70 a, b, c. — Teatro Iroquois, a Chicago.

1, Atri, vestiboli, scalone. — 2, Platea. — 3, Scena. — 4, Scala camerini. — 5, Ascensore camerini. — 6, Camerini. — 7, Passerella. — 8, Strada Dearborn.

graticciata aveva due ordini di ballatoi: il bocca-scena largo circa m. 14,50 e alto 10,50 era provvisto di un sipario di asbesto, disposto come tenda da abbassare, montata sopra puleggie di legno e manovrabile con funi comuni. L'impianto elettrico era di media qualità: molti apparecchi erano anche di tipo inadatto, e le lampade ad arco della scena non erano in nessun modo protette. L'impianto di ventilazione era incompleto e mentre non funzionavano gli aspiratori della scena, era invece aperto quello della sala sopra i posti più elevati della galleria. Mancavano apparecchi di spegnimento, idranti, secchi, pompe a mano; sulla scena esisteva un estintore e nel corpo anteriore dell'edificio vi era un idrante a livello del primo piano: esisteva pure una condotta di acqua nel vicolo, ma pare non fosse munita di bocca di presa. Non esisteva nel teatro un posto per segnale di allarme nè una diretta comunicazione telefonica colla caserma pompieri. Le uscite dalla sala, sia ordinarie come di sicurezza, non erano convenientemente illuminate nè abbastanza indicate, e sulla scena vi era un solo pompiere privato. I camerini, in 5 piani, erano situati su un lato della scena, ma non separati da essa e vi si giungeva per mezzo di una scala aperta e di un ascensore addossato alla parete del proscenio. Così gli artisti, in caso di fuga, avrebbero dovuto scendere dalla scala, o coll'ascensore, attraversare la scena e uscire dall'unica porta posteriore ad essa, e per mezzo di una passerella di legno andare nella strada Dearborn. Altri camerini supplementari esistevano sotto la scena e la platea, ed una parte di essi avevano un'uscita verso la Via Randolph. La porta laterale della scena sul vicolo

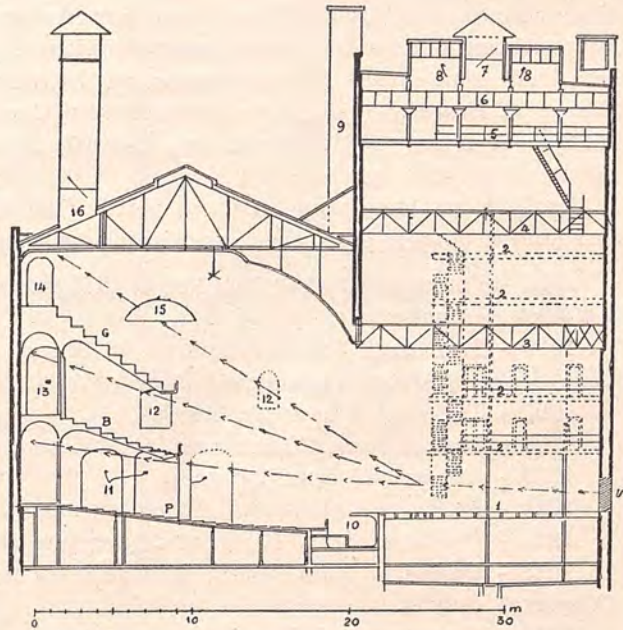
era alta 27 metri dal piano della platea; oltre la graticciata aveva due ordini di ballatoi: il bocca-scena largo circa m. 14,50 e alto 10,50 era provvisto di un sipario di asbesto, disposto come tenda da abbassare, montata sopra puleggie di legno e manovrabile con funi comuni. L'impianto elettrico era di media qualità: molti apparecchi erano anche di tipo inadatto, e le lampade ad arco della scena non erano in nessun modo protette. L'impianto di ventilazione era incompleto e mentre non funzionavano gli aspiratori della scena, era invece aperto quello della sala sopra i posti più elevati della galleria. Mancavano apparecchi di spegnimento, idranti, secchi, pompe a mano; sulla scena esisteva un estintore e nel corpo anteriore dell'edificio vi era un idrante a livello del primo piano: esisteva pure una condotta di acqua nel vicolo, ma pare non fosse munita di bocca di presa. Non esisteva nel teatro un posto per segnale di allarme nè una diretta comunicazione telefonica colla caserma pompieri. Le uscite dalla sala, sia ordinarie come di sicurezza, non erano convenientemente illuminate nè abbastanza indicate, e sulla scena vi era un solo pompiere privato. I camerini, in 5 piani, erano situati su un lato della scena, ma non separati da essa e vi si giungeva per mezzo di una scala aperta e di un ascensore addossato alla parete del proscenio. Così gli artisti, in caso di fuga, avrebbero dovuto scendere dalla scala, o coll'ascensore, attraversare la scena e uscire dall'unica porta posteriore ad essa, e per mezzo di una passerella di legno andare nella strada Dearborn. Altri camerini supplementari esistevano sotto la scena e la platea, ed una parte di essi avevano un'uscita verso la Via Randolph. La porta laterale della scena sul vicolo

serviva per il materiale scenico ed una scala a pioli in ferro esterna serviva per accedere ai ballatoi di scena, alla graticciata e al tetto. Verso lo stesso vicolo vi erano delle scale esterne per il pubblico, ma pare che non fossero ultimate. Nonostante tutti questi difetti e deficienze, le autorità concedettero l'apertura del teatro, che l'incendio distruggeva dopo poche settimane. Già dicemmo il numero delle vittime e come gli artisti, circa 50, dovettero la vita all'abnegazione del garzone addetto all'ascensore. Dei 1830 spettatori e delle 275 persone addette alla scena, 571 dei primi morirono asfissati o calpestati in teatro, o una settimana dopo l'incendio, mentre una sola fu la vittima fra il personale di scena, ma tanto di tal personale, quanto degli spettatori, molti furono feriti, e molti rimasero in tristi condizioni fisiche. Nella galleria si ebbe circa il 70% di morti, il 30% nella balconata, e relativamente pochi furono quelli fra gli spettatori di platea.

Le conclusioni a cui arrivarono il Sachs, che si occupò di questo incendio, e il regolamento emanato subito dopo di esso dal « British fire prevention Committee », coincidono con tutto quanto abbiamo esposto relativamente ai provvedimenti da adottare affine di impedire lo scoppio di un incendio e la sua propagazione, e permettere al pubblico di salvarsi quando l'incendio si sia manifestato.

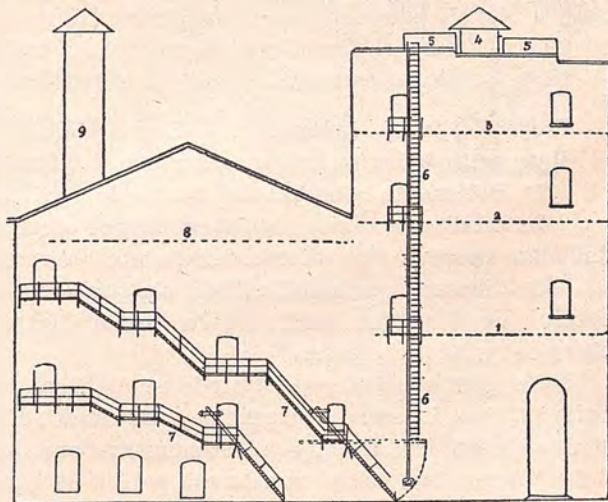
Per dare un'idea del poco o nessun conto in cui si tengono da architetti e costruttori le norme prescritte dalle leggi e dai regolamenti sulla sicurezza contro gli incendi

b) Schema della sezione.



- 1, Palcoscenico. — 2, Livello del piano dei camerini. — 3, Primo ballatoio. — 4, Secondo ballatoio. — 5, Graticciata. — 6, Trave maestra. — 7, Ventilatore. — 8, Sfiatatoi automatici. — 9, Camini. — 10, Orchestra. — 11, Ingressi al ridotto. — 12, Uscite dal ridotto. — 13, Passaggio al ridotto. — 14, Passaggio dalla gradinata al ridotto. — 15, Apertura nel ridotto. — 16, Camino di ventilazione. — P, Platea. — B, Balconata. — G, Galleria. — U, Porta di uscita dal palcoscenico.

c) Fianco verso il vicolo.



- 1, 2, Livelli al piano del 1° e 2° ballatoio. — 3, Livello al piano della graticciata. — 4, Ventilatore. — 5, Sfiatatoi automatici. — 6, Scala di ferro verticale. — 7, Scale di soccorso col primo ramo a ribalta. — 8, Livello del soffitto della sala. — 9, Aspiratore.

e la trascuranza delle autorità nel pretendere che siano osservate, tanto nella costruzione quanto nell'esercizio di un teatro, sarebbe opportuno ricordare tutti gli incendi avvenuti con numero più o meno grande di vittime, specialmente dopo alcune immani catastrofi come quelle del *Ringtheater*, del *Novedades*, dei teatri di *Exeter*, *Iroquois Convay di Brooklyn* (1876, 380 vittime), *Opéra Comique di Parigi* (1887, 150 vittime), *Italiano di Nizza* (1881, 70 vittime), *Comédie Française di Parigi* (1900), *Liceo di Salamanca* (1889), ecc.

La lista sarebbe troppo lunga e perciò ricorderemo soltanto alcuni fra i teatri incendiatisi dopo il 1904, o nei quali si produsse panico con o senza vittime.

1905 - Panico nel teatro *Tosi-Borghi* di Ferrara (novembre); *teatro della Novità a Tolosa* (settembre).

1906 - *Teatri*: di *Odessa* (ottobre); di *Nancy* (ottobre); di *Berskerék* (maggio); della *Scala di Bruxelles* (gennaio); *Caffè-concerto Trianon di Parigi* (febbraio).

1907 - *Teatro di Maçon* (febbraio).

1908 - *Teatro Gracia di Barcellona* (agosto); *teatro Ioao Caerano di Amparo* (luglio).

1909 - *Kursaal di Spa* (febbraio).

1911 - *Politeama Olimpia di Foggia* (gennaio).

1912 - *Politeama di S. Giovanni di Persiceto* (di legno, aprile).

1913 - *Politeama Villa Monza di Monza* (di legno, luglio); *Politeama di Foresto (Voghera)* (luglio).

1919 - *Gran teatro di Marsiglia* (novembre).

1923 - *Teatro Civico di Vercelli* (agosto); *teatro di Wiesbaden* (marzo).

1924 - *Teatro di Gonzaga* (agosto); *teatro di Lucerna* (settembre).

1926 - *Teatro Alfieri di Torino*; *teatro Olimpia di Bordeaux* (agosto).

1927 - *Politeama di Bondeno* (adattato a cinematografo, agosto); *teatro Nazionale di Craiova* (Romania, agosto).

1928 - *Politeama Giacosa di Napoli* (febbraio); *teatro dei burattini* nel palazzo Salsi a *Napoli* (giugno); panico nel *teatro Latino di Madrid* (settembre).

1929 - *Teatro di Castelleone* (Cremona, febbraio).

1931 - *Teatro Comunale di Bologna* (novembre).

Progetti di teatri di sicurezza. — Ecco ora alcuni progetti di *teatri detti di sicurezza*.

Il progetto di *Enrico Irving*, celebre attore, è basato sui seguenti principî (fig. 71, a, b):

1° Isolamento completo del teatro da ogni lato, condizione *sine qua non*.

2° Le diverse divisioni del teatro, cioè scena, sala e locali artisti, separate l'una dall'altra in modo da poter essere isolate nel momento opportuno.

3° Ciascuna parte dell'edificio sia provvista di un'uscita e di un ingresso, ciò che in caso di panico costituisce due uscite dirette sulla via, serventi esclusivamente ciascuna parte del teatro.

Nella pianta si vedono distinte le tre divisioni, le cui comunicazioni sono chiuse da porte di ferro. La scena e magazzino sono riuniti, e da una parte e dall'altra della scena stanno i locali degli artisti e dell'amministrazione. In quanto alla sala, essa si differenzia dalle forme solite, poichè non ha più palchi, nè gallerie a piani sovrapposti. Al disotto del suolo stanno l'orchestra e la platea alla quale fa seguito l'anfiteatro, la cui parte più alta è a livello del suolo, come a tale livello risulta pure la parte posteriore della scena. Sopra detto anfiteatro sta una grande galleria divisa in due parti, ciascuna delle quali è servita da apposita scala. Oltre a ciò ogni categoria di posti ha il suo speciale ingresso e la sua speciale uscita. Naturalmente in ciascuno dei passaggi 1, 2, 3, 6, 7, 8 laterali, vi sarà un numero sufficiente di scalini per salire al piano del suolo esterno.

Su tale tipo l'architetto Darbyshire ha costruito il nuovo *teatro di Exeter*, ma anche l'antico incendiatosi (fig. 72) aveva la platea sotterranea e, come abbiamo già notato, per questo gli spettatori di platea si salvarono tutti. Il Phipps, costruttore di quell'antico teatro, vorrebbe che la platea fosse almeno 3 metri sotto il suolo stradale. I teatri *Marylane* e *Garrick di Londra*, il *Variété di Manchester* e altri teatri inglesi hanno appunto la platea sotterranea.

Un altro progetto è quello dell'architetto *Harvey* (fig. 73), il quale propone di circondare la sala con un corridoio semicircolare, al cui grosso muro esterno stanno addossati tanti saloni circolari formanti nel loro insieme il ridotto, da ciascuno dei quali si passa alle scale di sicurezza, mentre in ognuno di essi si entra da una porta del detto corridoio.

Lo stesso partito della galleria curva si vede adottato nel progetto di *Höpfner e Rösiche* (fig. 74), premiati all'esposizione berlinese d'igiene del 1883 nel concorso indetto per un teatro modello, nel quale concorso furono pure premiati i progetti di *Schmidt e Neckelmann*

e di *Arntz* (v. fig. 469, cap. IX). La galleria anteriore curva si vede adottata nel *teatro di Odessa* (v. fig. 462, cap. IX) di *Fellner e Helmer*, nel *Raimund-Theater di Vienna* (v. fig. 436, cap. IX) di *Roth*, nel progetto *Ferrarese* (v. fig. 308, cap. IX), nel *teatro Villoria di Berlino* (v. fig. 419) di *Langhans*, nel progetto di teatro popolare per 5000 spettatori del *Gosset*, e nel *teatro Asfaleia*, già descritto nel cap. IX (v. fig. 446), che fu pure progettato come teatro di sicurezza.

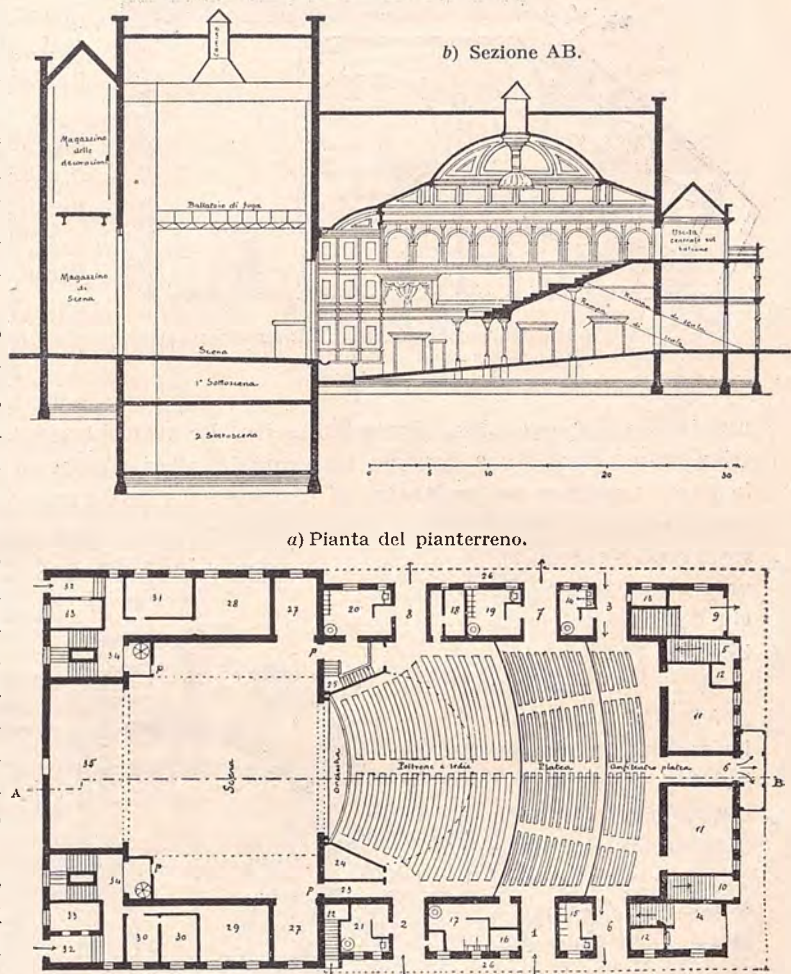


Fig. 71 a, b. — Progetto Irving per un teatro di sicurezza.

- 1, Ingresso platea. — 2, Ingresso sedie e poltrone. — 3, Ingresso anfiteatro platea. — 4, Ingresso galleria bassa. — 5, Id. galleria alta. — 6, Uscita anfiteatro platea. — 7, Id. platea. — 8, Id. sedie e poltrone. — 9, Id. galleria bassa. — 10, Id. galleria alta. — 11, Saloni. — 12, Biglietteria galleria bassa e alta. — 13, Biglietteria anfiteatro. — 14, Latrine e lavabi anfiteatro (signore). — 15, Id. (uomini). — 16, Biglietteria platea. — 17, Latrine e lavabi platea (signore). — 18, Ufficio. — 19, Latrine e lavabi platea (uomini). — 20, Id. id. sedie e poltrone (uomini). — 21, Id. id. (signore). — 22, Ingresso palco Reale. — 23, Passaggio direzione. — 24, Magazzino. — 25, Scala ai ridotti, sedie e poltrone. — 26, Balconata. — 27, Accessori scena. — 28, Salone. — 29, Ridotto artisti. — 30, Uffici. — 31, Ridotto. — 32, Ingresso di scena. — 33, Portinai. — 34, Scale di scena. — 35, Magazzino scena. — p, porte di ferro.

Il progetto di *Schmidt e Neckelmann* (fig. 75) presenta la particolarità dell'isolamento delle sale e del palcoscenico dagli altri locali del teatro, mediante cortili in cui si sviluppano le scale, e delle loggie in corrispondenza di dette scale, destinate a contenere il pubblico che sfolla.

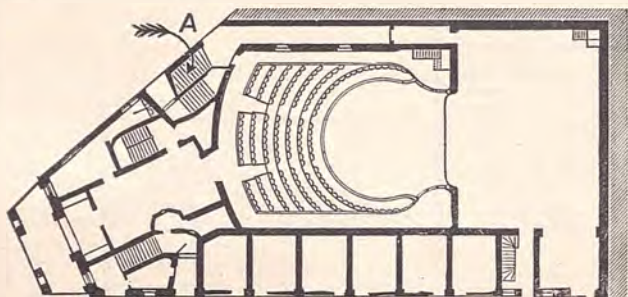


Fig. 72. — Pianta del vecchio teatro di Exeter incendiatosi il 5 settembre 1887 (arch. Phipps).

Un altro tipo di teatro inglese è quello di *Newill* (fig. 76 a... e). Consiste di tre piani, a ciascuno dei quali corrisponde un lungo anfiteatro. Presso l'orchestra la platea ha quattro gradoni dietro a cui sta un anfiteatro o prima galleria. Sopra di questa vi è una galleria di 10 gradoni e infine una terza galleria con retrostante anfiteatro. Le scale ideate dal *Newill* sono a pianta triangolare curvilinea e servono la seconda galleria, la terza e l'anfiteatro, mentre la parte superiore dell'anfiteatro di platea è a livello del suolo; la platea è al disotto di alcuni scalini. Le dette scale sono a rampe sovrapposte come quelle già descritte nel capitolo dei teatri.

Il tipo di *Riccardo Roë* (fig. 77 a... e) si riferisce a un teatro non isolato lateralmente e con ingressi soltanto dalla fronte. La particolarità principale di questo tipo è quella relativa al proscenio, formato da due grossi muri distanti circa m. 1,50 l'uno dall'altro e circa 3 metri in corrispondenza dei muri laterali della sala. Nelle pareti di fianco del proscenio, formate con materiali leggeri, sono aperte due grandi finestre perchè il fumo, in caso d'incendio,

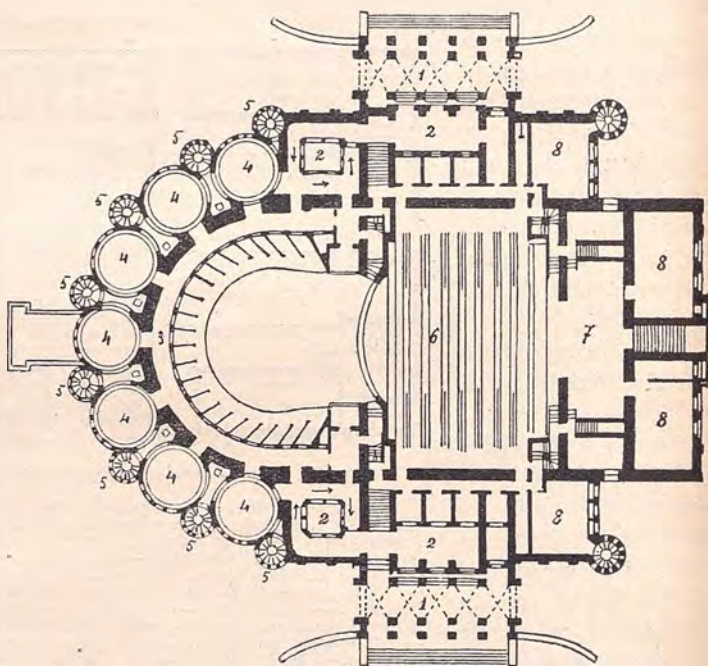


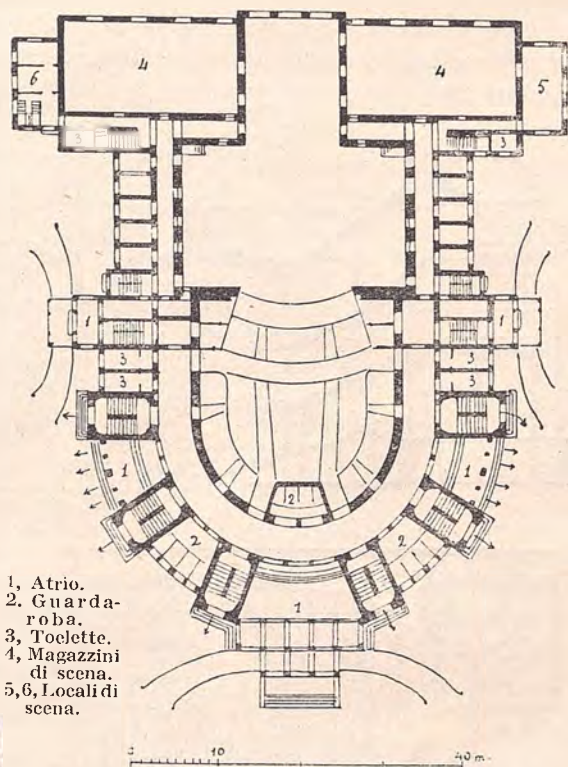
Fig. 73. — Progetto Harvey di teatro di sicurezza.

1, Atri. — 2, Vestiboli e scale di ingresso ai palchi. — 3, Corridoio palchi. — 4, Saloni formanti ridotto. — 5, Scale di uscita. — 6, Scena. — 7, Magazzino scena. — 8, Locali di scena.

possa trovare libero sfogo: anzi il *Roë* suggerisce di formare dette pareti ed il soffitto del proscenio con materiale combustibile, affinché coll'incendiarsi di essi si produca il completo distacco fra la scena e la sala. Un'altra particolarità del tipo è quella che ogni piano di galleria ha a sua disposizione due piani di corridoi,

cosicchè sono moltiplicate le vie di uscita. Tali corridoi sono così isolati, che non potrebbero incendiarsi e rovinare anche se rovinasse la parte interna della sala, cosicchè il pubblico in essi rifugiatosi troverebbe sufficiente sicurezza per discendere dalle scale che sono a capo di essi. Le uscite sono nove, due di m. 1,50 ciascuna per la platea, cinque di m. 1,50 per l'orchestra, la galleria e i palchi, e due di m. 1,35 ciascuna per la seconda galleria e l'anfiteatro. Tali uscite formano complessivamente un'apertura di m. 13,20, per la quale possono passare in meno di 5 minuti 1320 persone divise in nove correnti distinte, ma aventi la medesima direzione.

Il *Chevenier* pel suo teatro di sicurezza (premiato all'Esposizione di Parigi del 1889) (fig. 78), suppone la



- 1, Atrio.
- 2, Guardaroba.
- 3, Toelette.
- 4, Magazzini di scena.
- 5, 6, Locali di scena.

Fig. 74. — Progetto di Höpfner e Rösiche.

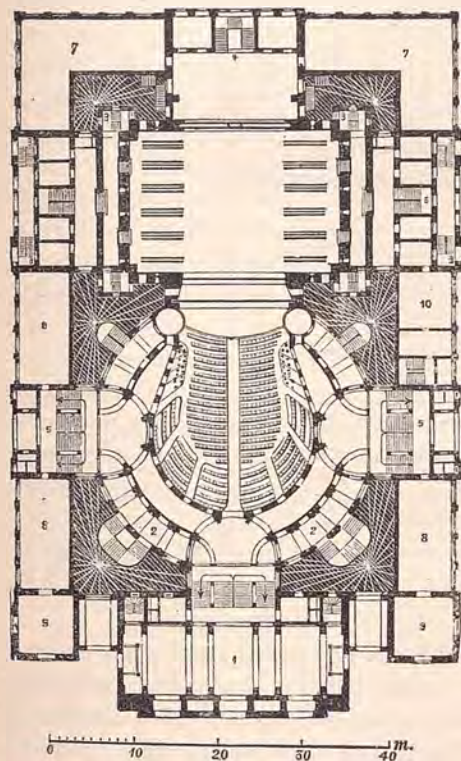


Fig. 75.

Progetto di Schmidt e Neckelmann.

- 1, Atrio. — 2, 3, 4, 5, 6, Scale. — 7, Locali di scena. — 8, 9, 10, Saloni, caffè, uffici, ecc.
- I cortili sono tratteggiati.

scena con macchinario e scenari incombustibili, la illuminazione elettrica a incandescenza, e il telone di sicurezza di lamiera di ferro piena, con funzionamento anche a distanza. Suppone pure che vi sia un servizio idraulico completo con acqua a pressione sufficiente per giungere alle parti più alte dell'edificio; che il riscaldamento sia a vapore a bassa pressione; che sul tetto vi sia il camino di richiamo, e il sipario ordinario sia incollato su fine tela metallica. La sala sarebbe costruita con materiali ordinari, ma quelli infiammabili ridotti al minimo. Le porte dei palchi si chiuderebbero automaticamente e si aprirebbero in grossezza di muro. Ogni corridoio potrebbe contenere tutto il pubblico del piano a cui corrisponde, ed ogni piano sarebbe servito da due scale, ciascuna delle quali con uscite dirette sulle vie. In esse lo sfollamento avverrebbe senza brusche risvolte: le loro rampe diritte sarebbero incombustibili. Escluse le balconate esterne e le scale di salvamento. A ciascun piano anche

i locali di scena sarebbero disimpegnati da scale e corridoi. Il locale delle macchine e delle caldaie sarebbe a volta, isolato e comunicante direttamente coll'esterno. In questo tipo si nota quel corridoio di sicurezza sotto il proscenio a cui abbiamo accennato trattando dei sipari di sicurezza.

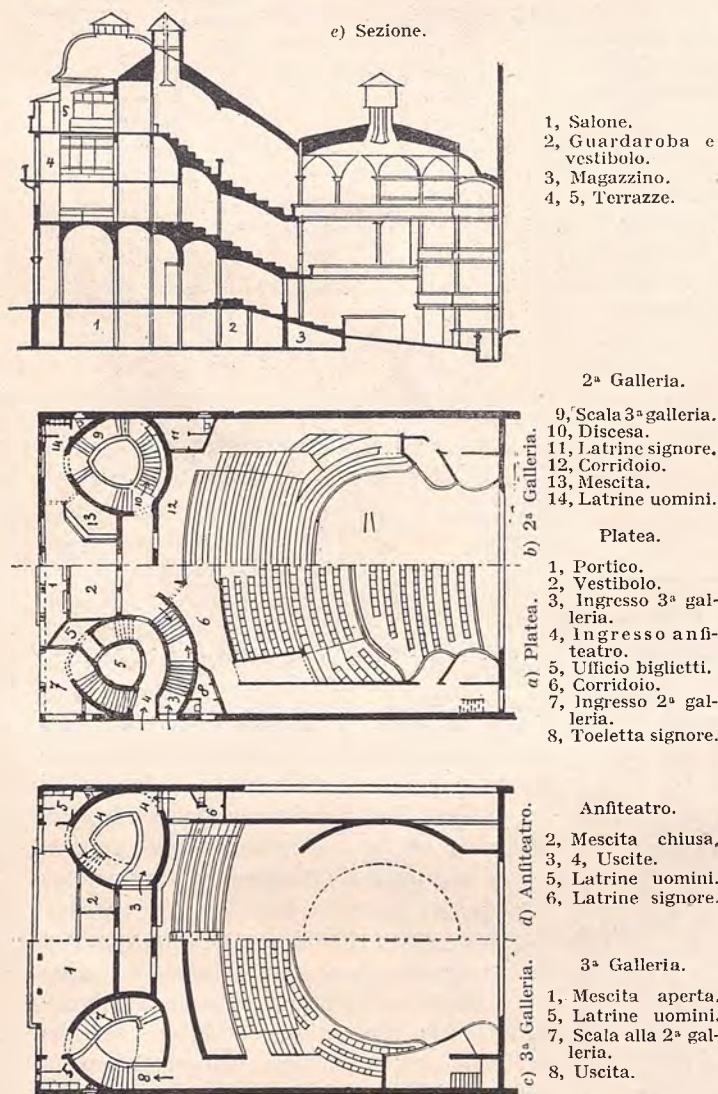


Fig. 76 a, b, c, d, e. — Progetto di Newill.

Il pubblico uscendo, o fuggendo, deve lasciare la gradinata mediante parecchi passaggi simili ai vomitori degli anfiteatri e teatri romani. Le corsie, le scale e le porte devono avere una larghezza calcolata sulla proporzione di 1 metro per 120 persone. Le scuderie e le gabbie si terranno lontane quanto più è possibile dalla pista circondata dalla gradinata, e saranno poste in locali sicuri contro il fuoco quando si tratta di circhi stabili, mentre per i circhi provvisori saranno staccate dal circo.

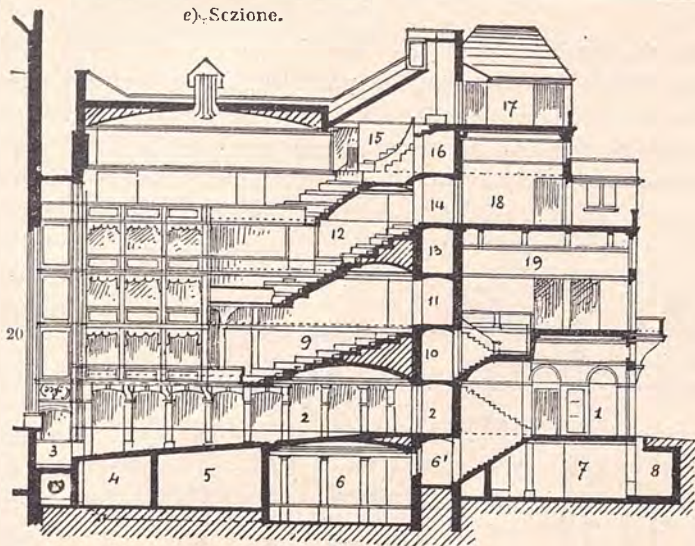
Come per i teatri, è indispensabile che il circo sia isolato.

2. CIRCHI. — Per essi

evidentemente sono minori i pericoli d'incendio, poichè vi manca la scena, oppure, se vi è, non ha l'importanza di quella dei teatri. Siccome però, come vedemmo trattando dei luoghi di pubblico spettacolo, anche nei circhi vi sono camerini per artisti e magazzini di oggetti, fra cui molti di natura infiammabile, fieno e paglia per le scuderie e gabbie degli animali, così il pericolo è sempre abbastanza grande, sicchè si devono prendere tutte le precauzioni già accennate per i teatri, con tanto maggiore scrupolo per i circhi provvisori, la cui struttura è per la massima parte di legno e di tela. Se il vano sottostante alla gradinata del pubblico è utilizzato per guardaroba, magazzino di attrezzi e di foraggio, tanto le sue pareti quanto la sua copertura reggente la gradinata devono essere di muratura massiccia.

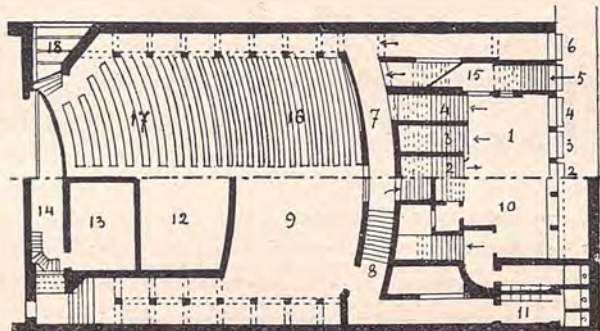
e) Sczione.

- 1, Vestibolo.
- 2, Corridoio platea.
- 3, Orchestra.
- 4, Musicanti.
- 5, Magazzino.
- 6, Salone poltrone, sedie, ecc.
- 6', Corridoio, id.
- 7, Salone della platea.
- 8, Mescita.
- 9, 1^a galleria.
- 10, Corridoio id. parte bassa.
- 11, Corridoio id. parte alta.
- 12, 2^a galleria.
- 13, Corridoio id. parte bassa.
- 14, Corridoio id. parte alta.
- 15, 3^a galleria.
- 16, Corridoio superiore.
- 17, Terrazza.
- 18, Mescita.
- 19, Grande ridotto.
- 20, Scena.



Pianterreno.

- 1, Vestibolo.
- 2, Ingresso sedie.
- 3, Ingresso 1^a gall.
- 4, Id. 2^a galleria.
- 5, Id. 3^a galleria.
- 6, Ingresso platea.



b) Pianterreno.

Pianterreno.

- 7, Corridoio platea.
- 15, Uscio e servizi.
- 16, Platea.
- 17, Poltrone, sedie.
- 18, Tetto piano.

Sotterraneo.

- 8, Corridoio sedie, ecc.
- 9, Salone poltrone e sedie.
- 10, Piccolo salone.

c) Sotterraneo.

Sotterraneo.

- 11, Latrine.
- 12, Magazzino.
- 13, Musicanti.
- 14, Orchestra.

2^a Galleria alta.

- 2, Seconda galleria.
- 4, Corridoio superiore della 2^a galleria.
- 6, Corridoio 3^a galleria parte bassa.
- 13, Terrazza.

d) 2^a Galleria alta.

- 2^a Galleria alta.
- 14, Scala 2^a galleria.
- 15, Scala 3^a galleria alta.
- 16, Latrine signore.
- 17, Spazio a cielo aperto.

Primo piano.

- 1, Prima galleria.
- 3, Corridoio superiore della 1^a galleria.
- 5, palchi.
- 7, Ridotto.
- 8, Poggiuolo.

e) Primo piano.

Primo piano.

- 9, Scala 2^a galleria.
- 10, Latrine uomini.
- 11, Scalone.
- 17, Spazio a cielo aperto.

Fig. 77. — Progetto di Riccardo Roë.

Nel luglio del 1924 si avverò il panico, in seguito alla caduta di un fulmine, nel pubblico che affollava il *circo Krone a Norimberga*; a *Pietroburgo* nel febbraio 1836 si incendiò il *circo Lehmann* facendo 800 vittime; nell'incendio del *circo Sidoli a Bukarest*, nel 1882, vi furono 5 morti e parecchi feriti in seguito a panico; nell'incendio del *circo di Richmond* (aprile 1885) le vittime furono 100; in quello di *Celaya* (Messico) 30 (1888), e nell'incendio del *circo di New Orleans* (1883) e in quello del *circo di Berditscheff* (1883) i morti furono rispettivamente 58 e 363. Nel gennaio del 1932 si incendiò il *circo Sarrazani* ad Anversa producendo perdita di animali e con un danno di cinque milioni.

3. DIORAMI, PANORAMI E SIMILI. — Anche per questi impianti, nella cui sala di spettacolo può essere radunato molto pubblico, si devono rispettare le condizioni relative alla sicurezza, tanto riguardo alla costruzione, quanto allo sfollamento, abbenchè i pericoli d'incendio siano in minor grado che non nei circhi.

4. CINEMATOGRAFI. — Trattando degli edifici per pubblici spettacoli (cap. XIX), abbiamo già detto quale sia il pericolo maggiore d'incendio nei cinematografi, e cioè ch'esso risiede principalmente nelle cabine di proiezione. Si è pur detto a quali condi-

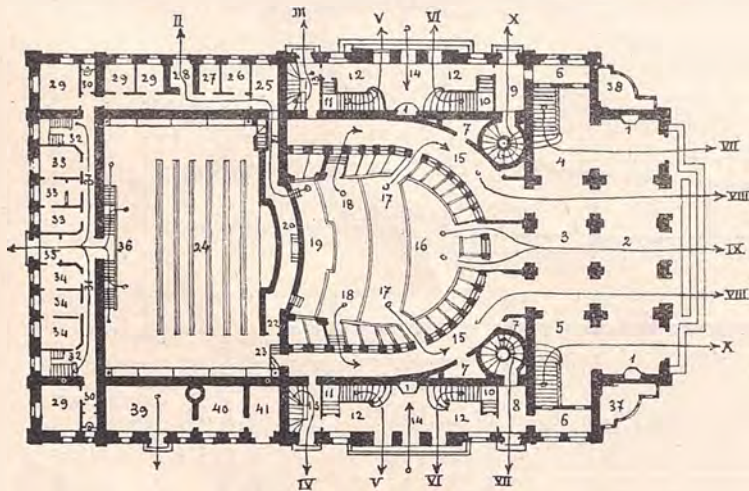


Fig. 78. — Progetto di Chenevier.

1, 2, Biglietti e vestibolo. — 3, Vestibolo e verifica. — 4, 5, Scala 1^a e 2^a galleria. — 6, 7, Passaggi e vestiari. — 8, Vestibolo e scala abbonati 1^a galleria. — 9, Id. 2^a galleria. — 10, 11, Scale 4^a e 3^a galleria. — 12, Vestiboli 3^a e 4^a galleria. — 13, Vestibolo e scala per il Prefetto. — 13 bis, Vestibolo e scala per il Sindaco. — 14, Ingressi 3^a e 4^a galleria. — 15, Corridoio del pianterreno. — 16, Platea. — 17, Sedie. — 18, Poltrone. — 19, Orchestra. — 20, Corridoio del suggeritore. — 21, Passaggio dei musicanti. — 22, Elevatore sipario di ferro. — 23, Scale dei macchinisti. — 24, 1^a sottopalco scena. — 25, Salone dei musicanti. — 26, Maestro e spartiti. — 27 e 29, Camerini. — 28, Materiale incendio e soccorso. — 30, Cessi. — 31, Corridoio camerini. — 32, Scale artisti. — 33, Ufficio e direttore. — 34, Portiere. — 35, Ingresso artisti. — 36, Uscita dei sottopalchi. — 37, 38, Tabacco, fiori, giornali. — 39, Apparecchi riscaldamento, illuminazione, ventilazione, ecc. — 40, 41, Generatori e combustibile.

Uscite: I, uscita artisti e macchinisti. — II, Id. musicanti. — III, Id. dal palco del Sindaco. — IV, Id. id. Prefetto. — V, Id. dalla 3^a galleria. — VI, Id. dalla 4^a galleria. — VII, Id. dalla prima galleria. — VIII, Id. dai palchi di platea, poltrone e sedie. — IX, Id. dalla platea. — X, Id. dalla seconda galleria.

zioni questa debba soddisfare nel caso che una pellicola si infiammi. Ripeteremo che, oltre ad essere costruita perfettamente incombustibile, essa dovrebbe collocarsi all'esterno e in modo tale che l'operatore possa prontamente lasciarla quando si manifestasse l'incendio di una pellicola. Ogni ordine di posti deve avere uscite proprie sui due lati; ma non direttamente nella via, bensì in vestiboli fiancheggianti la sala e aventi numerose porte esterne. I sedili dovranno essere ribaltabili e non eccedere il numero di 12 o 14 per ogni fila.

Molti sono i cinematografi che fecero

vittime, perchè incendiatisi, o anche soltanto per effetto di panico. Ricorderemo il *cinematografo Lapp di Illkirch Grafenstaden*, ove si ebbero 29 morti a causa di panico (1906); l'incendio del *cinematografo di Via Monforte a Milano* (1906) con 4 feriti; i feriti a causa di panico nel *cinema Aurora di Milano* (1928); il *cinema Reale di Milano* (1925), il *cinema di Drumcolloger* (Irlanda, 1926), ch'era di legno, con 50 morti e 11 feriti gravi; il *cinema di Sirò* (Catanzaro, 1924); il *cinema di Smirne* (1924) con 20 morti e 20 feriti; il *cinematografo di Borgoforte*, ove si ebbero parecchi feriti per panico (1923); il *teatro-cinema Victor Hugo di Tours* (1929) con due pompieri feriti; il *cinematografo di San Paulo* (1930) con oltre 30 ragazzi feriti, di cui alcuni gravi; il *cinema di Paisley* (Inghilterra, 1929) con 70 bambini morti; il *cinema di Boscombe* (Inghilterra, 1930); il *cinematografo di Moriago* (Venezia, 1928) con 36 morti e 20 feriti; il *cinema di Astrakan* (1930) con 17 morti e 14 feriti; un *cinema a Sofia* (febbraio 1932) con numerosi feriti, fra i quali alcuni molto gravi; il *cinematografo Nereo di Viareggio* (ottobre 1917), che causò la distruzione di fabbricati adiacenti con negozi, ristorante, fotografia, ecc.

5. EDIFICI PER CONCERTI E FESTEGGIAMENTI E LOCALI DI PUBBLICHE RIUNIONI per associazioni, circoli, *clubs*, ristoranti, caffè-concerto e simili, ove si raduna più o meno pubblico (1). Per questi edifici la maggiore avvertenza da aversi nella disposizione dei locali è quella relativa allo sfollamento, ma non sono naturalmente da trascurare tutte le norme di sicurezza rispetto alla costruzione, all'isolamento, all'arredamento e alla larghezza delle vie di uscita. Il pavimento della sala del pubblico non deve essere a più di m. 12 dal piano stradale, e se vi sono gallerie sovrapposte, esse non saranno più di due. Ogni posto avrà larghezza almeno di cm. 50 e da dorso a dorso dei posti la distanza sarà di m. 0,90, se i sedili sono fissi, e non meno di 0,80 se i sedili sono ripiegabili. Lo spazio per posti in piedi dovrà essere calcolato in base a 3 posti per metro quadrato: i passaggi saranno larghi almeno un metro per ogni 120 persone. Per le sale di riunione senza sedili fissi si potrà tener conto di 2 persone ogni metro quadrato in platea e di 3 per metro quadrato in galleria, ed eccezionalmente 1,5 e 2. Se parecchie sale di riunione hanno comuni anticamere e sale in un sol piano, od in piani diversi di uno stesso fabbricato, si farà il computo delle persone per la sala maggiore e per le altre sale si computerà soltanto la metà delle persone di cui sono capaci. Il rapporto fra il numero delle persone occupanti le sale e la larghezza delle porte dovrà essere il seguente:

- m. 1 per 120 persone fino a 600 persone;
- m. 1 per 135 persone da 600 a 900 persone;
- m. 1 per 150 persone oltre le 900 persone.

Quando il numero delle persone che una sala può contenere supera 600, vi dovranno essere porte di uscita in almeno due lati della sala, se questa è quadrata, rettangolare o trapezia. La larghezza dei corridoi si stabilisce come per le porte, ma con un minimo però di m. 2. Come nei teatri, i battenti dovranno aprirsi verso l'esterno senza ingombrare i passaggi. Se nel fabbricato vi è un ampio cortile che contenga tutto il pubblico delle sale, il rapporto anzidetto può essere di m. 1 per 300 persone. Fino a 300 persone è sufficiente una sola scala disposta e costruita sicura contro il fuoco, con rampe larghe m. 1 per 120 persone, e m. 1,50 per 300. Per un numero maggiore di 300 occorrono due scale e precisamente:

- fino a 900 persone m. 1 di larghezza per ogni 150 persone;
- oltre 900 persone m. 1 di larghezza per ogni 200 persone.

Le scale delle gallerie non devono sboccare nella sala.

Pei locali di riunione provvisti di palcoscenico stabile, con quinte, panneggiamenti, scenari e decorazioni di materiale combustibile, si adotteranno le norme indicate nei teatri. Quando detti locali hanno un palcoscenico, senza sottopalco né graticciate di manovra, ecc. e hanno quinte incombustibili, si considerano come semplici sale, avvertendo però di tenere la larghezza dei passaggi e delle porte della sala degli spettatori di m. 1 per 90 persone ed al più di m. 1 ogni 120 persone. Circa l'illuminazione di soccorso, il riscaldamento, il servizio idraulico, gli apparecchi di estinzione, l'affissione della pianta dei locali colla indicazione chiara delle vie di uscita, ecc. vale quanto si è detto a proposito dei teatri.

Questi edifici per associazioni, circoli, ecc., che contengono locali per biblioteche e archivi, dovranno risultare assolutamente sicuri contro il fuoco, tanto nei riguardi costruttivi, quanto dell'arredamento.

Pei ristoranti, caffè-concerto, ecc., si dovrà soprattutto badare ai pericoli dovuti all'esistenza delle cucine e agli eventuali depositi di materie infiammabili.

(1) V. cap. XX e XXI, vol. II, p. I, sez. IV.

g) **Sicurezza degli stabilimenti industriali e dei magazzini.** — Leggi e regolamenti prescrivono le norme da seguirsi per la sicurezza dei fabbricati industriali e per le persone addette alle varie industrie, tanto nei riguardi dell'igiene quanto degli infortuni, suddividendo in varie classi le industrie nocive, pericolose, incommode. Perciò certi stabilimenti che producono fumo e odori incommodi, o nocivi, oppure pericolosi per causa d'incendio o di scoppio, devono essere lontani dall'abitato, ma sempre però costruiti e disposti in modo da offrire la massima sicurezza sotto ogni aspetto.

Pericolosi per causa d'incendio sono considerati gli stabilimenti che producono e lavorano:

- | | |
|---|--|
| 1. Acido stearico (distillazione e saponificazione) | 25. Grassi (fusione dei) |
| 2. Agglomerati di carbone, con carboni grassi o magri | 26. Liquidi infiammabili (petrolio, benzina, ecc.) |
| 3. Alcool (rettificazione) | 27. Nitrobenzina |
| 4. Aldeide | 28. Oli minerali (fabbricazione, distillazione) |
| 5. Apparecchi refrigeranti a etere, acido solforico, ecc. | 29. Ossa torrefatte |
| 6. Asfalti e bitumi | 30. Ovatte |
| 7. Candele | 31. Pirotecnici (laboratori) |
| 8. Cappelli di seta | 32. Resine in generale |
| 9. Caucciù | 33. Solfo (fusione, distillazione, polverizzazione) |
| 10. Ceralacca | 34. Solfuro di carbonio (uso industriale, fabbricazione, depositi) |
| 11. Collodio (fabbriche) | 35. Tabacco (abbruciamento delle nervature) |
| 12. Crisalidi (deposito) | 36. Taffetà incerati |
| 13. Cromato di potassio | 37. Tele incerate, inverniciate, dipinte, grasse |
| 14. Cuoi verniciati | 38. Torcie a vento |
| 15. Cuoi (deposito) | 39. Vernici a spirito |
| 16. Depositi di filati e fibre tessili | 40. Fabbriche di celluloidi |
| 17. Depositi di olio grasso | 41. Fabbriche di carton cuoio |
| 18. Disgrassatori | 42. Fabbriche di carta di paglia e di legno |
| 19. Distillerie | 43. Fabbriche di colla, di sapone, di olio di pesce. |
| 20. Etere | |
| 21. Feltri | |
| 22. Fiammiferi | |
| 23. Fosforo | |
| 24. Gas per uso pubblico e fabbriche private | |

Pericolo d'incendio presentano poi i vari laboratori per la lavorazione del legno, le fabbriche di mobili, i molini, i locali delle ditte cinematografiche, le fabbriche di maglie, di cartoni e di scatole, le carrozzerie, i setifici, i cotonifici, le fabbriche di pettini, le fonderie, le fabbriche di fecola e di destrina, le officine di stagnatura e di zincatura, i forni da pane, le tintorie, ecc., nonchè tutte quelle officine ove esistono focolari e i magazzini di legname da lavoro e da fuoco, di carbone, di carta, di stracci, in una parola tutti quei locali ove si trovano ammassate materie facilmente infiammabili.

Il proprietario dello stabilimento, per evitare quanto meglio possibile i pericoli d'incendio, deve soddisfare non soltanto alle norme prescritte dalle leggi e dai regolamenti, ma far osservare la massima pulizia e il buon mantenimento del materiale, evitando specialmente il riscaldamento degli alberi di trasmissione; far curare la pulizia dei cuscinetti; impedire che restino a terra stracci, cascami, trucioli di legno, carte, e l'ingrassamento dei pavimenti di legno, perchè propagherebbero più facilmente il fuoco. Tutti i rifiuti, soprattutto se ingrassati, che possono infiammarsi spontaneamente, devono essere raccolti in sacchi e portati fuori dall'officina all'aperto. A giornata finita, e dopo l'uscita

di tutti gli operai, dovrà esser fatta una minuziosa ispezione in ogni locale per accertarsi che i fuochi siano spenti, che non sia rimasta nessuna lampada accesa, e se vi è condotta di gas, che ogni robinetto sia chiuso, o chiuso il contatore, ecc.

Deve essere assolutamente proibito di fumare, anche nei W.-C., e lo stabilimento dovrà provvedersi del materiale di primo soccorso, nonchè di quello completo per spegnimento, quando lo stabilimento sia molto discosto dal centro, ove risiede il corpo dei pompieri. Gli operai dovranno essere addestrati al maneggio di detto materiale; quello di primo soccorso comprenderà secchi d'acqua, e pompe a mano se manca l'acqua in pressione, ed estintori. Il materiale di difesa o di estinzione sarà composto di serbatoi e condutture di acqua, di estintori automatici, di condotte di vapore, di una pompa fissa azionata dai motori dell'officina, di prese d'acqua in pressione, tubi con lancia, e scale da pompieri. Tutto il materiale, comprese corde, accette, ecc., si terrà in locali estranei a quelli di lavoro e dovrà essere mantenuto in efficienza.

Per impedire che il fuoco si manifesti, la prima precauzione è quella relativa alla costruzione. Di essa abbiamo già ampiamente trattato: osserveremo però che nelle officine essendo i muri portanti soggetti a maggior carico di quelli dei fabbricati ordinari, nonchè a scosse, dovranno, se di muratura laterizia, avere grossezza di almeno 50 centimetri fino al secondo piano. Si eviteranno le fosse lungo i muri esterni per dar luce ai sotterranei, al fine di non impedire il collocamento di scale mobili, o il salvamento delle persone col sistema delle tele tenute tese sotto alle finestre, da cui le persone stesse si gettano.

Ciò che abbiamo detto riguardo ai materiali da costruzione, legno, ferro, ghisa, cemento armato, ecc., vale soprattutto pei fabbricati di cui è oggetto, ove si hanno di solito grandi locali suddivisi da colonne o pilastri.

Evidentemente i pericoli sono molto minori pei fabbricati a un solo piano, ciò che appunto avviene pei grandi laboratori coperti da tetto a sega. Per essi riesce più facile la fuga, ma per ciò dovranno praticarsi molte porte di uscita diretta all'esterno su vie, o su cortili. Cortili e spazi liberi devono circondare i vari fabbricati componenti lo stabilimento, fabbricati da disporsi in modo da render facile e comoda l'opera dei pompieri. Non è consigliabile di riunire in un solo fabbricato i vari compartimenti dello stabilimento, anche se diviso da muri tagliafuoco, ma è anzi necessario che i fabbricati, destinati a ogni compartimento, siano isolati e così distanti fra loro da permettere le manovre dei pompieri, in caso che uno di essi si incendi, e per impedire la trasmissione del fuoco dall'uno all'altro. La distanza di 5 metri si può considerare come un minimo, e se il fabbricato principale è più soggetto al pericolo d'incendio, converrà che disti dagli altri fabbricati m. 10 ÷ 15. Non è senza influenza, nei riguardi dell'incendio, anche la forma dei fabbricati. In quelli circolari l'incendio si propaga in tutti i sensi e a causa del grande sviluppo continuo del muro esterno riesce più difficile l'opera di spegnimento. Meno facile è la propagazione del fuoco nei fabbricati di forma quadrata, e ancora meno in quelli di forma rettangolare.

I muri tagliafuoco devono essere massicci, oltrepassare il tetto di almeno un metro ed essere privi di aperture. In uno stesso fabbricato in cui vi siano diversi compartimenti divisi da detti muri si passerà dall'uno all'altro per mezzo di due porte esterne prossime a ciascuno dei muri stessi. Come già dicemmo trattando dei *magazzini commerciali*, ecc. (cap. X), ove fu pure già detto dei provvedimenti da adottarsi in caso d'incendio circa le porte, le scale, ecc., ripeteremo che se i fabbricati sono riuniti da passaggi coperti a guisa di tettoie, queste dovranno essere costruite con materiale leggero, così da potersi demolire prontamente in caso d'incendio onde impedirne la propagazione.

Nei magazzini di lana, nei fienili, ecc., ove insomma si ammassa molto materiale combustibile, la distanza tra i muri tagliafuoco dovrà essere piccola.

Se i fabbricati sono a parecchi piani le scale di comunicazione si disporranno come si disse nel citato cap. X e preferibilmente all'esterno entro torri, come indicano le fig. 79 a, b. Dai laboratori si passa alla scala mediante passerelle scoperte e il nucleo interno della scala è utilizzato come camino. Una disposizione pure conveniente è

quella adottata nel lanificio *Lewing di Gottinga* (fig. 80). Lateralmente al corpo di fabbrica contenente i laboratori le scale sono disposte entro due avancorpi, ma riescono isolate dai laboratori e sono circondate dal passaggio all'esterno, dai cessi, dai lavatoi e dai montacarichi.

Circa la costruzione, ecc. delle scale, ci riferiamo a quanto fu detto precedentemente. Aggiungeremo che non è opportuno collegare con dette scale i sotterranei destinati a magazzini; a questi si accederà con scale proprie direttamente dall'esterno. Siccome i laboratori non sono affollati come nei locali di pubblico ritrovo, o spettacolo, così si può ritenere che una scala di un metro di larghezza possa bastare per 150 persone. Vi sono però dei regolamenti esteri nei quali si prescrive che le scale di soccorso abbiano una larghezza di m. 1,25 per 50 operai, se a rampe rettilinee, e m. 1,50 se curve. Per ogni 50 operai in più si devono aggiungere m. 1,15 di maggior larghezza, e così di seguito proporzionalmente, oppure stabilire un numero maggiore di scale. Perciò in tali regolamenti si dà maggior importanza alla rapidità di sgombero, piuttostochè alla resistenza della costruzione circa la propagazione del fuoco. Se l'opificio è costruito per un determinato uso, riesce facile stabilire il numero degli operai per ogni laboratorio. Se invece i locali devono essere affittati a diversi esercenti, o a piccoli industriali, il numero degli operai si potrà desumere soltanto dalla superficie utilizzabile dei locali stessi. Tenendo conto anche dello spazio occupato da macchine, per deposito di impac-

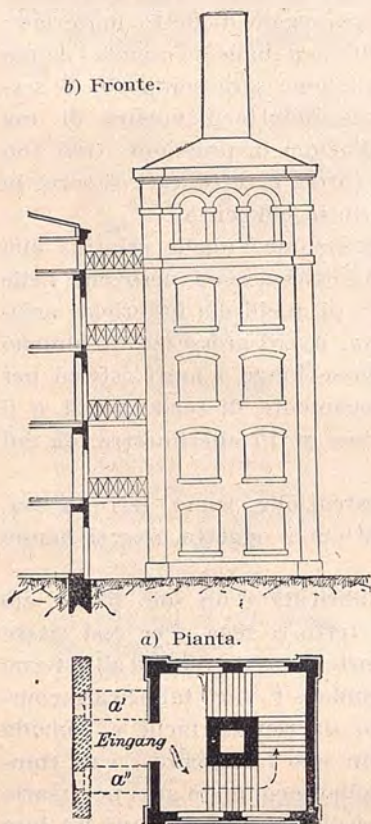


Fig. 79 a, b. — Disposizione delle scale per stabilimenti industriali e per magazzini.

Eingang, ingresso. — a', a'', passerelle.

ature di materie prime e manufatti, si potrà stabilire in media 3 operai sulla superficie di m² 10.

L'incendio può manifestarsi anche dal modo con cui certe materie, ancorchè incombustibili per loro stesse, sono immagazzinate. Così dicasi, per es., delle vetrerie, porcellane, ecc. che vengono conservate in scaffali aperti e avvolte nella paglia o altra simile sostanza combustibile.

Circa la propagazione dell'incendio da un locale all'altro, e da un piano all'altro, si dovranno evitare le interruzioni di continuità nei muri (aperture) e nei solai, ove tali interruzioni servono per lucernari, scale, ascensori, montacarichi, ed anche per il semplice passaggio di cinghie e alberi di trasmissione. Gli ascensori per le persone possono restare nel pozzo delle scale quando queste siano disposte e costruite nei modi detti; i montacarichi devono essere invece collocati in gabbie di muratura massiccia, non nei vani delle scale. La porta di dette gabbie a ogni piano dovrà essere incom-

bustibile, nè potrà aprirsi se non quando il montacarichi è arrivato a livello del piano: dovrà poi chiudersi automaticamente quando il montacarichi sale a un piano superiore, o ne discende, oppure il montacarichi non funzionerà se non quando la porta sia stata richiusa. È però sempre meglio collocare ascensori e montacarichi all'esterno, poichè in caso d'incendio possono meglio servire pei soccorsi e per il salvamento. Devono però essere circondati da un muro isolatore incombustibile.

Anche le cinghie che trasmettono il movimento ai piani superiori dovranno essere collocate dentro pozzo di muratura: dove gli alberi di trasmissione devono attraversare muri, specialmente di tagliafuoco, l'apertura sarà contornata da piastra metallica da un lato e dall'altro, non lasciando intorno all'albero che un giuoco di circa cm. 2.

Le finestre sovrapposte dei vari piani sono un mezzo di propagazione del fuoco, e abbiamo già osservato nel cap. X che sarebbe conveniente la disposizione sfalsata, poichè allora tra l'architrave di una finestra e il davanzale di quella ad essa soprastante vi sarebbe una distanza uguale a due volte quella tra le finestre disposte nel modo solito, più l'altezza delle finestre. Le finestre devono essere provviste di vetri retinati.

Riguardo alle coperture sarà sempre meglio ricorrere al cemento armato, tanto per copertura a terrazza, quanto a falde inclinate. Non occorre ripetere che i più sicuri solai sono quelli di calcestruzzo armato.

Nelle officine di lavorazione del legno si deve avere speciale riguardo pei forni, o locali di essiccazione del legname, e per la raccolta e trasporto dei trucioli e segatura di legno. Per ogni speciale laboratorio vi dovrà essere uno stanzone apposito per il

riscaldamento della colla, stanzone costruito a prova di fuoco, tanto per le pareti, quanto per il pavimento e il soffitto. Esso deve avere verso il laboratorio la porta di ferro, distante almeno m. 0,50 dal fornello. Il locale per deposito dei trucioli, ritagli, segatura ecc., tanto nel sotterraneo, quanto a pianterreno, deve essere separato dagli altri

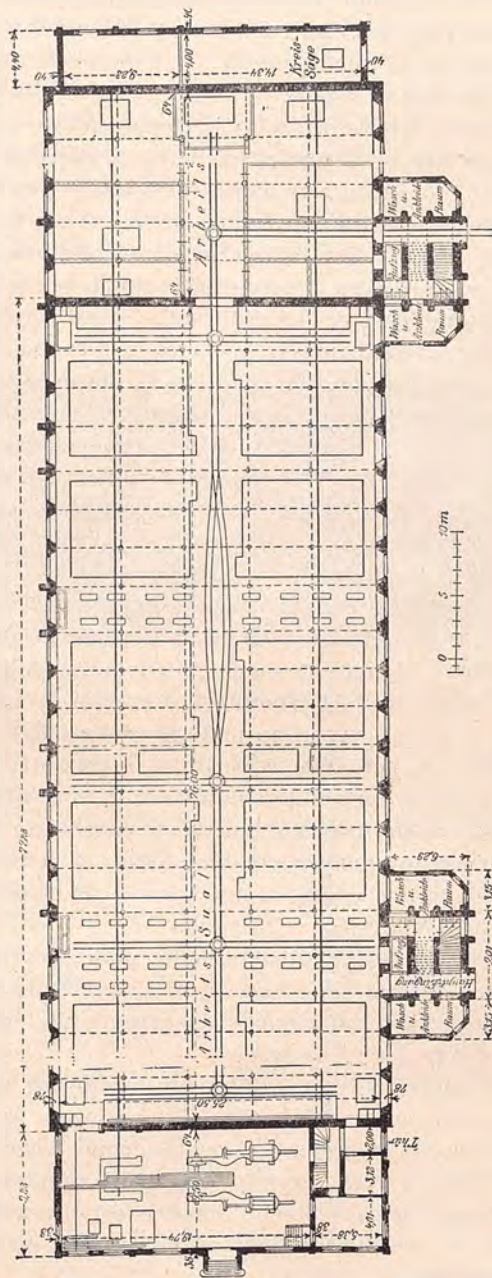


Fig. 80. — Disposizione delle scale nel lanificio Lewing a Gottinga.
 Arbeits-Saal, sala di lavoro (laboratorio). — Aufzug, ascensore. — Haupteingang, ingresso principale. — Wasch u. Ankleide Raum, lavabo e spogliatoio.

locali da muri massicci e coperto con volta, o con solaio di cemento armato, e avere ingresso diretto dall'esterno provvisto di porta incombustibile. Nelle grandi officine di falegnameria è meglio che la colla sia scaldata su piastre metalliche riscaldate dal vapore, e i trucioli ecc. prodotti dalle macchine siano aspirati per mezzo di condotti incombustibili e versati nel locale di deposito, o addirittura all'esterno.

I motori di qualunque genere non si collocheranno mai nell'interno dei laboratori, ma in un fabbricato speciale isolato, se ciò sia possibile, e quando non lo fosse, lo si addosserà al laboratorio, purchè il muro contro cui è addossato sia massiccio e non abbia altre aperture all'infuori di quelle per il passaggio dell'albero motore. Lo stesso si deve fare per i locali delle caldaie, producenti il vapore necessario ai motori, o per altri usi.

Speciali precauzioni devono prendersi pei focolai industriali, quali forni da fucine e delle trafile, per essiccazione nelle tintorie, per la torrefazione nelle fabbriche di birra, per la cottura di porcellane e simili, per la verniciatura a fuoco, per le pasticcerie, per le grandi cucine dei ristoranti. Se sul focolare si devono far bollire liquidi combustibili in grandi masse, si dovrà, a seconda delle circostanze, disporre un orlo più elevato intorno alla platea superiore del forno: l'operaio che ha da versare il liquido non deve stare direttamente davanti alla porta del focolare. I forni delle caldaie di distillazione, dei generatori di vapore, degli essiccatoi di orzo nelle fabbriche di birra e simili, come pure i focolai degli impianti di riscaldamento ad aria calda, a vapore e ad acqua calda, devono essere isolati tutto all'ingiro, così che fra le pareti esterne del loro rivestimento e le pareti del locale interceda uno spazio libero di almeno m. 0,30 di larghezza.

Pei lambicchi ed altri apparecchi di rettificazione, camere di essiccamento, caldaie per la fusione del sego e dei grassi in genere, o di ebullizione degli oli, come pure nella lavorazione di materie facilmente infiammabili, le porte dei focolai devono sempre essere all'esterno dei laboratori. I camini di tali focolai, che dovessero attraversare locali, in cui si depositino materie combustibili, dovranno essere rivestiti da un'incamiciatura di materiale refrattario. I condotti di scarico dei gas nella torrefazione devono essere costruiti di muratura, o con materiale incombustibile, e provvisti di sportelli a chiusura automatica. Il pavimento dei locali contenenti focolai di qualsiasi genere dovranno essere di materiale incombustibile. Se il locale è diviso da sostegni, questi dovranno essere di muratura o di calcestruzzo armato, oppure metallici, ma rivestiti di materiale refrattario.

I forni da pane, dei pasticciere e simili, dovranno essere distanti dai muri delle abitazioni, e circondati da muri pieni di sufficiente grossezza: il combustibile sarà tenuto in un locale esterno a quello del forno e che non presenti pericolo d'incendio. La sua porta dovrà essere di ferro.

Pei mulini, oltre a tutti i provvedimenti relativi alla costruzione, sono specialmente da osservare la ventilazione dei locali, la grande pulizia, un sistema di illuminazione che non presenti pericolo alcuno, vale a dire l'elettrico. Le finestre si provvederanno di vetro armato, i tetti si ripuliranno frequentemente, se non sono di calcestruzzo armato, poichè ricoprendosi di polveri farinose, queste possono incendiarsi a causa di scintille sprigionatesi dal camino dello stabilimento, o da camini di fabbricati prossimi (1).

(1) Si ricordano qui l'incendio del mulino Maffezzoni a Ostiano (Cremona, luglio 1931), che andò completamente distrutto col macchinario, producendo più di due milioni di danni; l'incendio del mulino Bandiera a Bologna (giugno 1922), che recò un danno ai proprietari di più di due milioni per la perdita dei cereali e di altrettanto per la distruzione del fabbricato e dei macchinari; l'incendio del mulino Perseverante a Milazzo (24 aprile 1932) che produsse un danno di sei milioni di lire.

Circa le officine elettriche sono pure da osservare la pulizia, l'isolamento perfetto delle condutture, il collocamento dei reostati su piastre incombustibili di porcellana, marmo, ardesia, e quello degli accumulatori in locale isolato e molto aerato. Oltre ai soliti provvedimenti già indicati circa le costruzioni, le aperture, ecc., si dovrà coprire il pavimento con un tappeto isolante, ma assolutamente incombustibile.

Non occorre soffermarsi sulle necessità che tutti i magazzini contenenti materie infiammabili, o facilmente combustibili, anche per spontanea accensione, siano costruiti incombustibili e che per essi si usino tutte le precauzioni suaccennate circa i muri, le porte, le finestre, le scale, i muri tagliafuoco, ecc. Tali magazzini li abbiamo già considerati nel capitolo XIV (*Locali e fabbricati pel commercio*).

I grandi magazzini di petrolio e di olio che si riforniscono dalle navi, sono disposti sulle coste o, come a Venezia, nella laguna. La fig. 81 rappresenta il deposito di



Fig. 81. — Veduta dei serbatoi di benzina e petrolio della Società «Nafta» a Vado Ligure.

Vado Ligure della Società «Nafta» che sorge in prossimità della foce del torrente Quiliano. Due grandi tettoie di cemento armato, fra loro comunicanti, fanno capo a una banchina di carico, e sono munite di ferrovia Decauville per agevolare il trasporto della merce imballata. Una è destinata ai travasi della benzina, nei fusti e negli imballaggi, mediante appositi apparecchi di riempimento, alimentati direttamente dai serbatoi; e l'altra a deposito dei recipienti riempiti. Altre due tettoie analoghe sono destinate al petrolio ed una quinta per l'olio. Infine in un'altra tettoia, pure di cemento armato, è impiantato tutto il macchinario occorrente per la fabbricazione dei recipienti di latta comunemente usati per l'imballatura della benzina e del petrolio. Lo stabilimento è completato dall'alloggio del direttore, dagli uffici, dall'alloggio del custode, dal refettorio e dallo spogliatoio per gli operai, dall'officina e dall'infermeria.

Due caldaie Tosi, munite di sistemi perfezionati di bruciatori per olio combustibile, forniscono il vapore alle pompe destinate ai travasi ed ai riscaldatori per l'olio. Nell'impianto dello stabilimento, distante dall'abitato tanto quanto è prescritto dai regolamenti, furono osservate tutte le norme relative ai depositi di liquidi infiammabili in Demanio marittimo e si adottarono tutti i particolari costruttivi per la sicurezza.

I liquidi vengono direttamente pompati dai piroscafi-cisterna nei grandi serbatoi mediante due tubazioni di acciaio, una per l'olio e l'altra per il petrolio e la benzina. Sono collocate fra lo stabilimento e la testata del pontile di approdo delle navi, prima lungo l'argine del torrente Quiliano, e poi sul pontile stesso lungo 400 metri e largo m. 1,20.

A 300 metri dalla spiaggia esso presenta una piattaforma ove sono impiantati (fig. 82) il riscaldatore dell'olio per conservarlo fluido durante lo scarico dei vapori, e le pompe che devono aspirare i liquidi dai piroscafi-cisterna e condurli entro le tubazioni sud-dette ai serbatoi. Il vapore necessario per il riscaldatore e per le pompe è fornito da apposita caldaia collocata nella stessa piattaforma, provvista di bruciatori d'olio.

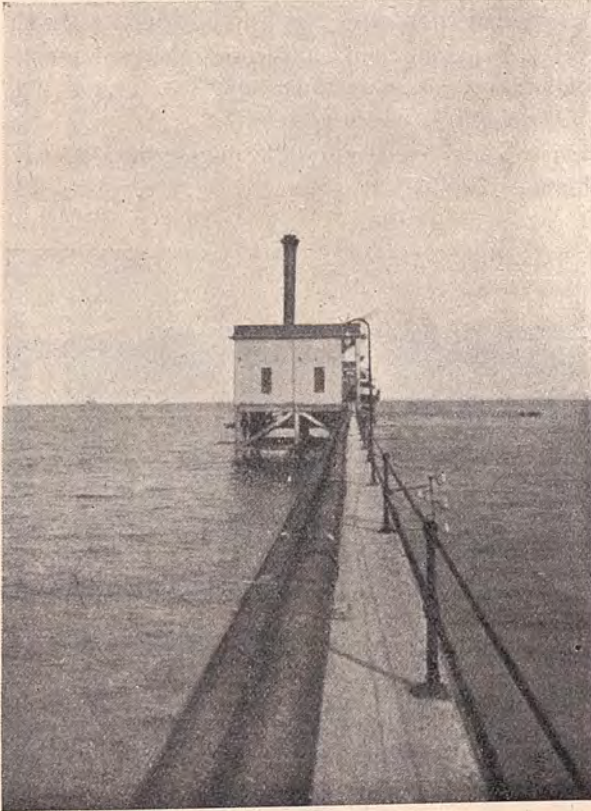


Fig. 82. — Veduta parziale del pontile e del casotto per le caldaie e per le pompe.

La fig. 83 rappresenta un gruppo di pompe per travasi, e la fig. 84 le auto-pompe per incendio.

I sistemi di sicurezza adottati dalla Società Italo-Americana per il petrolio per i suoi depositi interni di petrolio e benzina sono l'idrostatico e quello col gaz inerte. Il primo è rappresentato schematicamente dalla fig. 85 *a, b* e la sua caratteristica principale consiste nell'impedire la formazione di miscele esplosive nei serbatoi contenenti benzina o petrolio, mediante un sistema di compensazione con acqua, tale che alla quantità di uscita ed entrata del liquido infiammabile dai o nei serbatoi, corrisponda un'eguale quantità di acqua. Lo schema indica il ciclo del liquido. Posto il serbatoio sotterraneo pieno d'acqua, con le sole valvole 7 e 14 aperte, il petrolio, o la benzina si travasa dal carrocisterna per dislivello nel detto serbatoio mediante la tubazione 4, e la spinta del liquido fa sì che l'acqua risale pel tubo 8, e per quello 11 va al pozzetto di scarico 3, provvisto

di sfioratore. Per il riempimento degli stagnoni o fusti, tenendo chiuse tutte le valvole, ad eccezione delle 12, 13, 18 e 6, la pressione dell'acqua del rifornitore 2 solleva la benzina entro il serbatoio e la spinge con la tubazione 5 negli apparecchi travasatori. La disposizione del tubo di pressione d'acqua 10 e di quello di erogazione della benzina 5 e delle valvole a rapida chiusura che li comandano 12 e 18, con un movimento accoppiato e sincrono, assicurano la cessazione dell'erogazione del liquido infiammabile in ogni momento che non corrisponda all'atto voluto dal riempimento dei fusti o bidoni. Anche nel caso di un danneggiamento della tubazione dell'erogazione della benzina, non potrà uscire dalla tubazione stessa che la piccola quantità di liquido in essa contenuta, perchè l'interruzione della pressione d'acqua nel serbatoio avviene istantanea e contemporanea col cessare delle operazioni di riempimento. Il sistema di sicurezza a gaz inerte (brevetto Società Bergomi, Milano) è analogo al precedente.

Un grande sviluppo ha preso il sistema di distribuzione della benzina per mezzo di pompe speciali, tanto per rimesse private di automobili, quanto per rifornimento lungo le strade, sistema che offre una maggior garanzia di sicurezza, in confronto di

quello del travaso in barili o bidoni, con sensibile vantaggio sia nell'economia dei recipienti, sia pei minori disperdimenti, sia per la facilità di verifica. Gli impianti sono costituiti da un serbatoio sotterraneo e dalla pompa, la quale è aperta per gli impianti interni e chiusa per quelli stradali; la quantità di liquido pompato è esattamente misurata da un contatore. Dette pompe sono del tipo Gilbert e Barker. Il serbatoio è un solido recipiente metallico, posto sottoterra e munito di due bocche, una per l'immissione della benzina e l'altra per l'uscita e l'entrata dell'aria. L'introduzione della benzina si fa per mezzo di carbotte che si collega direttamente col recipiente sotterraneo mediante tubo flessibile, in modo da evitare durante il travaso ogni contatto con

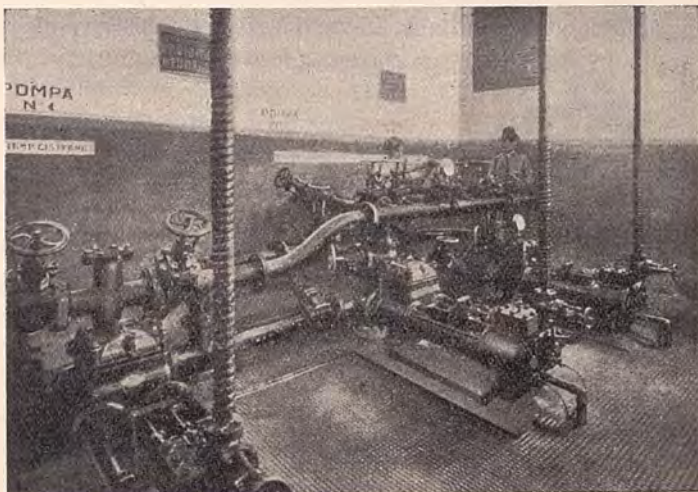


Fig. 83. — Gruppo di pompe per travasi.

l'aria, la quale viene scacciata entro un tubo sfiatatoio che si può fare così alto da impedire che venga a contatto con una qualsiasi fiamma, ed il cui orificio, ad ogni buon conto, è provvisto di reticella metallica che non permetta un eventuale passaggio

di fiamma. Il funzionamento della pompa è molto semplice. Girando una manovella (fig. 86), dopo aver messo il tubo flessibile di scarico nel serbatoio del veicolo-automobile, si introduce in esso la benzina, mentre l'indice posto di fianco segna la quantità introdotta. Allorchè l'indice raggiunge il termine della sua corsa, la pompa cessa di funzionare: allora si lascia libera la manovella, che automaticamente gira in senso

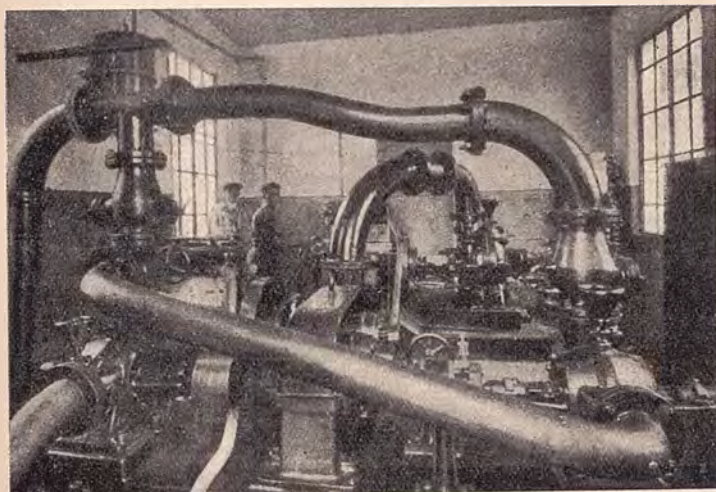


Fig. 84. — Auto-pompe per incendio.

inverso rimettendo l'indice allo zero. In questo tempo si riempie nuovamente di benzina tutto il cilindro della pompa, nel quale non entra mai l'aria, il cui accesso è impedito da apposita valvola inserita alla base del tubo flessibile di scarico. Nello stesso tempo altra valvola si apre e lasciando entrare l'aria nel solo tubo flessibile permette di vuotarlo completamente evitando ogni sgocciolamento o spandimento. Il contatore somma tutte le uscite di benzina, in modo che si può sapere

quanto liquido è stato estratto. Apparecchi simili ha adottato la Società « Nafta » per la benzina *Shell*.

Soggetti facilmente ad incendio sono i *magazzini di vendita*, detti abitualmente *bazar* (v. cap. XIV) per la grande quantità di merci combustibili che contengono. Nel citato capitolo abbiamo già detto come si sia provveduto nei riguardi del pericolo di incendio e dell'eventuale estinzione di esso descrivendo il palazzo della *Rinascenza* di Milano. Aggiungeremo che per questi magazzini frequentati dal pubblico, che sovente

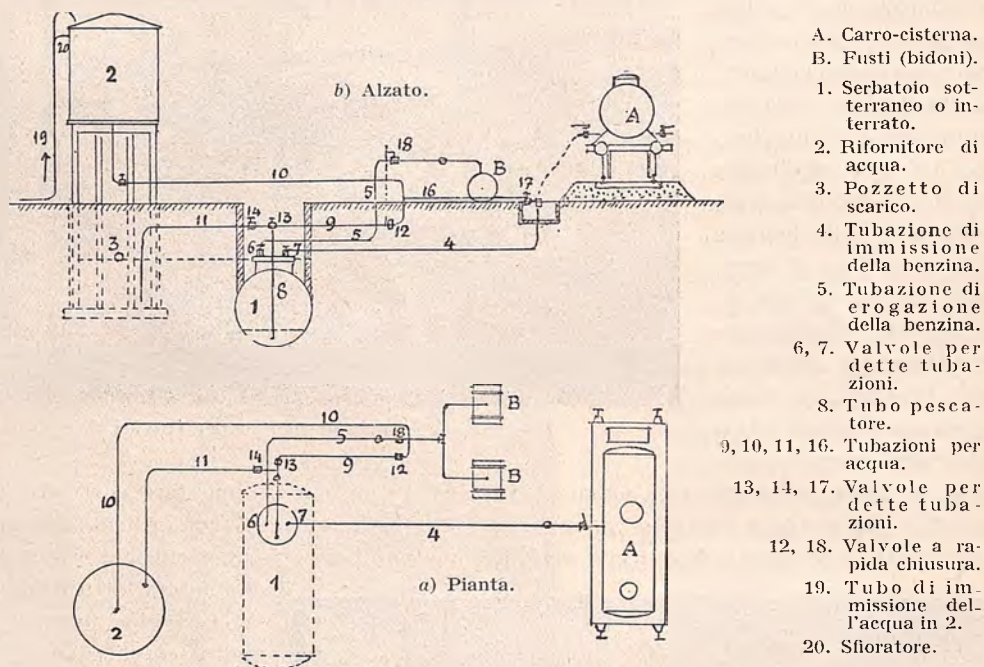


Fig. 85 a, b. — Schema di sistema idrostatico di sicurezza per depositi di benzina e petrolio in serbatoi sotterranei.

vi forma una vera folla, come in genere per tutti quelli che contengono numeroso personale in laboratori, uffici, ecc., non si deve dimenticare l'impianto di illuminazione di sicurezza, eseguito nei modi che abbiamo già indicato nei luoghi di pubblico spettacolo.

Più esposti all'incendio sono quei *bazar provvisori* per fiere di beneficenza e simili, costruiti di legno, tele, stoffe e carta e quindi con materiali eminentemente infiammabili, senza tener conto degli oggetti esposti essi pure facilmente infiammabili. La spaventosa catastrofe del *bazar de la Charité* di Parigi, avvenuta il 4 maggio del 1897, avrebbe dovuto servire di salutare esempio per l'avvenire, mentre si è continuato, e si continua, a costruire baracche e baracconi nelle fiere e nei così detti banchi di beneficenza, senza preoccuparsi del pericolo di incendio. Il bazar della Carità raffigurava un'antica via di Parigi e aveva 22 banchi, ciascuno dei quali comprendeva 40 o 50 dame patronesse. All'inaugurazione il Nunzio apostolico aveva impartito la benedizione alle dame e al bazar. Il locale, tutto chiuso, era gremito di pubblico: alle 4 del pomeriggio vi saranno state dentro circa 1500 persone. Appena uscito il Nunzio echeggiò il grido *fuoco, fuoco!* L'incendio era stato causato da un apparecchio per cinema posto sopra un banco dal quale il fuoco si propagò con spaventosa rapidità ai banchi vicini: allora la folla si precipitò verso la parete ov'era una porta aperta, ma qui avvenne ciò che

avviene di solito quando la folla è terrorizzata e mancano le uscite. Per fortuna due cuochi del vicino albergo svellendo con un piccone le inferriate delle finestre che comunicavano col bazar, poterono salvare oltre 150 persone, ma 117 rimasero carbonizzate o sfraccellate nella tremenda ressa e 180 furono ferite più o meno gravemente. Nel novembre 1931 in un *bazar indiano* a Madras nel quartiere dei mercati si sviluppò un incendio nel quale perirono tre indigeni e altri sette furono ridotti in gravissimo stato. A non minori pericoli d'incendio sono esposti i *Mercati*, come ha dimostrato l'incendio delle *Halles parigine* avvenuto il 27 agosto 1929, ove l'incendio, manifestatosi nel padiglione delle frutta, invasò circa m² 2200 dei sotterranei, i quali contenevano casse vuote e cumuli di carte e trucioli, e causò lo scoppio di una conduttura di gaz, minacciando la galleria della ferrovia metropolitana adiacente ai detti sotterranei.

Già osservammo che nonostante tutte le precauzioni e i provvedimenti che si possono e si devono prendere per la costruzione e per l'esercizio di un fabbricato, specialmente se tale esercizio richieda la presenza di materie combustibili e infiammabili, può sempre manifestarsi un incendio, soprattutto quando la causa sia dolosa; ma l'impressionante numero di incendi che ancor oggi si avverano, prova che non si dà tutto il peso necessario alle norme di sicurezza tanto da parte degli architetti quanto dalle autorità che dovrebbero pretenderne la scrupolosa osservanza. Ci parrebbe molto istruttivo e persuadente trascrivere un elenco completo degli incendi avvenuti in ogni genere di fabbricati, e specialmente in stabilimenti industriali e commerciali, ove i danni sono sempre assai rilevanti, senza tener conto delle vittime e del danno riflesso che ricade sugli operai, i quali restano per lungo tempo senza lavoro, fino a quando cioè lo stabilimento è rimesso in funzione, semprechè ciò avvenga.

Non è nostro compito produrre qui un tale elenco, ma crediamo utile dar notizia di parecchi gravi incendi di stabilimenti industriali, magazzini, fabbricati colonici, ecc.

Nel 1904 nei mesi di estate e d'inverno registriamo fra i maggiori incendi i seguenti: *Cartiera Smith Meyniex* a Fiume (danni 200 mila lire) — *Brillatoio di riso Furgoni e Breve* a Sampierdarena (danni 400 mila lire) — *Scuderie Falzoni-Gallerani* a Ferrara — *Magazzini di panni Brooks* a Londra — *Cereria Molinari* a Alessandria — *Fabbrica di calzature Migliavacca* a Vigevano — *Deposito di petrolio* a Hoboken (Anversa) — *Magazzino di legname Agosteo* a Roma, e adiacente *Stabilimento di stearina* (danni 200 mila lire) — *Segheria Nastucci* a Napoli — *Fabbrica di fiammiferi* a Gorizia (danni 50 mila corone) — *Arsenale di Tolone* — *Fabbrica di pettini* a Castiglione Olona — *Magazzini della Bush Company* a New York e le navi americane *Nebraskan, Arizona*, nonché la nave italiana *Città di Palermo* (danni 1 milione di dollari) — *Stabilimento litografico Podicco* a Intra — *Stabilimento della marinatura delle anguille* a Comacchio — *Fabbrica di Tabacchi* a Budapest — *Seteria Tubize* a Bruxelles — *Stabilimento di mobili artistici Mora* a Bergamo — *Filanda Solcati* a Sartirana — *Officina Balarne* a Celta (distrutti 66.000 barili di petrolio) — *Essiccatoio* a Milano — *Deposito di cappelli da signora* a Milano — *Fabbrica di conserve di carne* a New York — *Pastificio* a Treviso — *Fabbricati colonici* a Trenno (danni 50 mila lire) — *Fabbricato colonico della Congregazione di Carità* di Varese a Biumo Inferiore — *Fabbricato colonico Mariani* a Crescenago — *Cascinale Candiani* a Ronchetto.

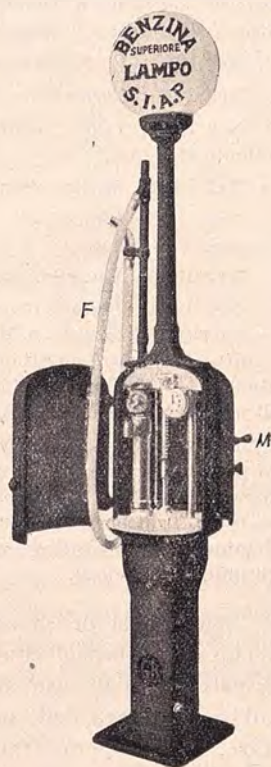


Fig. 86. — Pompa stradale per rifornimento benzina.

M, Manovella.
F, Tubo flessibile.

Nel 1905: *Stabilimento per la lavorazione del legno* di Coreggio (Pallanza) — *Setificio Gazzera* a Pinerolo (danni 800 mila lire) — *Deposito della casa editrice Fayard* a Parigi (danni 1.700.000 lire).

Nel 1906: *Deposito di merci* a Winterthur — *Fabbrica di tessuti Lamperti-Fossati* a Monza — *Deposito di una cooperativa* a Versailles — *Magazzino canestri Lussardi* a Brescia — *Oleificio* a Budapest (per il grande calore i metalli delle macchine si sono liquefatti) — *Cotonificio Candiani* a Castellanza — *Magazzini di materie oleose* a Bordeaux — *Fabbrica d'automobili* a Bologna — *Deposito d'olio della Società Franco-Americana* a Marsiglia — *Rimessa di automobili* a Bari — *Depositi marittimi* a Napoli (canapa, zolfo, segala, ecc.) — *Fonderia Necchi* a Pavia — *Magazzino Grandi di stracci* a Livorno — *Fabbricato rustico e case* a Brinzio (Varese).

Nel 1907: *Punto Franco* di Venezia — *Stabilimento Cerelli* a Laveno.

Nel 1910: *Carrozzeria Pavesi, Crespi e C.* a Milano — *Fabbrica di cartoni* a New Jersey.

Nel 1917: *Teatro, caffè, stabilimenti lungo mare* a Viareggio, completamente distrutti con milioni di danni.

Nel 1922: *Mulino Bandiera* a Bologna con 5 milioni di danni.

Nel 1928: *Rimessa di automobili* a Carpi — *Edificio della Grand Bay Consolidated Line* a Vancouver (Canadà).

Nel 1930: *Nouvelles Galeries* di Parigi con circa 40 milioni di danni.

Nel 1931: *Porto di Rouen* con 600.000 litri di benzina in fiamme — *Sette magazzini* a Rio Janeiro. — *Fabbrica di candele* a Mira (Veneto) — *Stabilimento Bergomi* a Milano (2 milioni di danni) — *Mulino Maffezzoni* a Ostiano (Cremona) (2 milioni di danni) — *Fabbrica di maglie Tonetti* a Vigliano Biellese — *Cascamificio Chiapparelli* a Rivarolo Ligure — *Cascina Giarre* a Tomello (26 campate di fieno e fabbricati distrutti: 1 milione di danni) — *Vasto caseggiato colonico* a Quagliano.

Nel gennaio del corrente 1932: *Officine meccaniche « Omsa Mellicovitz »* a Trieste — *Fabbrica di stopacci per fucili da caccia* a Parigi — *Concerta* a Gentilly (fabbricato lungo 150 metri e largo 20, danni 10 milioni) — *Deposito di vini all'ingrosso* a Fraize nei Vosgi (danni 250 mila lire in vino) — *Calzaturificio Gola* a Valenza — *Distilleria di combustibili* a Porto Marghera (Venezia) (danni 1 milione) — *Depositi di cereali* presso il porto di Buenos Aires. — *Mulino Perseverante* a Marsala (6 milioni di danni).

Quando si pensa agli enormi danni cagionati soltanto dagli incendi surricordati e che nel 1910 negli Stati Uniti d'America e nel Canadà si ebbero 1200 milioni di danni, è veramente il caso di domandarsi se tanto danno non sia dovuto principalmente all'inosservanza delle norme di sicurezza. Certo è che molti incendi si potrebbero evitare, ciò che però è impossibile nel caso di villaggi con fabbricati vicinissimi o addossati l'uno all'altro, costruiti tutti o in parte di legno, e dove scarsa è l'acqua. Si potevano però almeno in gran parte evitare i disastri dei villaggi, o meglio baraccamenti, costruiti dopo terremoti, inondazioni e simili.

Tutto quanto abbiamo esposto ci pare debba convincere dell'assoluta necessità di non trascurare nessuno dei provvedimenti atti a impedire lo scoppio e la propagazione di un incendio, non soltanto per la incolumità delle persone, ma per evitare gravi danni materiali, e quelli ben più gravi della perdita di opere di inestimabile valore intrinseco, storico archeologico (1).

(1) Circa la sicurezza dei luoghi di pubblico spettacolo, vedere il « Regolamento per la Vigilanza sui teatri ed altri luoghi di pubblico spettacolo della Provincia di Milano » in vigore dal 5 febbraio 1932 (X) (Milano, Pirola). In esso oltre alle norme di costruzione e di esercizio sono contenute anche: 1° le norme particolari di costruzione e di esercizio degli impianti elettrici nei teatri, cinematografi e locali di spettacolo in genere; 2° le disposizioni speciali riguardanti i « locali » destinati a spettacoli cinematografici in genere, le proiezioni luminose in teatri ed in altre sale di spettacolo; 3° le norme per il sipario metallico tagliafuoco. A proposito di quest'ultimo notiamo essere pochi ancora i teatri italiani che ne sono provvisti. Lo sono: il *Comunale* e il *Corso* di Bologna; il *Civico* di Bolzano; il *Carlo Felice* e l'*Augustus* di Genova; il *Civico* di Merano; la *Scala*, il *Dal Verme*, il *Lirico*, il *Manzoni*, l'*Olimpia*, il *Filodrammatici*, l'*Eden*, l'*Excelsior*, il *Puccini*, il *Trianon*, l'*Odeon*, il *Principe*, il *Gerolamo* di Milano; il *San Carlo* di Napoli; il *Coccia* di Novara; il *V. E. (Massimo)* di Palermo;

B. — SICUREZZA CONTRO LO SFASCIAMENTO
E LA ROVINA DEI FABBRICATI.

Le cause che possono far cadere in parte o far rovinare completamente un fabbricato sono le seguenti:

- α) Cedimento delle fondamenta, o di altre parti del fabbricato;
- β) Scosse sismiche;
- γ) Colpi di fulmine;
- δ) Esplosioni o scoppi;
- ε) Innondazioni;
- ζ) Vento, cicloni;
- η) Franamenti, scoscendimenti, scorrimento di terreno;
- θ) Difetti di progetto, vizi di costruzione, anticipati disarmi, piogge;
- ι) Vetustà;
- κ) Oscillazione di campane;
- λ) Sovraccarichi eccessivi;
- μ) Alterazioni e trasformazioni del fabbricato.

Dette cause possono agire isolatamente, successivamente o contemporaneamente.

Per esempio il *cedimento delle fondamenta* può essere causato da *insufficienza delle loro dimensioni* per rispetto alla resistenza del terreno; dall'*esistenza di acque freatiche* sia scorrenti, sia di livello variabile; da *infiltrazioni* di acqua; da *sovraccarichi eccessivi*; da *ignote caverne* nel terreno; da *crepacci e vuoti* formatisi nel terreno per effetto di terremoti o per altra causa (1); dall'*azione continuata del vento dominante*, che, tendendo a piegare il fabbricato da uno stesso lato fa aumentare la compressione sul terreno dal lato medesimo. Questo effetto può essere prodotto anche da *spinte interne*, ed ancora, specialmente per certi fabbricati, dal *soleggiamento*.

Il *cedimento* si avvera più facilmente per le torri e i campanili, tantochè si può affermare che poche sono le antiche torri, siano o non campanarie, le quali abbiano conservato la verticalità. Nota è la condizione del *campanile di Pisa* (fig. 87), alto m. 55,22, che strapiomba di m. 4,265, e il cui cedimento continuo, benchè lento, si cerca oggi di arrestare mediante opere cementizie, atte a impedire il lavoro delle acque freatiche. Pendenti sono pure i *campanili di Venezia*: quello di *S. Stefano* alto m. 58 circa fino all'appoggio della croce, che strapiomba di m. 1,77 e fu puntellato con uno sperone di muratura, sistema non troppo razionale; il *campanile di S. Giorgio*

il *Ciscutti* di Pola; il *Reale dell'Opera* e l'*Argentina* di Roma; il *Sociale* di Treviso; il *Verdi*, il *Rosselli*, la *Fenice*, il *Filodrammatico*, il *Nazionale*, l'*Excelsior*, l'*Eden* di Trieste; il *Malibrán*, la *Fenice*, il *Goldoni* di Venezia.

Il *Teatro di Torino*, a Torino, lo aveva, ma quel teatro non funziona più: risulta quindi che Torino ha ancora da provvedere di sipario di sicurezza il suo *Teatro Regio* e gli altri suoi teatri. Come si è visto, il *Sociale* di Rovigo è provveduto di un sipario idraulico «Niagara».

(1) Nel marzo del 1932 si sprofondavano dentro a una vasta caverna tufacea parecchie case di Villa Santo Stefano, paese sito fra Frosinone e Cassino. Simili sprofondamenti avvengono facilmente nei terreni tufacei, e se ne hanno esempi tanto a Napoli quanto a Roma. Oltre a caverne naturali, che vengono corrose dalle infiltrazioni di acqua, se ne formano per effetto delle infiltrazioni stesse e anche dei terremoti. Il Palazzo Caffarelli a Roma e l'antichissima e storica cappella di S. Giovanni dei Pappacoda a Napoli, che nell'agosto 1928 fu gravemente lesionata a causa di una grande voragine apertasi nel sottosuolo, informino.

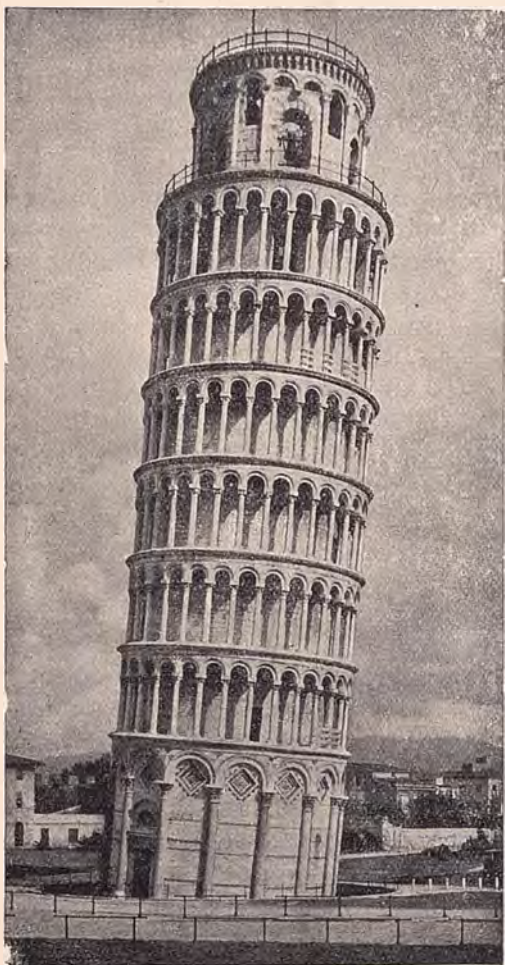
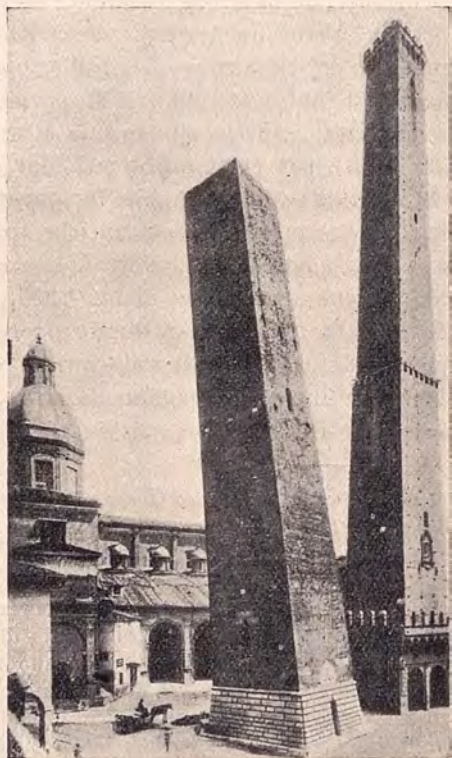


Fig. 87. — Torre pendente di Pisa.

quanto si sia abbassata la chiesa(1). Ma la pendenza delle torri è dovuta al cedimento ineguale del terreno a causa soprattutto dell'azione continuata del vento, che, come dicemmo sopra, tende a piegare il fusto dalla parte opposta da cui il vento spira. Allora lo spigolo della fondazione di quel lato preme sul terreno, il quale man mano va cedendo. Può darsi però che il cedimento si arresti quando per effetto della com-

(1) LEON BATTISTA ALBERTI, nel libro III, cap. III, della sua *Architettura*, dice « di aver veduto una torre presso Mestre, castello dei Veneziani, la quale dopo qualche anno che ella fu fatta, forato per il suo peso il terreno, sopra del quale ella era posta, sottile e debole (come dimostrò il fatto) si sotterrò sin quasi alle merlature ».

dei Greci che pende di circa 82 centimetri; il campanile di S. Marco, alto m. 100, che strapiombava di m. 0,80 circa, ed ora è verticale perchè ricostruito dopo la sua rovina. A tutti poi sono note le torri pendenti di Bologna, Garisenda e Asinelli (fig. 88): la prima alta m. 47,50 con strapiombo dell'asse di m. 3,50 circa e mozzata nel XIV secolo; la seconda alta m. 97,60 e pendente verso Ovest di m. 1,20; nè meno nota è la Ghirlandina di Modena, alta m. 86 circa e coll'asse pendente verso Sud-Ovest di m. 1,15 circa. Il cedimento delle vecchie torri e degli antichi campanili si deve prima di tutto alla insufficienza di larghezza della fundamenta: si credeva un tempo che la robustezza di essa fosse dovuta alla sua profondità piuttostochè alla sua larghezza, cosicchè si caricava il terreno molto di più di quanto esso poteva sopportare senza comprimersi. Il campanile dei Frari, per esempio, a Venezia si è sprofondato di circa cm. 30 di più di

Fig. 88.
Torri Garisenda e Asinelli di Bologna.

pressione il terreno abbia assunto un grado di resistenza sufficiente. In tal caso il campanile, pur essendo pendente, non ruinerà, semprechè il materiale con cui è costruito non abbia subito schiacciamento eccessivo dalla parte pendente per effetto della compressione, e dal lato opposto non si sia disgregato per effetto di stiramento. Se però il cedimento continua e quindi si accentuino i suddetti effetti, allora o la pendenza diventa tale da far uscire dalla base il piede della verticale abbassata dal centro di gravità del campanile, e questo cade, oppure anche se ciò non avvenga, cade ugualmente quando gli effetti di cui sopra abbiano assunto tale importanza da sfasciare le murature. Lo stiramento avviene pure per effetto del soleggiamento, cioè per la dilatazione del materiale della faccia colpita maggiormente dai raggi solari; nella

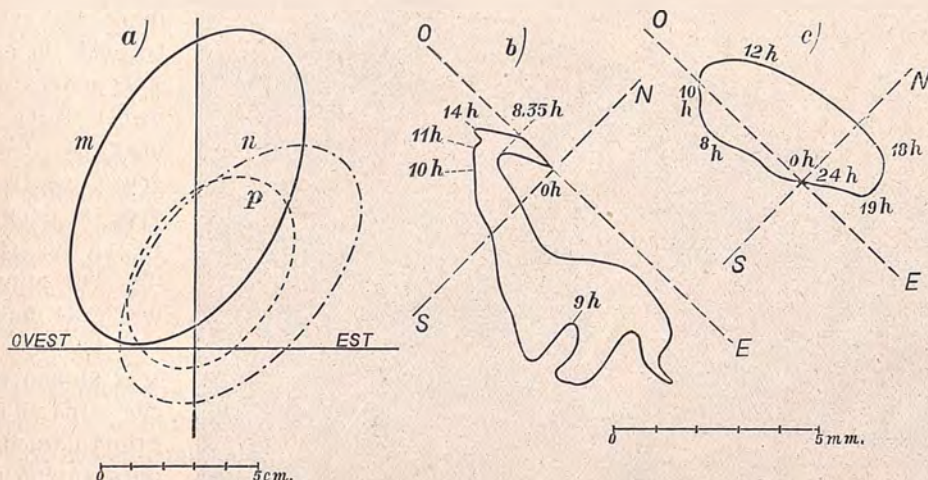


Fig. 89 a, b, c. — Spostamenti della cima delle torri sotto l'azione del vento e l'azione solare.

a) Torre Eiffel (vento 20 dicembre 1893). — b) Aguglia del Duomo di Milano (uragano 5 luglio 1905).
 c) Idem, spostamento giornaliero (8 agosto 1905).

m, curva dalle 11 a mezzodi. — n, curva dalle 11 alle 11 1/4. — p, curva dalle 11 1/4 alle 11 1/2.
 I numeri 10^h, 9^h, ecc. indicano le ore.

faccia opposta avverrà lo schiacciamento con conseguente cedimento. Torri e campanili non sono mai fermi, ma vanno soggetti a movimenti diurni, come fu dimostrato dal Pendolo Vicentini (1), dovuti alle azioni del vento e del soleggiamento, le quali, per la loro continuità, danneggiano lentamente la compagine muraria. Anche per la torre Eiffel furono fatte osservazioni del genere. Le fig. 89 a, b, c mostrano le curve di spostamento di detta torre alta 300 metri, descritte il 20 dicembre 1893 e il 12 novembre 1894, e quelle dell'aguglia maggiore del Duomo di Milano, all'altezza di m. 108, sia durante l'uragano del 5 luglio 1905, sia durante il moto giornaliero. Per la torre Eiffel la spinta del vento era stata calcolata in ragione di 350 kg. al m²; gli spostamenti massimi furono di cm. 7 e la cima descrisse una curva ellittica, il cui asse maggiore è in rapporto colla velocità del vento, ma non ne assume la direzione a causa della forma quadrata della torre. Per l'aguglia del Duomo la curva è irregolare e il massimo spostamento fu di mm. 7,4.

Ma le torri campanarie cadono più facilmente delle altre torri a causa delle oscillazioni prodotte dal suono delle campane, specialmente quando i piani di oscillazione

(1) G. VICENTINI, *Il pendolo registratore dei movimenti dell'aguglia maggiore del Duomo di Milano*, Hoepli, Milano 1906.

di queste sono normali fra loro, cosicchè si producono movimenti di torsione nella massa. Sommandosi quindi le azioni del vento, del soleggiamento, e del moto delle campane, le malte un po' alla volta si disgregano, si polverizzano e viene il momento in cui, cessata ogni coesione fra i materiali, il campanile si sfascia e rovina.

Tale fatto è luminosamente provato dall'immenso polverone prodotto dalla caduta



Fig. 90. — Macerie del caduto Campanile di San Marco (14 luglio 1902).

del campanile di S. Marco a Venezia (14 luglio 1902) il quale, se la malta fosse stata ancora consistente, si sarebbe abbattuto tutto di un pezzo sulla piazza dalla parte della sua maggiore pendenza, mentre invece si accasciò sopra se stesso (fig. 90) appunto perchè la malta si era polverizzata. Il 2 giugno 1902, cioè circa un mese prima di quella caduta, rovinò nella stessa maniera il campanile di Corbetta (fig. 91).

Alla caduta dei campanili concorrono poi colle suddette cause, o ne sono causa unica, i terremoti e i fulmini, secondo ciò che diremo in appresso, e gli agenti atmosferici, fisici e chimici.

È facile comprendere come l'effetto del vento sia meno sensibile per le torri e i campanili circolari, quali si vedono a Ravenna, ecc., e invece lo sia maggiormente per gli alti camini industriali, di forma circolare o prismatica, a causa della loro piccola sezione in confronto della loro altezza. Nella stessa categoria delle torri si devono comprendere i *fari*, soggetti talvolta a violente raffiche, per la qual cosa si dà appunto ad essi una forma piramidale o conica.

Ricordiamo a questo proposito la caduta dei camini industriali avvenuta alla fine di agosto del 1928 a Monza, durante un disastroso uragano. Caddero allora, facendo numerose vittime, tre camini dello *stabilimento Cambiaghi*, quelli degli stabilimenti

Priolo e Pila, della fabbrica nazionale di Cappelli, delle fabbriche Pastori e Casanova, del cotonificio Fossati, della fabbrica Monzese di Cappelli e anche il campanile della Chiesetta che si stava costruendo nel cimitero nuovo. La furia dell'uragano abbattè pure il camino della filatura di Lainate, ove una stalla lunga circa 70 metri fu spostata di 5 o 6 metri e un muro lungo 50 metri e grosso cm. 50 volò via come un fucello. Le alte cuspidi dei campanili e i finimenti della loro vetta (angeli, croci o simili) sono vittime dei venti impetuosi, cosicchè devono essere bene ancorati. L'uragano dell'11 agosto 1904 rovesciò completamente l'Angelo della Mole Antonelliana di Torino e danneggiò anche la sottostante cuspide (v. cap. XIV, vol. I, *Costruzione delle cuspidi*, ecc., e cap. XVIII, vol. I, *Finimenti di torri, campanili*, ecc.). Lo stesso avvenne nel gennaio del 1932 alla pesante croce dell'antica basilica benedettina di S. Pietro a Perugia.

Non occorrono speciali considerazioni per dimostrare che la caduta di fabbricati può essere causata da *scorrimenti* o *slittamenti del terreno* su cui sono fondati, specialmente se montuoso, abbenchè siano avvenuti dei casi in cui il fabbricato si è spostato senza cadere; nè occorre soffermarsi sull'effetto disastroso di *frane* che precipitando dall'alto di un monte investono i fabbricati che incontrano nella loro corsa (1).



Fig. 91. — Macerie del caduto Campanile di Corbetta (2 giugno 1902).

Così non occorre soffermarsi sui *difetti di progetto* o sui *vizi di costruzione*. Dà prova di ignoranza, o di grande imprevidenza, chi progetta senza assicurarsi mediante il calcolo che le fondazioni abbiano le dimensioni sufficienti per sopportare senza cedere il peso della sovrastante fabbrica, compresi tutti i carichi accidentali; che i muri abbiano la grossezza sufficiente perchè il materiale non si schiacci, o non subiscano moti di rotazione per effetto di spinte di archi e di volte; che la struttura del tetto, se a falde, non produca spinte dannose, specialmente negli angoli della fabbrica; che i carichi del tetto, dei solai, ecc., si distribuiscano quanto più è possibile uniformemente e non in punti concentrati, a meno che sia previsto per questi una fondazione apposita, cosicchè il terreno in ogni suo punto sia ugualmente caricato, e così via. Nè occorre dire quanto danno possono produrre i vizi di costruzione: materiali mal scelti, legnami non stagionati, malte cattive, talvolta insufficienti, tal altra troppo abbondanti e creanti debolezza di compagine muraria; viziosa disposizione dei materiali, muri imbottiti, travature di legno incastrate in murature fresche, e senza incatramatura della parte incastrata o senza rivestimento protettivo; mancanza di aerea-

(1) Nel 1914 un'enorme falda di tufo, scorrendo sopra un terreno cretaceo, reso viscido dall'acqua, trascinò con sè e fece rovinare quattro case. A scorrimento si dovettero pure le lesioni verificatesi nel monumento V. E. a Roma, per arrestare le quali si ingrossò tutto il muro di sostegno verso via Marforio.

zione nelle strutture lignee ond'evitare tanto nell'uno quanto nell'altro caso l'infra-
cidimento del legname e la conseguente caduta; mancanza di adatte spalmature delle
parti metalliche per impedirne l'arrugginimento; uso del gesso per fissare finimenti
metallici nei muri, ecc. Che dire poi delle conseguenze dovute ad *anticipato disarmo*
di archi, di volte, e specialmente di opere di siderocemento? I disastri del *Palazzo della*
Cooperativa di Milano, di una *passerella all'esposizione di Parigi* del 1900, di cemento

armato del sistema Matrai, di una *costruzione pure di cemento armato* di 1000 m²
a Santiago del Chili, di un *grande capan-
none* della scuola di cavalleria di Saumur,
e di tante altre simili costruzioni di sidero-
cemento, disastri che procurarono la morte
e ferite a parecchie persone, stanno a pro-
vare come per tal genere di lavori si debba
usare la massima prudenza nell'opera-
zione del disarmo.

Una causa abbastanza frequente di
caduta parziale o totale di un fabbrico-
to è quella del *dilavamento* di muri,
volte, ecc., per effetto di piogge prolun-
gate o abbondanti, cadute durante la co-
struzione: le malte si imbevono, perdono
di consistenza e la costruzione si sfascia.
Molti sono i casi del genere avvenuti, e
che avverranno ancora, perchè general-
mente si manca di previdenza: in certe
stagioni specialmente in cui sono più pro-
babili le piogge, il costruttore avveduto
deve provvedere a far ricoprire le costru-
zioni in modo da impedire che la pioggia
vi si infiltri e le disgreghi. Buona pratica
è quella di ricoprire tutta la fabbrica me-
diante un tetto provvisorio, che permetta
di lavorare con qualunque tempo. Così si è
fatto per la ricostruzione del campanile di
S. Marco. L'armatura mobile (fig. 92) che

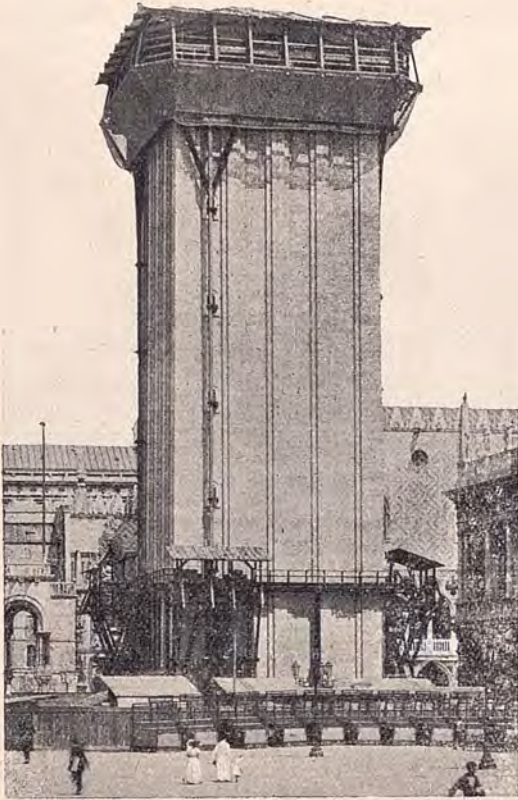


Fig. 92. — Castello mobile, sistema Donghi,
per la ricostruzione del campanile di S. Marco,
a Venezia.

si sollevava a misura che si costruiva il fusto del campanile, portava un tetto, il quale
permise agli operai di continuare a lavorare con qualunque tempo e in qualunque
ora, riparati com'erano dalle piogge, dalla neve e dai cocenti raggi solari; tetto che
evitò pure i danni prodotti dalle piogge e dal calore solare, il quale, evaporando
l'acqua delle malte le dissecca e ne impedisce la presa (1).

Se sono abbastanza frequenti i disastri dovuti ai *terremoti*, non lo sono pur troppo
meno le *inondazioni*, e la *caduta di dighe* per serbatoi o laghi artificiali, fra cui
ricordiamo quella disastrosissima del serbatoio di Gleno (1923), con 40 milioni di
danni. Impedire le inondazioni non è sempre possibile, nonostante tutti i provve-
dimenti che si possano prendere, ma si può e si deve impedire che si ripetano i

(1) V. DANIELE DONGHI, *La ricostruzione del campanile di S. Marco a Venezia*, « Giornale del
Genio Civile », 1913.

disastri dovuti alla caduta delle dighe. Si tratta di un problema tecnico di alta importanza, il quale offrirà piena garanzia non soltanto quando sia risolto tecnicamente bene, ma quando la sua attuazione sia condotta col massimo scrupolo e da un costruttore provetto e coscienzioso. A questa mancanza di scrupolo, più che a difetto del progetto tecnico, è quasi sempre dovuto lo sfasciamento dei muraglioni di sostegno di serbatoi, sia per infiltrazioni di acqua nelle fondazioni, sia per lo scalzamento di esse in caso di piene. Alle stesse cause si deve pure la caduta di muraglioni di sponda di fiumi, laghi o mari, come avvenne pei *muraglioni del Tevere* a Roma (1900), dell'*Adige* a Verona e del *canale di Taranto* (30 ottobre 1904), nonchè di ponti per la rovina delle loro pile.

Alla rovina di fabbricati per *vetustà*, concorrono colle altre cause gli agenti atmosferici. Di tali cadute si hanno pure molti esempi, fra cui uno doloroso, sia per la perdita di vite umane (cinque), sia di importanti documenti librari, è quello della *Biblioteca Vaticana* (22 dicembre 1931). La rovina fu dovuta tanto al tetto quanto a vizio della costruzione, la quale fu eseguita affrettatamente sotto il pontificato di Sisto V. Però non deve essere estraneo alla rovina il fatto che mentre in passato si evitò sempre di indebolire la costruzione con qualche lavoro, conoscendone il difetto di origine, invece durante gli ultimi lavori si aprirono al pianterreno nuovi locali per adibirli a magazzini, e non si arrivò in tempo a rinforzare i pilastri di sostegno delle vòlte, riconosciuti di insufficiente resistenza. Per *vetustà* e per vizio di costruzione si deve pure la caduta dei già citati campanili di S. Marco e di Corbetta. Il primo aveva le murature a sacco, ma per vero fu anche ripetutamente colpito da fulmini, che valsero a scompaginarlo, e scosso da terremoti, dei quali specialmente dannosi furono quelli del 26 marzo 1511 e 10 luglio 1591. Fra le cause concomitanti della sua caduta si deve però comprendere quella dell'enorme sovraccarico prodotto dalla cuspide muraria piramidale all'esterno e circolare all'interno, sovraccarico che influì sullo schiacciamento dei pilastri superiori interni, dallo sfasciamento di uno dei quali, già più volte rinforzato con allacciature metalliche, si deve certamente l'inizio della rovina. Sui danni e cadute causate da *fulmini* e da *esplosioni* diremo più innanzi trattandone particolarmente.

I *sovraccarichi eccessivi*, specialmente nei magazzini di merci (1), producono pure cadute parziali o totali. Sebbene nei calcoli di resistenza di fondamenta, di murature, di vòlte, di solai, di sottotetti e di tetti, sia prudente largheggiare alquanto nei sovraccarichi, non si può prevedere se il limite prudenziale non venga sorpassato da chi usa il fabbricato. Sarebbe quindi conveniente che, a scarico di responsabilità del progettista e del costruttore, fosse indicato in ciascun locale, che può andar soggetto a sovraccarico eccessivo, il limite massimo del peso secondo cui si può caricare il solaio del locale stesso. Al sovraccarico eccessivo si deve la caduta di ponti, come quella del ponte di Coblenza avvenuta nel luglio 1930 a causa di folla, e la rovina di palchi a gradinata per pubblici spettacoli.

Frequentemente accade che si sopraelevino fabbricati senza accertarsi se le fondamenta sono tali da poter reggere il nuovo carico; oppure che per ingrandire locali, soprattutto a pianterreno per aprirvi botteghe, si demoliscano muri interni, od esterni, sostituendovi qualche pilastro (ciò che però non sempre avviene), concentrando così il peso della costruzione soprastante sopra punti singoli delle fondazioni, senza appor-tarvi gli adeguati rinforzi. È questo un grave errore, in cui cadono spesso i costruttori, e le cui conseguenze si rendono poi visibili con crepacci, cedimenti, e infine colla rovina.

(1) Nell'ottobre 1924 per l'eccessivo peso di sacchi di grano sopra un solaio del molino Verona a Stagno Lombardo, il solaio rovinò facendo tre vittime.

Così accade pure che sottotetti non previsti come locali abitabili nè come magazzini, vengano invece riempiti di casse, bauli, mobili vecchi, carte, ecc., provocando pericolose inflessioni del solaio; come anche di tetti pei quali si è tenuto calcolo del sovraccarico della neve e della spinta del vento, ma non degli eventuali risucchi di questo, che, come vedremo più innanzi, può determinare il sollevamento del tetto medesimo.

Riguardo ai *cedimenti*, rimandiamo al Cap. XVI, del vol. I, p. I, ove si è trattato l'argomento dei muri di fondazioni, delle norme da seguire per progettarli ed eseguirli a seconda della qualità del terreno, dei materiali da impiegare, dei carichi e sovraccarichi delle fabbriche, e infine anche del modo di sottomurarli nel caso che abbiano dato segno di debolezza, sicchè vi sia la necessità di rinforzarli. Si è appunto accennato al rinforzo della torre campanaria della cattedrale di Ulm. Qui aggiungeremo che si può allargare la base di appoggio di un muro sopra il terreno inserendo sotto al muro dei tronconi di vecchie rotaie, uno vicino all'altro, e lunghi quanto deve essere la nuova larghezza della suola di fondazione. Naturalmente l'inserzione deve farsi scavando sotto al muro a tratti e man mano riempiendo di calcestruzzo lo scavo in modo che anche i tronconi vi restino immersi. Invece di collocare i tronconi addossati l'uno all'altro si possono lasciare staccati e sottoporre poi alle loro teste da ambe le parti delle altre rotaie longitudinali, oppure farli appoggiare sopra un grosso strato di calcestruzzo. Ma questo non si può eseguire se non si può scavare anche dalla parte interna del muro. In luogo di rotaie si possono impiegare travi rotondi di larice o di quercia, ma anche cilindri di calcestruzzo armato, o tubi di ferro. I cedimenti saranno sempre meno probabili quando le fondamenta non siano slegate, ma ben collegate fra loro formando una specie di reticolato, e meglio ancora quando si costruisca una platea generale di calcestruzzo semplice o armato.

Circa al raddrizzamento di fabbricati e di camini industriali, inclinatissimi per cedimento del terreno rimandiamo a quanto si è detto nel Cap. I, vol. I, p. I, paragrafo E.

Quando si tratta di cadute parziali di fabbricati, o di sconessioni o di pericolose condizioni statiche, a qualunque causa si debbano attribuire, si dovrà ricorrere a puntellamenti, sbadacchiature, ecc., di cui pure abbiamo trattato nel detto capitolo, e a risarcimenti, rifacimenti, restauri, come diremo nel Cap. IV di quest'Appendice.

Riteniamo necessario esaminare particolarmente qualcuna delle cause elencate, cioè, *vento, oscillazione delle campane, fulmine, esplosioni, terremoto*.

Vento. — Non sempre i costruttori concedono all'azione del vento, anche allorchè non si tratta di uragani, cicloni, trombe d'aria, tutta l'importanza che si merita; da ciò, danni che possono manifestarsi relativamente presto dopo finita una costruzione, oppure dopo un tempo più o meno lungo, come abbiamo già osservato. Scienziati e costruttori hanno cercato di determinare l'entità della pressione prodotta dal vento sopra superficie di diversa forma e natura, così che tenendo conto di essa nel calcolo della forma e dimensioni della struttura di un edificio, questa riuscisse della massima resistenza senza essere sovrabbondante, in modo da compromettere la economia della spesa.

Da esperienze condotte con scrupolo, si è riconosciuto che, a parità di velocità del vento, la pressione da esso esercitata sopra lastre piane è minore sulle grandi che non sulle piccole. Con due anemometri identici e in condizioni identiche si fecero esperimenti sopra lastre di m^2 28 e di m^2 0,14, cioè nella proporzione di 200 a 1 e si trovò che la pressione media sulla lastra di m^2 28 era, per unità di superficie, minore del 39 % di quella sulla lastra di m^2 0,14. Tale differenza di pressione è dovuta alla pressione negativa sulla faccia opposta a quella colpita dal vento, ossia al risucchio

di esso. A parità di superficie la pressione è maggiore sopra una lastra bucata, o sopra un traliccio, che non sopra una lastra piena, e ciò perchè a causa dei buchi, o vuoti delle maglie, la superficie risulta come formata da tante piccole lastre, cosicchè la pressione risulta maggiore.

Il fatto del risucchio è stato studiato dall'Eiffel, il quale ha notato che quando il vento agisce sopra un edificio, vi esercita talvolta degli sforzi di depressione superiori a quelli dovuti alla pressione diretta. Così quando il vento colpisce la fronte di un edificio, molto sovente avviene che la pressione da esso prodotta è inferiore a quella dell'aspirazione che ha luogo sulla fronte opposta, effetto che nelle coperture, ad esempio, si manifesta con strappamenti e sollevamenti. Eiffel ha trovato che se un vento della velocità di m. 40 al 1'' colpisce normalmente la fronte più breve di un fabbricato rettangolare con tetto a due falde, si producono delle depressioni sulle fronti maggiori parallele alla direzione del vento, ed anche sulla copertura, che tenderanno a sollevarla. Se invece il vento colpisce uno dei lati maggiori, allora sulla fronte colpita si ha una pressione di circa 50 Kg. per m², mentre sulla opposta una depressione di 30 Kg. Quando invece un vento a 40 m. di velocità al 1'' colpisce una fronte maggiore sotto un angolo di 30°, sulla fronte colpita si ha una pressione di Kg. 60, la quale sale a Kg. 160 allorchè detto angolo diventa di 60°. Se quindi, per effetto di un vento violento, come di bufera, i tetti hanno avuto tegole piane o curve, sollevate od asportate, gronde sollevate e contorte, lastre di comignolo strappate dalla loro sede, ecc., si deve concludere che tali fatti sono dovuti non al vento cacciato sotto le tegole o le lastre, ma all'aspirazione prodotta dal risucchio. Durante una bufera che si abbattè sul Lido di Venezia nel 1912 il fatto ebbe la prova, poichè gli effetti da esso prodotto appunto sui tetti sollevandone le tegole e trasportandole a distanza, sollevando lunghi tratti di gronda e di coperture, come ad esempio il tetto a padiglione del belvedere dell'albergo Trocadero, abbattendo alti e pesanti comignoli di tipo veneziano, erano veramente simili a quelli di un vento che avesse impetuosamente soffiato dal sotto in su, cioè salente da terra, ciò che non poteva essere. È bensì vero che un vento orizzontale, nel momento in cui urta contro una superficie si ripiega risalendo lungo di essa e può cagionare danni alle gronde, specialmente se molto sporgenti come quelle alla toscana, ma di solito la velocità della corrente radente non è tale da produrre effetti così rilevanti come quelli dovuti ad una aspirazione.

Prescindendo dai cicloni, dalle trombe d'aria e da simili altre meteore atmosferiche, la cui forza può raggiungere limiti sconosciuti e imprevedibili, e contro cui ogni resistenza è vana, si è cercato di dare alla pressione del vento dei valori in base alla velocità di esso, valori non molto concordi, a causa dei vari metodi usati nelle ricerche, ed anche perchè non sempre si tenne conto delle variazioni di velocità che si verificano nel vento ad altezze diverse dal suolo, nelle varie epoche dell'anno e durante le epoche stesse.

Fra le varie tabelle proposte registriamo quella riportata alla pagina seguente in cui V è la velocità del vento in metri al minuto secondo; V₁, quella corrispondente al chilometro, ma all'ora; P la sua pressione in Kg. per m², e A l'altezza in millimetri della colonna d'acqua dell'anemometro di Lind:

Quando il vento è orizzontale si usa la formola $P = K \gamma \frac{AV^2}{2g}$, in cui V è la velocità del vento al m. e al 1''; A la superficie battuta in m²; K un coefficiente che per piccole superficie è 1,86 e per superficie estese può crescere fino a 3; γ è il peso in Kg. di un metro cubo d'aria, uguale a Kg. 1,292 alla temperatura di 13 centigradi e alla pressione di un'atmosfera; g, l'accelerazione dovuta alla gravità, uguale a

TABELLA I.

N ^o d'ordine	Natura del vento	A e P	Secondo Rousse		Secondo Hulton	
			V al m. 1''	V ₁ al km. ² ora	V al m. 1''	V ₁ al km. ² ora
1	Appena percettibile	0.024	0.440	1.584	0.496	1.786
2	» »	0.097	0.893	3.215	0.992	3.572
3	Venti leggeri	0.213	1.341	4.828	1.475	5.310
		0.388	1.789	6.440	1.985	7.145
4	Id.	0.584	2.234	8.042	2.463	8.867
		0.635	2.301	8.284	2.533	9.125
5	Vento piacevole	1.270	2.352	11.707	3.575	12.875
6	Venticello	2.337	4.471	16.096	4.919	17.719
7	Venticello fresco	2.540	4.630	16.668	5.071	18.266
8	Vento fresco	2.794	6.706	24.142	7.405	26.666
9	Vento molto fresco	9.347	8.943	32.195	9.835	35.405
		12.700	10.284	37.022	11.355	40.876
		14.869	11.177	40.237	12.347	44.449
10	Gran vento	21.336	13.414	48.290	14.810	53.317
		25.400	14.548	52.373	16.055	57.823
		29.108	15.648	56.333	17.283	62.200
11	Fortunale	38.100	17.886	64.390	19.666	70.810
		48.260	20.117	72.419	22.212	79.966
		50.800	20.572	74.060	22.711	81.769
12	Fortunale impetuoso	68.072	22.350	80.466	24.666	88.899
		76.200	25.194	90.717	27.816	100.148
		85.598	26.823	96.565	29.611	106.649
13	Tempesta	101.602	29.093	104.734	32.111	115.645
		103.632	29.503	106.215	33.417	120.361
		127.000	32.522	117.094	35.805	138.906
14	Grandissima tempesta	152.000	35.750	128.745	39.577	142.477
15	Uragano	177.800	38.533	138.723	42.561	153.223
16	Grande uragano	203.200	41.144	148.121	45.416	163.555
17	Grandissimo uragano	228.600	43.622	157.041	48.160	173.484
18	Violentissimo uragano	237.744	44.702	160.931	49.386	177.797
		254.000	45.999	165.598	50.796	182.866
		279.400	48.216	173.677	52.333	188.418
		282.448	48.726	175.415	53.808	193.713
19	Uragani che schiantano alberi e abbattono fabbricati. Osserva- zioni di Rochon	304.800	50.393	181.418	55.611	200.211

9.80557 (1 — 0,002588 cos 2 φ) essendo φ la latitudine del luogo. La pressione che una corrente d'aria esercita sopra una superficie in riposo, collocata normalmente alla direzione del vento è, coi dati di cui sopra e con $g = 9.814$:

$$P = \text{Kg. } 0,12248 AV^2.$$

Se il piano della superficie fa colla direzione del vento un angolo α la pressione misurata nella direzione di V è $P = K \gamma \frac{AV^2}{2g} \text{sen}^2 \alpha$. Con questa formola non si tien conto nè dell'attrito dell'aria, nè dei risucchi. Non basta però considerare l'azione del vento sopra una sola superficie piana inclinata alla sua direzione, giacchè esso può colpire in un edificio contemporaneamente varie superficie sia piane, sia curve, continue o non.

Il Brune ha poi raccolto in una tabella le pressioni del vento sopra una superficie piana inclinata alla direzione del vento, per velocità di m. 15 ÷ 43 al secondo e per inclinazioni di gradi 5 ÷ 90, nella ipotesi di $\gamma = \text{kg. } 1,222$ (12° e pressione 0,750).

TABELLA II (Brune).

α gradi	Pressione P per m ²					
	V = m. 15 al 1''	V = m. 20 al 1''	V = m. 25 al 1''	V = m. 30 al 1''	V = m. 36 al 1''	V = m. 43 al 1''
5	0.33	0.59	0.93	1.34	1.84	2.76
10	1.17	2.08	3.26	4.70	6.39	9.66
15	2.57	4.60	7.14	10.30	14.00	21.16
20	4.35	7.75	12.12	17.48	23.74	35.88
25	6.71	11.96	18.65	26.86	36.54	55.20
30	9.33	16.10	25,18	36.26	49.33	74.52
35	12.19	21.71	33.89	48.76	66.38	100,28
40	15.00	26.68	41.67	60.00	81,61	123.28
45	17.89	31.83	49.75	71.57	97.44	147.20
50	20.47	36.43	56.90	81.88	111.44	168.36
55	22.72	40.38	63.12	90.89	123.62	186.76
60	24.56	43.79	68.41	98.50	133.98	202.40
65	25.94	46.14	72.13	103.87	141.09	213.44
70	26.95	47.93	74.96	107.91	146.77	221.72
75	27.50	48.92	76.49	110.15	149.82	226.32
80	27.84	49.52	77.42	111.49	151.64	229.08
85	27.96	49.73	77.79	111.96	152.37	230.18
90	28.00	49.80	77.85	112.10	152.47	230.34

Se, per esempio, si vuol conoscere la pressione di un vento di velocità m. 30 al 1'' sopra una falda di tetto lunga m. 10 e della larghezza di m. 5, misurata secondo la pendenza, e facente un angolo di 45° colla direzione del vento, la tabella II darà $P = \text{Kg. } 71,57$ per m² e quindi sui 50 m², la pressione totale di Kg. 3578,50.

Abbiamo già accennato al risucchio, ma si deve anche tener conto della riflessione del vento. Si è visto, ad esempio, un tratto di muro di cinta, poco alto e relativamente corto, rovesciarsi sotto la spinta diretta di un vento non forte, perchè era vicino a un alto muro facente con esso un angolo retto, dal quale il vento riflettendosi andò ad aumentare di molto la spinta sul muro di cinta, così da produrne il rovesciamento.

Non minori precauzioni di quelle da usarsi pei campanili e pei camini industriali si useranno per le antenne di stendardi, la cui sezione al piede va calcolata in base al concetto che lo stendardo può formare vela, quando è fissato nel suo estremo inferiore all'antenna, oppure vi si è accidentalmente impigliato, così da produrre una tensione tale da superare la resistenza del materiale di cui è formata l'antenna.

Nella categoria dei finimenti delle cuspidi dei campanili sono da annoverare le statue od altri finimenti collocati sopra i frontispizi degli edifizii, o in altre parti di essi, esposte al vento diretto o di risucchio: lo stesso si dice degli alti attici e delle alte torrette dei camini. Tali finimenti devono essere bene ammarati nella muratura, o trattenuti da appositi tiranti. Dietro gli attici sarà sempre meglio costruire speciali falde, le quali, oltre a impartire maggior resistenza all'attico, servono a impedire l'accumulamento della neve fra attico e coperto, ciò che determina il deperimento della base dell'attico e quindi la maggior possibilità del suo rovesciamento.

L'attenzione del costruttore dovrà fermarsi sugli effetti del vento sulle coperture in genere, siano esse a falde piane o curve. Se il coperto di una fabbrica è molto accidentato, cioè se è frazionato in parti di diverso livello e forma, egli dovrà tener conto, oltre che della direzione dominante del vento e della sua frequenza, anche dei risucchi e delle riflessioni, così da impartire a tutte le parti della copertura ed ai suoi finimenti la voluta resistenza.

Oscillazione delle campane. — Ci siamo occupati dei castelli per campane nel Cap. I, vol. I, paragrafo V°, ed abbiamo osservato che le campane si suonano a slancio, oppure a martello. Il suono a slancio è ottenuto col tiro di corde sia a mano sia meccanico ed elettrico: il suono a martello si ottiene pure a mano ed elettrico. C'è poi il sistema di suono a tubi, specialmente usato per concerti di campane, e si capisce come questo sistema e quello a martello, lasciando ferme le campane, non possano recare pregiudizio al campanile. Siccome però il suono a martello non produce un effetto fonico come quello che si ottiene dal suono a slancio, così si preferisce quest'ultimo, ma è però conveniente di ricorrere all'altro, o a quello a tubi, quando si tratta di campanile esistenti più o meno vetusti, pei quali si ritenga dannoso il movimento a slancio. Crediamo utile di riprodurre qui il calcolo eseguito per trovare la spinta prodotta dall'oscillazione delle campane sul già citato campanile di S. Marco.

Quando una campana suona a dondolo, cioè ruota intorno al proprio asse, dà origine a una spinta orizzontale, che dipende dal peso della campana e varia di intensità da istante a istante, passando da un valore massimo positivo a un valore massimo negativo. Sono queste continue variazioni di intensità e di senso che producono nella massa dei campanili quelle oscillazioni che si risolvono in sforzi alternativamente di compressione e di trazione sugli spigoli posti normalmente al piano di oscillazione. Nel caso del campanile di S. Marco, siccome quattro delle cinque campane oscillano in piani paralleli fra loro e nel senso della direzione del vento dominante, mentre la quinta oscilla in un piano normale ai precedenti, nel suono a concerto completo si verificherà sul campanile anche uno sforzo di torsione. Ma considerata la mole delle prime quattro campane (Kg. 3625,2; Kg. 2556,70; Kg. 1807,80; Kg. 1366,10) rispetto alla quinta (Kg. 1011,20) detto sforzo di torsione si ritenne trascurabile, come si trascurarono tutti quegli altri sforzi di torsione che potrebbero risultare quando, nel concerto completo, le campane assumessero casualmente posizioni tali che alla massima spinta positiva di una o di alcune, corrispondesse una massima spinta negativa delle altre. Si sarebbe inoltre dovuto considerare il modo di trasmissione delle vibrazioni del suono alle murature, la natura e l'entità degli sforzi che esse vi esercitano, e la loro influenza rispetto alla resistenza del materiale: ma sarebbe stato inutile, nel caso di cui era oggetto, tener conto di tutta la complessità e la estensione del fenomeno, in riguardo ai risultati che bastava di ottenere; onde si credè sufficiente, anche rispetto all'azione dinamica delle campane, di considerare il campanile semplicemente come un solido incastrato a un estremo, nel quale la spinta prodotta dal suono agisce come uno sforzo costante e diretto sempre nel medesimo senso. Per la determinazione di tale spinta si poteva ricorrere all'integrazione dell'equazione differenziale della curva elastica $\frac{d^2 y}{d x^2} = \frac{S (L - x)}{E I}$ in cui Si rappresenterebbe la spinta cercata, L l'altezza dalla base dell'edificio al piano di sospensione delle campane, x l'altezza a cui si trova la sezione generica di momento di inerzia I, ed E il modulo di elasticità delle murature. Colla integrazione si ottiene il valore di S in funzione di quantità note, o possibilmente determinabili. Ma nel caso specifico mancavano quegli elementi di fatti che si potevano ottenere quando il campanile esisteva, per cui si è dovuto valersi di semplici considerazioni meccaniche.

Sia G (fig. 93) il centro di gravità di una campana in moto, O il centro di oscillazione, A B C il cerchio descritto dal centro di gravità, F_p il peso della campana, F_c la forza centrifuga, F_s la spinta prodotta dalla campana. Poichè è indifferente considerare il moto delle campane nella salita o nella discesa, immaginiamo che sia salita fino a G_1 e poi ridiscenda, impiegando il tempo t a discendere in G. Facciamo $\beta = A O G_1$ e $\alpha = A O G$. Al centro di gravità sono applicati il peso F_p della campana e la forza centrifuga F_c generata nel movimento della campana, forza diretta secondo Oz. La spinta orizzontale cercata F_s è la componente di F_c secondo la O B essendo l'angolo A O B = 90°. Tenuto conto delle linee d'azione delle forze F_p , F_c , ed F_s e dei loro punti di applicazione, si ha

$F_s = (F_c + F_p \cos \alpha) \sin \alpha$, dalla quale, posto $r = OA$, detta v la velocità della campana nell'istante considerato, s lo spazio verticale percorso nel tempo t , ed essendo g il valore della gravità e

$$F_c = \frac{F_p v^2}{g r} \quad v^2 = 2 g s \quad s = r (\cos \alpha - \cos \beta)$$

si ricava:

$$F_c = 2 F_p (\cos \alpha - \cos \beta) \text{ per cui}$$

$$F_s = [2 F_p (\cos \alpha - \cos \beta) + F_p \cos \alpha] \sin \alpha$$

e ricordando che $\sin \alpha \cos \alpha = \frac{1}{2} \sin 2 \alpha$ si ottiene

$$F_s = \frac{3}{2} F_p \sin 2 \alpha - 2 F_p \sin \alpha \cos \beta \tag{1}$$

la qual relazione dà il valore della spinta F_s nella posizione generica individuata dall'angolo α quando la campana discende dalla posizione determinata dall'angolo β .

Interessando di conoscere il massimo dei valori che poteva assumere l'espressione di F_s e considerando che il valore di F_s dipende da α e da β ; che β dipende a sua volta dallo sforzo esercitato dal campanaro e può raggiungere anche il valore di 180° , giacchè qualche volta avviene, benchè raramente, che la campana si rovesci dall'altra parte; che suonando a distesa β risulta sempre maggiore di 90° e che per α costante il valore $\beta = 180$ sarà quello che renderà F_s massimo, si è proceduto alla determinazione di massimo dell'espressione (1) per mezzo della derivata

$$\frac{d F_s}{d \alpha} = 3 F_p \cos 2 \alpha - 2 F_p \cos \alpha \cos \beta = 0,$$

da cui ricordando che

$$\cos 2 \alpha = 2 \cos^2 \alpha - 1$$

si ha $\{F_p (6 \cos^2 \alpha - 2 \cos \beta \cos \alpha - 3) = 0$

e non potendo essere $F_p = 0$, sarà $6 \cos^2 \alpha - 2 \cos \beta \cos \alpha - 3 = 0$

onde
$$\cos \alpha = \frac{\cos \beta \pm \sqrt{\cos^2 \beta + 18}}{6}$$

Per $\beta = 90^\circ$ $\cos \alpha = \pm \frac{1}{2} \sqrt{2}$ onde $\alpha_1 = 45^\circ$ e $\alpha_2 = 180^\circ - 45^\circ$.

Ma $\frac{d^2 F_s}{d \alpha^2} = 2 F_p (\cos \beta \cos \alpha - 3 \sin 2 \alpha)$ e per $\beta = 90^\circ$ e $\alpha_1 = 45^\circ$

$$\frac{d^2 F_s}{d \alpha_1^2} = -6 F_p$$

e per $\beta = 90^\circ$ e $\alpha = 180^\circ - 45^\circ$

$$\frac{d^2 F_s}{d \alpha_2^2} = 6 F_p \sin 270^\circ = 6 F_p$$

quindi per $\beta = 90^\circ$ F_s è massimo quando $\alpha = 45^\circ$. Sostituendo nella (1)

si ha $F_s = \frac{3}{2} F_p \sin 90^\circ - 2 F_p \sin 45^\circ \cos 90^\circ$ e $F_s = \frac{3}{2} F_p = 1,5 F_p$.

Invece per $\beta = 180^\circ$ $\cos \alpha = \frac{-1 \pm \sqrt{19}}{6}$

$$\cos \alpha_1 = 0,5598 \quad \cos \alpha_2 = -0,8931$$

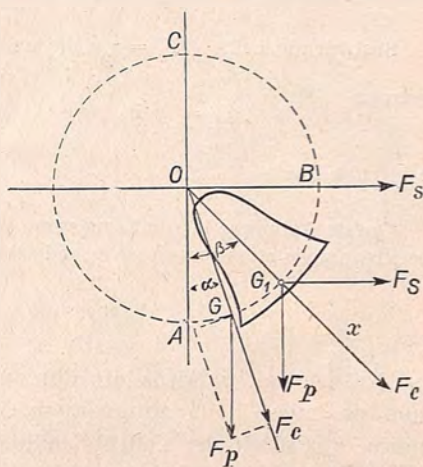


Fig. 93.

onde $\alpha_1 = 55^\circ 57' 30''$ $\alpha_2 = 180^\circ - 26^\circ 16'$.

Per $\alpha_1 = 55^\circ 57' 30''$

si ha $\frac{d^2 F_s}{d \alpha_1^2} = 2 F_p (\text{sen } \alpha_1 - 3 \text{ sen } 2 \alpha_1) = -2 F_p (\text{sen } 55^\circ 57' 30'' + \text{sen } 111^\circ 55') < 0$

invece per $\alpha_2 = 180^\circ - 26^\circ 16'$

si ha $\frac{d^2 F_s}{d \alpha_2^2} = 2 F_p (\text{sen } \alpha_2 - 3 \text{ sen } 2 \alpha_2) = -2 F_p (\text{sen } 26^\circ 16' + 3 \text{ sen } 307^\circ 28') =$
 $= -2 F_p (\text{sen } 26^\circ 16' - 3 \text{ sen } 52^\circ 32') > 0$

perciò per $\beta = 180^\circ$ F_s è massimo quando $\alpha = 55^\circ 57' 30''$.

Sostituendo nella $F_s = \frac{3}{2} F_p \text{ sen } 2 \alpha - 2 F_p \text{ sen } \alpha \cos \beta$ i suddetti valori di α e di β

si trova $F_s = \frac{3}{2} F_p (\text{sen } 111^\circ 55' + 2 \text{ sen } 55^\circ 57' 30'') = 3,0487 F_p$

e in cifra tonda $F_s = 3,05 F_p$.

Questa è dunque la spinta massima orizzontale a cui daranno luogo le quattro campane che oscillano nello stesso senso ed essendo il loro peso complessivo $F_p = \text{kg. } 9355,80$ sarà

$$F_s \text{ massimo} = 3,05 \times 9355,80 = \text{kg. } 28535.$$

Nel capitolo surricordato abbiamo rilevato la necessità che il castello campanario non sia infisso nella muratura ma soltanto appoggiato sulla base della cella campanaria. Per diminuire l'effetto della trasmissione del moto al castello e alla muratura, conviene ricorrere a molle *discoidali*, poste entro i cuscinetti dei perni di rotazione, le quali trasformano l'attrito volvente in attrito radente.

Per verificare quindi se un campanile esistente e strapiombante è ancora in condizioni di stabilità, si deve tener conto delle azioni concomitanti dovute al peso proprio, allo strapiombo, al vento, e all'oscillazione delle campane. Si divide perciò il campanile in tanti tronchi di ciascuno dei quali si calcola il volume, il peso e la pressione prodotta sulla relativa base; per lo strapiombo si calcolano i bracci di leva e i momenti statici rispetto alla base del campanile: i momenti statici rispetto a tutti i complessivi tronchi soprastanti: i momenti complessivi e i baricentri rispetto alla base dei singoli tronchi: l'eccentricità di ogni sezione rispetto allo strapiombo: i momenti dovuti allo strapiombo: i momenti d'inerzia delle singole sezioni e infine la pressione massima e la tensione. Circa l'azione del vento, per la quale conviene adottare una pressione fra i 200 e i 300 Kg. per m², si devono calcolare le aree investite per i vari tronchi, i momenti delle singole figure e i momenti totali, l'altezza dei centri di pressione, gli sforzi sopra ogni base, i momenti flettenti e d'inerzia e i carichi di pressione e tensione. Per l'azione dinamica delle campane si calcolano le distanze dalla base di ogni tronco al centro di oscillazione, ed essendo noto il peso delle campane, si determina, come si è visto la spinta massima, e quindi gli sforzi massimi, i momenti flettenti, i momenti d'inerzia e i carichi massimi di compressione e di tensione. Così per la base di ogni tronco, e quindi anche sul piano di fondazione, si potrà conoscere il carico totale risultante dalla somma dei carichi dovuti al peso proprio, allo strapiombo, alla spinta del vento, all'azione dinamica delle campane e giudicare se la muratura e il terreno possono sopportare tale carico in relazione alla loro resistenza specifica. La resistenza

del terreno si potrà facilmente conoscere mediante assaggi con scavi o trivellazioni e con adatte prove; meno facile sarà la ricerca della resistenza della muratura poichè questa può essere formata con materiali di diversa natura, con malte più o meno buone, ecc., e gli assaggi se possono fino a un certo punto rivelare la composizione della muratura, non possono però in generale offrire una piena garanzia. Sarà quindi prudente tenere dei coefficienti di resistenza piuttosto bassi.

Nel calcolo pei campanili di nuova costruzione mancherà evidentemente l'azione dello strapiombo, e non incerto sarà il dato di resistenza relativo alla muratura. L'avvento del calcestruzzo armato ha ridotto grandemente pei campanili, le torri e i camini industriali, i pericoli di caduta e si può dire al nulla quello di sfasciamento, specialmente quando la loro struttura, per effetto del solido e razionale concatenamento di tutte le parti, assume le qualità di un monolite (1).

Nel Cap. I, vol. I, p. I, paragrafo E si è già indicato il procedimento da seguire nella costruzione dei camini industriali. Alla struttura laterizia è da preferirsi quella di siderocemento eseguendoli a doppia parete, e munendo la canna interna di nervature esterne e la esterna con nervature interne (fig. 94), le quali non si toccano se non quando la canna esterna è premuta dal vento: venendo allora a contatto servono di rinforzo. Si potrebbe anche ricorrere a un rinforzo esterno a linea sinuosa secondo la sezione orizzontale, cosicchè il vento che colpisce le sporgenze venga deviato nelle concavità, riducendone la spinta.

Anche pei campanili e le torri si deve preferire la struttura a calcestruzzo armato formandoli con piloni perimetrici rilegati orizzontalmente a determinate altezze da nervature orizzontali. Le maglie che così ne risultano si possono riempire con muratura laterizia o di pietra, a filo della faccia esterna dei piloni, o rientrante da essa, in modo che le maglie restano visibili. Meglio naturalmente se queste si costruiscono pure di calcestruzzo armato contemporaneamente ai piloni. Nelle simili costruzioni a gabbia è però da osservare che vi sia un buon legamento fra la muratura di chiusura delle maglie e i piloni, per il che conviene lasciare nei piloni una scanalatura nella quale il materiale della muratura si incastra, sia man mano che procede la costruzione di calcestruzzo, sia dopo. Nel primo caso la muratura arrivata all'altezza dei legamenti orizzontali forma il fondo della cassaforma per il legamento stesso. La fig. 95 *a... e*, rappresenta un campanile così fatto, nel quale la parte basamentale è formata da un rivestimento di pietra, mentre essa potrebbe essere veramente massiccia, come le fondazioni, cosicchè l'ossatura di calcestruzzo armato comincerebbe dal piano superiore di essa, a condizione però che questa formi una superficie continua, solidamente connessa colla suddetta parte basamentale.

Folgore e bolidi. — Non è nostro compito di soffermarci sulla natura e formazione della folgore, tanto più che si sono espote al riguardo teorie diverse e la questione non sembra ancora definitivamente risolta. È certo però che l'origine della folgore dipende dalle due elettricità atmosferica e terrestre di segno diverso, e dalla differenza del potenziale elettrico. La nube temporalesca e la terra costituiscono un condensatore ad aria e quando la differenza di potenziale fra le due armature è tale da superare la resistenza del mezzo interposto, si produce la scarica elettrica, ossia il fulmine.



Fig. 94. — Sezione di un camino di officina di calcestruzzo armato.

(1) Nell'anno XII della « Edilizia Moderna » si trova uno studio del Prof. G. TOMASATTI, *Sulla stabilità delle torri e dei campanili.*

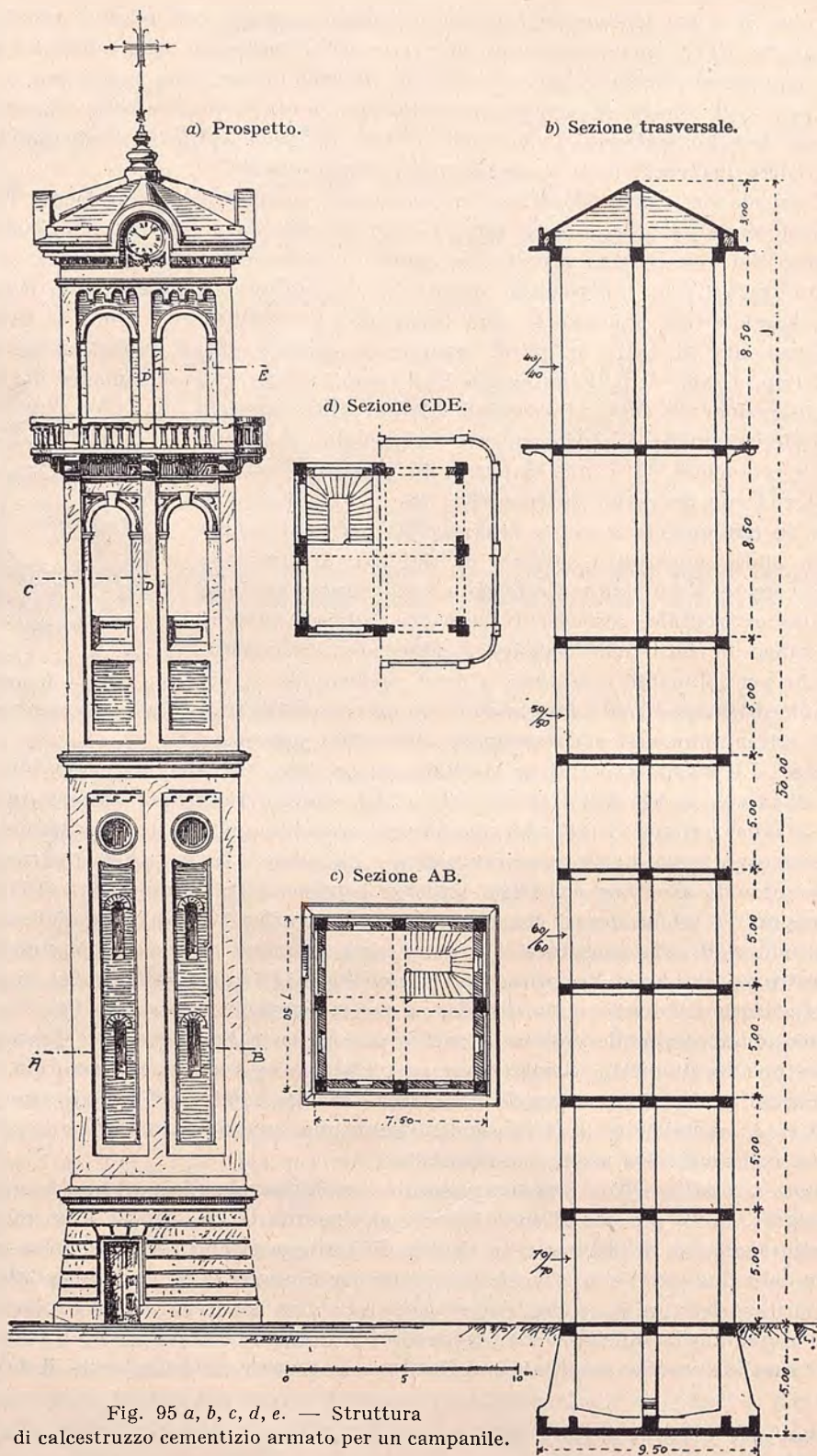


Fig. 95 a, b, c, d, e. — Struttura di calcestruzzo cementizio armato per un campanile.

Più facili ad essere colpiti dal fulmine sono le costruzioni alte, specialmente quando la loro sezione orizzontale è piccola in confronto dell'altezza: così i campanili, le torri, i camini industriali, le parti più elevate dei fabbricati, e gli alberi.

Circa gli alberi vige la falsa credenza che alcune specie vadano più soggette di altre a fulminazione. Il Flammarion ha trovato che più facilmente è colpita la quercia, mentre altri ritiene che siano meno colpiti gli alberi aventi profonde radici, perchè pescanti nel terreno umido, e fra essi troverebbesi appunto la quercia. Da taluno è anche stato notato che il fulmine non danneggia gli alberi di scorza liscia, sulla quale l'acqua di pioggia scorre a filetti continui fino a terra, formando conduttore del fluido elettrico, mentre sono danneggiati gli alberi di scorza ruvida, la quale produce tante discontinuità nel filetto liquido.

È noto che l'invenzione del parafulmine è dovuta a Franklin. Si compone di un'asta metallica con punta dorata o di platino, posta nel punto più alto dell'edificio, a cui fa seguito un conduttore di rame che per la via più breve si affonda nel terreno umido, o in un pozzo di acqua, o in una buca profonda m. 4 ÷ 6 riempita di carbone di legna o di altra sostanza conduttrice, ove la corrente, entrata per la punta e guidata dal conduttore, si disperde. Ma il parafulmine a unica punta, che si credeva proteggesse una certa zona, non ha dato quei risultati che si erano pronosticati, e in quanto alla detta zona si andò man mano restringendola fino a ritenerla illusoria. In America, il paese stesso in cui nacque l'invenzione, si è addirittura venuti alla conclusione che un parafulmine siffatto è più dannoso che utile, tantochè si sono soppressi quelli già impiantati. Può infatti essere dannoso se non è razionalmente eseguito e soprattutto se la sua comunicazione colla terra non è buona. Da esperienze eseguite negli Stati-Uniti si è riconosciuto che quando una nuvola elettrizzata si avvicina a un parafulmine, si produce dapprima una scarica continua, la quale, se la tensione sorpassa un certo limite, si trasforma in scarica distruttrice. Ma se la comunicazione colla terra è buona tale scarica diventa inoffensiva. Accade talvolta che una nuvola intermedia, facendo l'ufficio di un condensatore, produce una scarica oscillante e che la corrente alternata di alta frequenza che ne risulta non utilizzi per scaricarsi che la superficie del conduttore di terra. In tali condizioni, se il diametro di tal conduttore è troppo esile, la corrente abbandona il passaggio che le si era destinato, e può compromettere la sicurezza dell'edificio.

Sono poi avvenuti dei casi in cui il fulmine invece di essere discendente, fu ascendente (1), cioè dalla terra si scaricò per il parafulmine.

Il parafulmine che ha per oggetto non d'impedire la caduta della folgore, ma di scaricarla nel terreno facendole seguire un conduttore, non è quindi da rigettare quando si sia certi che tale dispersione avvenga. Nè devesi condannare il parafulmine per il fatto che molti edifici di cui erano forniti furono danneggiati e fecero vittime: ciò avvenne o per difetto d'impianto, o perchè esso non era più in efficienza, o a causa dell'altissimo potenziale elettrico, rispetto al quale i conduttori erano deficienti.

Per impedire la caduta del fulmine bisogna, diremo così, assorbire l'elettricità che lo forma, e perciò si è pensato di aumentare il numero delle punte fino ad avere dei veri fasci di lunghi aghi, collocati sul fabbricato, tanto nei suoi punti più elevati, quanto negli angoli, ecc.: e siccome ogni parte metallica del fabbricato può diventare un conduttore della corrente, la quale può deviare saltando da un conduttore a un

(1) Il Dott. GIUSEPPE MOZZONI nel *Giornale dell'Ing. architetto*, anno II (settembre 1854) descrive appunto un disastroso fulmine ascendente e ne dà la spiegazione, secondo la sua teoria esposta nel volume *La luce e il calorico esclusivi agenti della natura* (Milano 1850).

altro, così al conduttore principale diretto a terra, devono essere collegate tutte le altre parti metalliche, come grondaie, tubi di acqua e di gaz, ecc. È per questo che fu proposto di ingabbiare gli edifici con una specie di reticolato a maglie, tanto più efficace quanto più piccole sono le maglie. Ma se questo sistema può essere applicato in certi casi, in altri non è di possibile applicazione, come, per es., in edifici monumentali. In tal caso è necessario limitarsi a un solo conduttore, o anche a vari conduttori a terra, disposti in modo da potervi collegare le parti metalliche per le quali la scarica elettrica abbia maggiore predilezione.

I conduttori metallici costituenti il reticolo di dispersione devono essere disposti lungo le creste e gli spigoli della copertura di un fabbricato, come lungo le torrette dei camini e devono essere fra loro riuniti. Alla rete così formata si uniscono, come

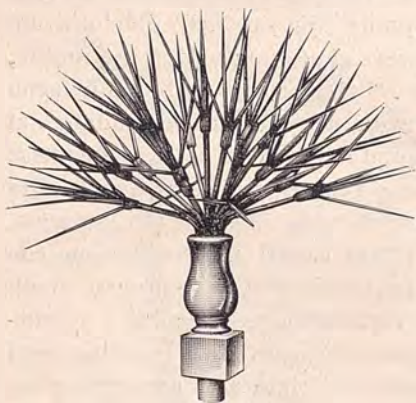


Fig. 96. — Punta aghiforme Borghini.

si è già detto, tutte le parti metalliche del tetto, siano ornamentali o costruttive, come rivestimenti di abbaini, canali di gronda, tubi di camini, banderuole, mitre di aspirazione, incavallature metalliche, ecc. Dove le parti metalliche della costruzione hanno uno sviluppo sufficiente e sono bene rilegate fra di loro dal punto di vista elettrico, possono esse medesime formare la rete protettrice. Se questo non avviene, si assicurerà una buona comunicazione elettrica tra le differenti parti metalliche, che si vogliono utilizzare, mediante legature conduttrici speciali. I condotti di scarico delle acque piovane di ferro zincato, messi a terra, anche se formati con tronchi non saldati fra di loro hanno tanta efficacia quanto un conduttore pieno di ugual sezione metallica. È per questo che non si deve attribuire una grande importanza alla qualità del metallo costituente i conduttori, sicchè si può ritenere come buon derivatore delle scariche atmosferiche qualunque finimento formato con lastra di ferro. Le guarniture propriamente dette e le legature di cui sopra, sono formate con fili, nastri, corde di rame, o di ferro galvanizzato. Il filo di rame deve avere almeno mm. 6 di diametro pei fabbricati di altezza minore di 25 metri al colmo: per quelli più elevati, come torri, camini di officine, campanili, mm. 7. I nastri di rame devono avere una sezione uguale a una volta e mezza le sezioni circolari di cui sopra. Se si impiega ferro galvanizzato la sezione dei fili o dei nastri deve essere almeno il doppio di quella occorrente per il rame. Le corde si devono comporre di fili di almeno 9 mm. di grossezza. I legamenti delle differenti parti devono essere solidamente fatti mediante saldature, chiodature o con viti, e le corde impiombate. I fori pei sopporti delle condutture fissati alle travi della copertura, devono essere ben chiusi, così da evitare infiltrazioni d'acqua. Detti sopporti, provvisti di occhi o forcelle per il ritegno del conduttore, saranno alti 20 o 30 centimetri sopra la cresta o gli spigoli del coperto. Tanto essi come le condutture, i legamenti, ecc., si devono collocare in modo da non essere esposti a deterioramenti a causa di riparazioni o di lavori da compiersi sul tetto, o per la caduta di neve, e oltre a ciò posti in maniera da rendere facile la loro ispezione.

Il concetto di non concentrare in punti determinati le grandi differenze di potenziale che si producono nei temporali, come si faceva anticamente colle aste da parafulmine, ma di disperderle creando delle grandi superficie conduttrici con numerose messe a terra, non esclude però la possibilità di ridurre ancora maggiormente la caduta di

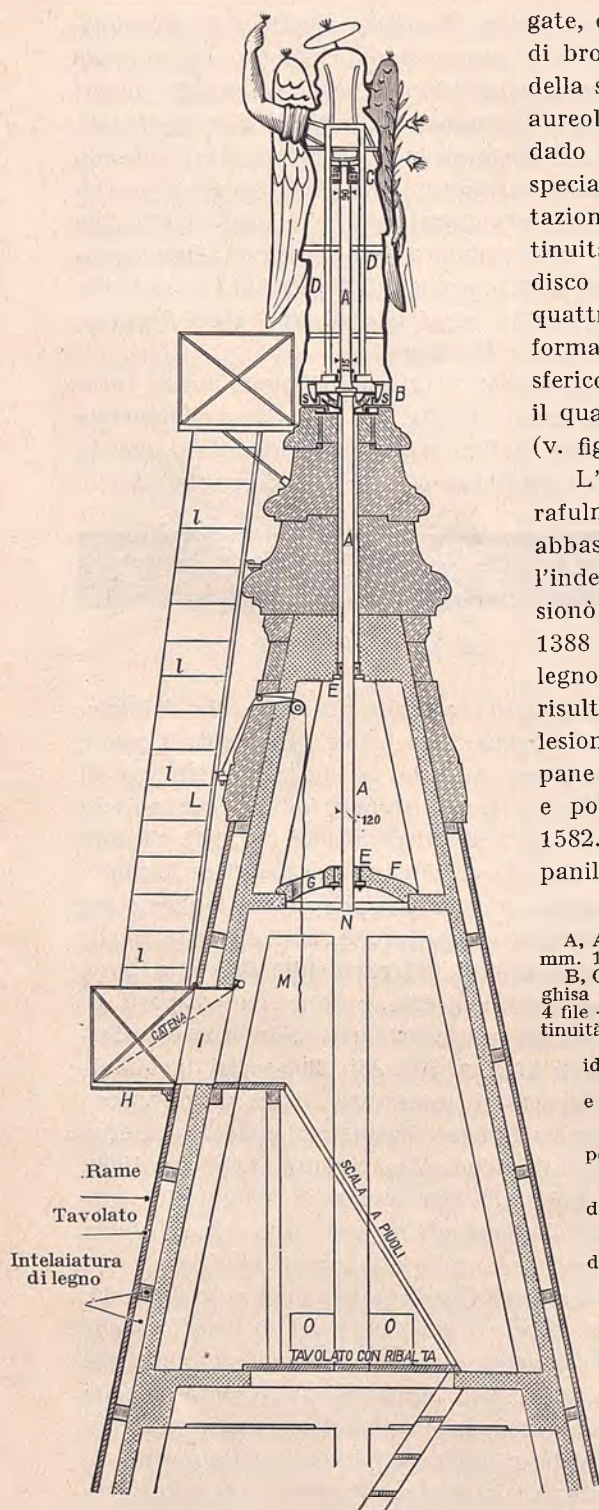
potenziale massimo, ricorrendo al potere delle punte. È a tale concetto e a tale possibilità che si fonda il sistema del Prof. *Borghini* di Arezzo, da lui chiamato « scaricatore continuo ». Egli usa dei mazzi o fasci di finissimi aghi di bronzo fosforoso (fig. 96), fissati sopra brevi sostegni, e applicati come più sopra dicemmo nei punti più elevati del fabbricato, negli angoli, sulle sporgenze, ecc., e li rilega con uno o più conduttori facendo seguire a questi la via più breve per scendere nel terreno ove sono saldati sopra gli *spandenti*, formati da lastre d'acciaio doppiamente zincate (fig. 97), bucherellate, ma cogli orli dei fori rialzati a guisa di punte, simili quindi a una grattugia. Ogni spandente viene così ad avere più di 1200 denti aguzzi, dai quali l'elettricità si disperde prontamente nel terreno. Moltissimi sono gli edifici protetti cogli scaricatori *Borghini* e fra essi il ricostruito campanile di S. Marco a Venezia.

Si trattava in questo caso di un problema un po' diverso del comune, poichè tutta la cuspide essendo costruita di calcestruzzo armato (v. fig. 24, pag. 32) e contenendo perciò una ingente quantità di ferro in tondini, staffe e legature, si presentò il quesito se allacciarla o non ai conduttori principali che rilegavano tutte le varie punte a fascio di aghi. Non esistendo ancora sufficienti prove in argomento, si decise il collegamento eseguendolo però in modo da poterlo sopprimere quando fosse assodata la convenienza di lasciare indipendente l'armatura metallica del calcestruzzo armato da quella protettiva del fulmine.



Fig. 97. — Spandente.

L'impianto si compone di 29 punte a fascio, formanti in totale 1450 aghi; 9 punte sono collocate sull'angolo dall'aureola alla base, essendo la statua di lamiera di rame dorato con armatura interna di ferro: 8 punte stanno infisse dall'acroterio alla base della piramide, e 12 negli angoli dei sottostanti cornicioni (fig. 98). Si nota che la cuspide è tutta coperta di rame. Allo scopo di non turbare l'estetica le punte sono sorrette da brevissimi sostegni, o peduncoli, e non da aste più o meno lunghe come si usa di solito. Le punte sono collegate dal cordone conduttore di rame elettrolitico che dall'angolo scende quadruplicato negli angoli interni del campanile fino alla base, da dove entra nei quattro pozzi scavati agli angoli di essa, e dove sono disposti gli spandenti. Detto cordone, considerati i raddoppi per le percorrenze interne e sotterranee formanti anello, presenta uno sviluppo di circa m. 730. Altri 200 metri di conduttura vi sono per derivazioni, raccordi, congiunzioni di masse metalliche, risvolte, ecc., e ancora altri 250 metri furono impiegati per congiungere l'armatura metallica interna del calcestruzzo armato della cuspide. In totale si ha quindi un circuito di circa m. 1200, costituendo l'organo di conducibilità, che, offrendo una resistenza soltanto da uno a tre ohm, dà garanzia di sicuro risultato. Gli spandenti di rame sono 16 e portano complessivamente 1895 punte. I pozzi in cui sono collocati hanno un diametro di m. 1,50 e la profondità di m. 4: la loro muratura è fatta a vespaio e sono privi di fondo, di modo che gli spandenti si trovano sempre ricoperti dall'acqua del sottosuolo anche nei momenti di massima magra. La Società dell'acquedotto si oppose all'allacciamento degli spandenti alle condutture sotterranee dell'acqua per ampliare il contatto colla terra. Ma questo si poteva fare senza alcuna preoccupazione. Per maggior garanzia e per maggiore durata furono duplicati i diametri delle condutture incassate nella muratura, e per esse si preferì usare il tondino di rame invece del cordone flessibile, non occorrendo di sagomare come per l'esterno. Lo stesso si fece per tutte le linee sotterranee che si collegano agli spandenti. I pozzi sono visitabili e praticabili mediante chiusini a livello del pavimento della piazza. Tutte le masse metalliche interne e esterne furono colle-



gate, e cioè il castello campanario, le colonnette di bronzo della ballatoio, la spada e la bilancia della statua della giustizia, come le corone e le aureole delle statue e dei leoni sulle facce del dado sottostante alla cuspide. Un dispositivo speciale è stato adottato per permettere la rotazione dell'angelo senza interrompere la continuità della conduttura protettiva: sotto al disco metallico su cui appoggia l'angelo vi sono quattro spazzole di rame che girano col disco, ma formano contatto sotto al labbro del cuscinetto sferico di bronzo, contenente le sfere, mediante il quale la statua può girare con tutta facilità (v. fig. 98).

L'antico campanile di S. Marco, privo di parafulmine, fu ripetutamente folgorato con danni abbastanza rilevanti, ai quali si deve in parte l'indebolimento della massa muraria, che occasionò poi la caduta. Il fulmine lo percosse nel 1388 provocando l'incendio della parte allora in legno della cuspide: un altro nel 1417 con ugual risultato: un terzo nel 1489 che produsse gravi lesioni e appiccò il fuoco al castello delle campane le quali precipitarono: un quarto nel 1537 e poi altri nel 1548, 1562, 1567, e due nel 1582. Nel 1653, 1735, 1745, 1761, 1762 il campanile fu nuovamente colpito sempre di prefe-

A, Asta o perno di acciaio in un sol pezzo del diametro mm. 120 — 115 — 90.

B, Cuscinetto lenticolare di bronzo fosforoso su piastra di ghisa con 64 sfere di bronzo id. del diametro mm. 23 in 4 file — s, spazzole di rame girevoli colla statua per la continuità del conduttore del parafulmine.

C, Cuscinetto di bronzo id. con 29 sfere di bronzo id. del diametro mm. 30.

D, Armatura di ferro della statua che è di rame dorato e del peso di Kg. 1300 circa, compresa l'armatura.

E, E Boccole con trecce di cotone comprimibili.

F, Cupoletta di cemento armato con foro d'uomo G per accedere alla boccola superiore.

H, Ribalta della finestra I, formante pianerottolo.

L, Scala di ferro mobile a pioli, in tre rami con cerchi di sicurezza l e pianerottolo smontabile superiore.

M, Fune di manovra e di sicurezza della scala L.

N, Testa per giunto Sellar per eventuale allungamento dell'asta A

O, Finestrini.

Pietra

Calcestruzzo armato



0 1 2 3 4 METRI

Fig. 98. — Applicazione del sistema Borghini per prevenire i colpi di fulmini, e del sistema di sostegno e di rotazione dell'angelo del campanile di San Marco.

renza sull'angolo NE. Il fulmine del 1745 fu disastroso poichè fece rovinare gran parte di detto angolo, i cui materiali cadendo sulle sottostanti botteghe addossate al campanile, fecero delle vittime: il fulmine del 1762 fece la stessa strada e occasionò altre vittime. Si ricorse perciò al padre Giuseppe Toaldo (1) professore di astronomia e meteorologia nell'Università di Padova, il quale aveva già munito la Specola di Pavia con un parafulmine frankliniano. Egli si servì come conduttore del perno di ferro dell'angelo (il quale era di legno ricoperto di rame), perno che gli penetrava fino al petto e si fissava sopra una spranga orizzontale di ferro sotto all'acrottero, nè si giovò di punte perchè detto perno «...fa l'ufficio di lancia, comunicando, come dissi, con tutto l'angelo, che nelle ali, nella corona, e in altre parti, termina in figura acuta di metallo». Egli poi collegò tutte le masse metalliche col conduttore o catena (da lui così chiamato) di ferro dolce di Svezia, lungo m. 139 comprese le molte piegature e grosso circa 3 centimetri, ed abolì anche gli isolatori del conduttore sostenuto da bracci di ferro. «Lo studio principale deve essere di ben continuare la catena, e nulla importa che abbia dei bracci laterali. Sopra di ciò non mi resta veruno scrupolo». E riguardo alle punte soggiunge poi «che secondo i siti possono essere utili», ma per il campanile di S. Marco credette di farne a meno perchè le parti sporgenti e acute dell'angelo, tutto di rame, ne facevano in certo modo le veci. Da tutto ciò si deduce che il Toaldo fu un precursore delle successive teorie. Fatto è che non risulta essere stato il campanile colpito da nuovi fulmini dal 1776, cioè dall'epoca in cui fu provvisto di parafulmine, fino al giorno nel quale rovinò (1902).



Fig. 99.
Campanile di San Nicoletto di Lido (Venezia)
colpito dal fulmine.

Che i campanili, le torri e i camini industriali debbano essere muniti di parafulmini, lo dimostrano le fig. 99 e 100. La prima si riferisce ai danni prodotti al campanile di S. Nicoletto di Lido (Venezia) per la caduta di un fulmine alle ore 17 $\frac{1}{2}$ del 9 giugno 1905. Il campanile non aveva parafulmine. La folgore penetrò nel dado superiore formando un foro largo circa cm. 60, poi entrò nella cella campanaria abbattendo il pilastro centrale fra due archi: indi rovinò uno spigolo del fusto, penetrò nella chiesa, poi in una casa e infine si disperse in un cortile. Chiamati subito sul posto per giudicare se era necessario lo sgombrò degli abitanti delle case prossime, dato che il campanile

(1) Ab. GIUSEPPE TOALDO: *Dei conduttori per preservare gli edifici dal fulmine*. Venezia 1778.

poteva cadere, ci fu dato di riconoscere perfettamente tutto il percorso del fulmine, meravigliandoci il fatto che avesse lasciato intatte le parti metalliche. Visto che non v'era pericolo di caduta il campanile fu restaurato.

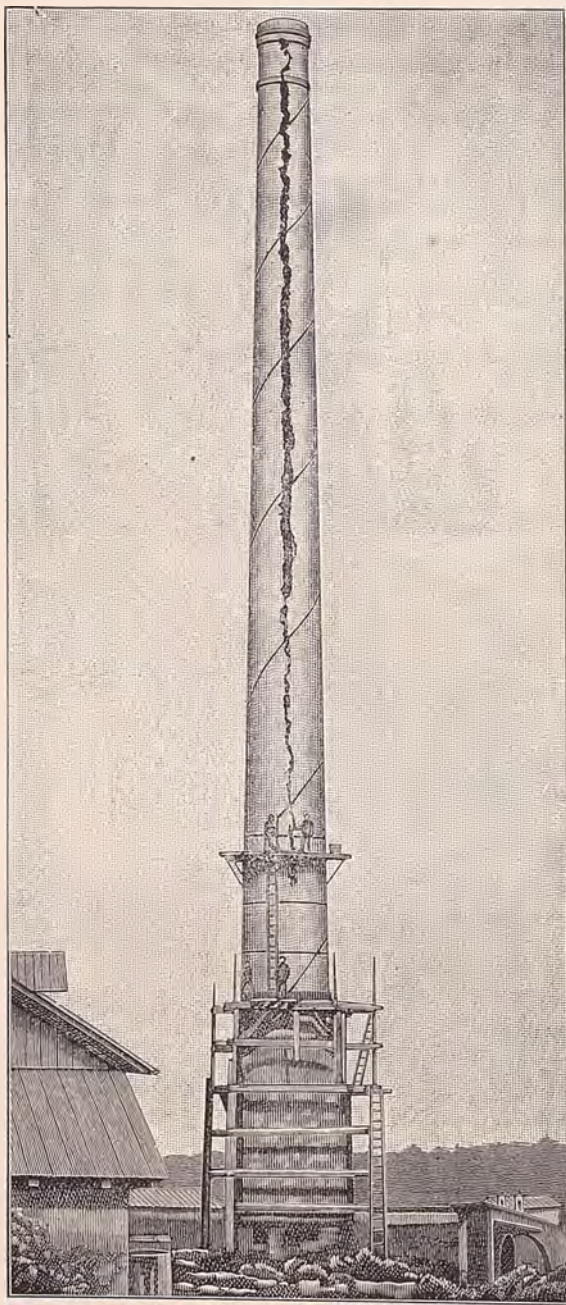


Fig. 100.

Effetti del fulmine su un camino industriale.

L'altra figura rappresenta lo squarcio prodotto sul camino di una officina russa nell'estate del 1894. Il camino alto 45 metri era stato costruito per supplire agli altri due camini del zuccherificio di Kojanka diventati insufficienti. Le fondazioni erano in un terreno solcato di falda acquee, e la muratura, formata con mattoni cavi speciali, eseguita in meno di sei settimane, era ancora umida e comunicando colla falda acquee sotterranea, formava una più facile preda per il fulmine, il quale infatti colpì il camino non ancora provvisto di parafulmine, producendogli uno squarcio largo circa m. 1,26 lungo una generatrice del fusto. Frammenti di mattoni e anche interi mattoni furono lanciati a 80 metri di distanza. Il fulmine seguì la linea verticale determinata dai piuoli di ferro incastrati nell'interno della canna; essi furono tutti divelti, contorti o spezzati. Il camino fu riparato in una ventina di giorni e subito munito di parafulmine formato da un conduttore di ferro piatto di mm. 90 × 100. Come si vede il camino non fu danneggiato che lungo la linea dei piuoli: saltando dall'uno all'altro piuolo, esso ruppe e strappò la muratura in corrispondenza di ogni piuolo, determinando un'apertura facilmente riempita. Questo fatto dovrebbe insegnare, che, soprattutto per questo genere di costruzioni, i costruttori dovrebbero provvedere di parafulmine provvisorio il manufatto, rinnovandolo man mano che la costruzione si eleva.

La necessità di estrema cura nella applicazione del parafulmine è evidente per tutti i depositi di materie esplodenti e infiammabili, che dovrebbero essere sotterranei, isolati, circolari, coperti da cupola, costruiti in calcestruzzo armato e di piccola capacità. Un grande deposito deve frazionarsi in tanti piccoli depositi piuttosto lontani uno dall'altro.

C'è chi opina che le antenne metalliche isolate e provviste di parafulmine con messa a terra possono far deviare su di esse il fulmine, che altrimenti cadrebbe sulla guarnitura protettrice di un fabbricato prossimo, e che perciò dette antenne siano efficaci per le polveriere, per i camini industriali isolati, le torri, ecc., a condizione però che i loro parafulmini non siano collegati con quelli di altre costruzioni più basse poste nelle vicinanze.

Noi però crediamo più efficace l'adozione del sistema Borghini anche per le polveriere e le alte costruzioni. Così difatti troviamo fra i molti impianti da lui eseguiti, parecchie polveriere militari, o fabbriche private di esplosivi e simili, provviste delle sue punte in numero più o men grande secondo la superficie da proteggere e le condizioni di essa. Per esempio il Balipedio di Viareggio ha 33 punte su m^2 170; i forti e il polverificio di Udine 26 punte su m^2 1900; le polveriere di Enego 54 punte su m^2 4500; il deposito di esplosivi di Taranto 12 punte su m^2 1100; i grandi depositi di esplosivi di Brindisi punte 35 e 25 su m^2 2500 e 1900; l'osservatorio aeronautico e l'officina elettrica di Vigna di Valle punte 8 e 5 su m^2 695 e 300; la Società Italiana prodotti esplosivi a Forte dei Marmi (polverificio e deposito) punte 35 su m^2 4500 e così via. La rimessa per dirigibili a Vigna di Valle è protetta con 37 punte su m^2 4600 e un'altra con 23 punte su m^2 2560. Sui camini industriali e sui campanili il Borghini applica di solito una sola punta.

Quello che è di grande importanza è la verifica periodica dell'impianto per il che non basta il galvanometro, che non può avvertire se non una rottura totale o un deterioramento parziale di qualche organo dell'impianto. È necessario di compiere un'ispezione *de visu* di tutte le saldature, di tutti i raccordi, ecc. Per la verifica della messa a terra si può servirsi del ponte di Wheatstone, modificato da Kohlrauch; ma il Niesler considera tale metodo insufficiente a causa del carattere oscillatorio delle scariche atmosferiche.

Benchè le punte multiple Borghini non vadano soggette a fusione, pure si devono ugualmente ispezionare, perchè se per un'accidentalità qualunque ciò dovesse accadere, il fenomeno starebbe a dimostrare che l'impianto non è più in condizioni normali. Le punte si ricambiano con facilità perchè il fascio è avvitato sul conduttore. Le parti più facilmente deteriorabili sono quelle sotterra ed è per questo che se ne assicura la maggior durata facendo doppio o triplo l'ultimo tratto dei conduttori attaccati agli spandenti. Ad ogni modo l'ispezione deve estendersi anche ad essi ed assicurarsi che gli spandenti siano sempre immersi in terreno umido.

Si ritiene oggi conveniente il collegamento delle armature metalliche delle strutture di calcestruzzo armato coi conduttori a terra, ma è indispensabile che in esse non si riscontrino discontinuità: i tondini negli incroci devono essere tenuti a contatto mediante solide legature metalliche: così le staffe coi tondini, ecc. Il fulmine cade di preferenza sulle case isolate delle campagne e sulle stalle più che sui fabbricati di città, ove havvi una notevole distribuzione di masse metalliche. Perciò non si deve trascurare l'impianto dei parafulmini razionali nelle campagne e sui fabbricati colonici.

In quanto ai così detti inspiegabili capricci del fulmine basta leggere il capitolo ad essi dedicato dal Flammarion nel suo libro *L'Atmosfera* per farsene un'idea.

Ai danni prodotti da un fulmine si possono paragonare quelli causati dalla caduta di bolidi o di aeroplani, casi certamente più rari ma possibili, contro i quali non vi è alcun mezzo di difesa.

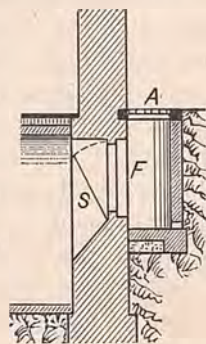


Fig. 101.

Esplosioni o scoppi. — Generalmente gli scoppi avvengono per imprudenza o malvagità. I depositi di materie infiammabili e esplodenti, esistenti nelle botteghe di esercenti e nei sotterranei annessi, sono costantemente esposte allo scoppio per inavvertenza del personale dell'esercente o perchè dalle finestre del sotterraneo, specialmente se aperte nel marciapiede, vi possono entrare fiammiferi accesi o mozziconi di sigari.

Non si dovrebbero quindi permettere depositi simili nelle case di abitazione, nè in qualunque caso permettere finestre sui marciapiedi, o negli zoccoli dei fabbricati, se non sono così fatte da impedire l'entrata nel sotterraneo di oggetti accesi. Si muniranno quindi di fina rete metallica in posizione tale da non essere manomessa dall'esterno, oppure da sportello a ribalta S (fig. 101), e lasciando più bassa della soglia della finestra F la fossa sotto l'apertura A.

Abbiamo già notato come dovrebbero essere fatte e protette le polveriere; il terribile e funesto scoppio della polveriera del forte di Falconara avvenuto nel novembre del 1922, quello del polverificio di Fossano (1904), della fabbrica di dinamite di Avigliana del 1890 (morti 19) e preceduto dagli scoppi del 1880, 1885, 1887, nonchè quelli della polveriera di Lubiana (1906), colpita da un fulmine, della fabbrica di fuochi artificiali di Cava dei Tirreni (1904), della fabbrica di *roburite* di Annen (1906) che fece centinaia di vittime e produsse immensi danni, stanno a provare come in simili impianti si debba procedere col massimo scrupolo, tenendo ben conto dei fatti accaduti e della dolorosa esperienza fattane.

Gli scoppi sono cagionati anche da incendio ed è difficile sopprimere nei fabbricati quegli impianti che ne possono essere causa. Tali, ad es., le condutture di gas. Danni rilevanti alle case e alle persone arrecano gli scoppi di scaldabagni a gas, o elettrici; se ne hanno molti esempi, e per premunirsi non v'è che un mezzo: non impiegarli, ma servirsi di scaldabagni a colonna con focolare a legna o a carbone. Non è questione di non apprezzare il progresso, ma quegli apparecchi sono pericolosi non tanto per difetti propri, ma per difetto di maneggio, benchè però ve ne siano di quelli con organi automatici, i quali possono non funzionare, come appunto avvenne nel 1931 a Milano. Il pericolo è quindi insito in essi.

Del resto quello che abbiamo detto circa la prevenzione delle esplosioni causate da incendi vale per quelle dovute ad altre cause. Naturalmente non è possibile premunirsi contro le bombe scoppianti *a tempo* collocate per malvagità nei fabbricati, nè da quelle lanciate a mano, nè dalle altre gettate da aeroplani, nè dalla caduta di proiettili nemici durante le guerre. Una riduzione di danni, ma non la sicurezza, si ottiene però colla struttura di siderocemento. Le polveriere, i depositi di munizioni e di esplodenti, che, come dicemmo, dovrebbero essere interrati e coperte da cupola di calcestruzzo armato, dovrebbero pure essere ricoperte da un grosso strato di terra, come certi tipi di ghiacciaie.

La surricordata polveriera di Lubiana conteneva 20 tonnellate di polvere e una grossa provvista di proiettili, i quali esplosero. Ricordiamo ancora: lo scoppio di 400 obici di grosso calibro del deposito di munizioni nell'antico forte di Cutzelu, nei dintorni di Bukarest (1928); lo scoppio di un laboratorio a dritto alla carica e alla scarica di proiettili, presso Piacenza (1928), con 13 morti e parecchi feriti; la catastrofe di Melilla (1928) dovuta allo scoppio di un deposito di munizioni e che causò la morte a 57 persone e fece molti feriti; lo scoppio del gazometro di Roma (1912), e la distruzione di un fabbricato a Bruxelles (1906), dovuta allo scoppio del serbatoio di benzina di un'automobile, entro un cortile di una fabbrica di cartucce, scoppio che determinò un incendio e l'esplosione del deposito della polvere. Gli scoppi sono sempre disastrosi,

poichè oltre alle vittime, fanno sentire la loro azione anche a chilometri di distanza con rottura di vetri, rovina di fabbricati ecc. L'esplosione avvenuta nel 1893 a Roma del deposito di polveri di un forte prossimo alla Basilica di San Paolo fuori le mura, distrusse appunto la maggior parte delle grandi vetrate a colori che ornavano i finestroni della chiesa.

Terremoti (sismi) (1). — Benchè non sia nostro compito di trattare l'argomento dai punti di vista della *sismologia storica, geografica, geologica e fisica*, ma bensì sotto quello della *sismologia edilizia*, è però necessario per ben comprendere gli effetti del terremoto sulle fabbriche, di esporre qualche nozione su tale fenomeno. Assestamenti degli strati formanti la massa del nostro globo, prodotti da fratture geologiche della massa stessa, e dai geosinclinali (falde più mobili della superficie terrestre); slittamenti di terreni; erosioni; scoscienti o valanghe in caverne sotterranee; esplosioni a causa di produzione di vapor acqueo o di gaz ad alta tensione nelle viscere della terra; depauperamenti prodotti da acque minerali; azioni magnetiche ed elettriche; attrazione lunisolare; macchie solari; spostamenti dell'asse terrestre; raffreddamento della crosta terrestre; vulcanismo, potranno essere a volta a volta, o anche simultaneamente, le cause dei terremoti (2); ma se la cognizione esatta della causa interessa la scienza, per dedurre poi la possibile previsione del fenomeno, il preciso suo punto d'origine, la sua intensità, la sua estensione, ecc., all'umanità preme soprattutto di conoscere i mezzi per opporre la miglior resistenza agli improvvisi moti tellurici, e quelli per rendere meno dannose le loro conseguenze, e potervi al caso riparare. Essendo tali mezzi in relazione colla frequenza e colla intensità del terremoto per

(1) Quello che verrà esponendo in questo paragrafo l'ho per la massima parte pubblicato nell'opuscolo *Organi di difesa e sistemi di ricostruzione*, nel gennaio del 1909, dopo il terremoto del 1908, per incarico del Comitato Veneto-Trentino « Pro Calabria e Sicilia » e con prefazione del senatore FRADELETTO. Con quello scritto tendevo soprattutto a mostrare la convenienza, anzi la necessità di un Ente stabile, o permanente, il quale, al sopraggiungere di gravi calamità (terremoti, inondazioni, epidemie, disastri meteorologici ecc.), potesse prestare opera organizzata, e però sollecita, larga, efficace, di soccorso e di difesa. L'idea che avevo pure già esposta nella *Gazzetta di Venezia* del 6 gennaio 1909 trovò largo consenso; ma benchè accolta dall'allora Ministro Bertolini, non ebbe attuazione, e soltanto nel 1931, cioè 22 anni dopo, la vidi riesumata dal sen. G. Ciralo colla pubblicazione *L'Unione internazionale di soccorso dal progetto italiano alla Convenzione di Ginevra*, senza accennare all'italiano che per primo la esponeva. Di fatti nel *Corriere della Sera* del 16 luglio 1931 si legge: « Desidero qui richiamare l'attenzione del gran pubblico su una bella e grandiosa opera umanitaria, la quale concretatasi già in un Patto internazionale, tornerà ad onore dell'Italia che l'ha ideata, proposta e caldeggiata, e a beneficio dell'umanità tutta, che ne godrà gli immensi vantaggi ». Il Governo italiano con decreto-legge del 9 dicembre 1926 istituiva i servizi di pronto soccorso in occasione di pubbliche calamità, servizi che furono presto sperimentati nel 1930 in occasione del terremoto che colpì i paesi della Campania, Basilicata e Puglie. Non mi pare però che corrispondano perfettamente alle proposte da me avanzate, nè riflettano quelle opere di difesa che, tempestivamente attuate, varrebbero a rendere meno gravi i disastri e meno gravose le opere di soccorso. D. D.

(2) Emilio Guarini ammette la possibilità che i terremoti abbiano origine elettrica, ciò che potrebbe meglio spiegare la questione del rombo che precede od è contemporaneo alle scosse, anche quella del *lampo sismico*, visto durante il terremoto di Casamicciola del 1883, dell'Andalusia del 1884, di Messina del 1908, del Monteleonese (Catanzaro) del 1905. Si tratterebbe di un vero temporale sotterraneo e da ciò l'idea dei *paraterremoti*, che ebbe parecchi fautori, fra cui l'abate Cavalli, il Vivenzio nella sua storia dei terremoti, pubblicata in occasione della catastrofe calabrese del 1783, il prof. Sarti di Pisa. Pare che il dott. Stukeley sia stato il primo, nel 1749, a esporre l'ipotesi che i terremoti abbiano origine elettrica, ipotesi sostenuta dal Beccaria e poi dal fisico francese Berthelon che propose appunto i *paraterremoti*.

Cfr. articolo di D. DONGHI, *I paraterremoti*, nella *Gazzetta del Popolo della Domenica*, 6 marzo 1887.

certi paesi o per certe loro zone, spetta alla scienza di determinare quali siano le zone *altamente*, o *mediocrementemente*, o *debolmente sismiche* e quelle *asismiche*. Le zone della prima specie non dovrebbero essere abitate, quelle della seconda e della terza lo potranno essere purchè i fabbricati vi siano costruiti in modo da resistere comple-



tamente e durevolmente contro ripetuti movimenti del suolo; in quelle asismiche, o perfettamente stabili, il terremoto non vi può arrecare danni che in caso straordinario, ma ciononostante anche in esse si dovrà costruire in modo sicuro, poichè non è possibile garantire che un certo luogo vada eternamente esente da terremoti.

D'altra parte quando si ottiene col sistema costruttivo la sicurezza contro il fuoco, contro cadute, scoppi ecc., si può dire che implicitamente si ottiene anche quella contro i terremoti, come vedremo. Alla geologia e alla sismologia spetta dunque di darci quel mappamondo sismologico, sul quale potremo leggere chiaramente quali

sono le terre condannate a muoversi ancora per secoli, od anche a sparire dalla faccia della terra, ciò che pare sia già avvenuto per la discussa Atlantide. Si è già fatto molto in proposito ed esiste già una geografia sismologica, la quale mostra la nostra Italia come una fra le terre affette da instabilità. La fig. 102 è appunto la carta sismica d'Italia, secondo Baratta e Gerland.

Dopo il disastro di Messina e di Reggio del 1908 le opinioni furono discordi circa la ricostruzione o meno in quei paesi; certo sarebbe stato meglio abbandonare quei luoghi, esposti, purtroppo, a essere devastati da continui sov-

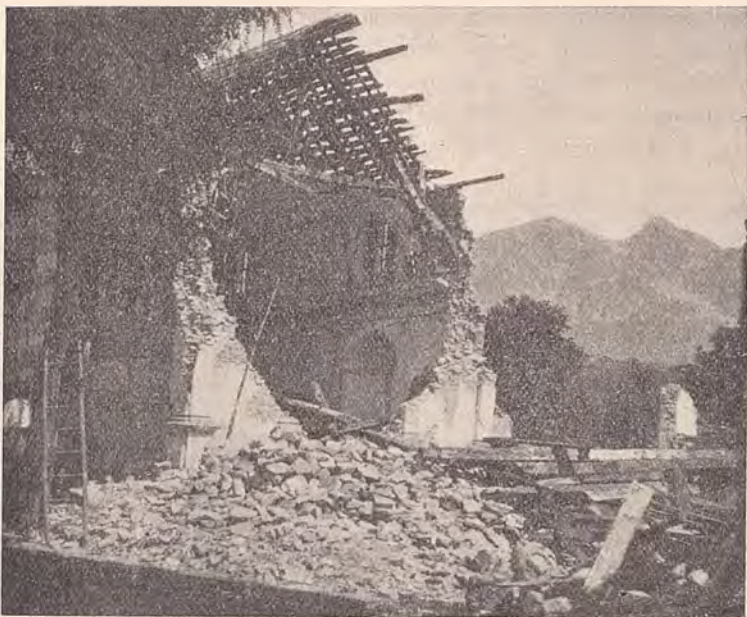


Fig. 103. — Le rovine pel terremoto del 1873 ad Alpagò.



Fig. 104. — Effetti del terremoto del 1873 a Belluno.

come la scienza ha riconosciuto; ma d'altra parte troppe terre sarebbero da abbandonare se si stesse rigorosamente alle sentenze della geografia sismologica, e siccome la tecnica di oggi ci mette in grado di costruire case sicure, anche in terre soggette a violente scosse telluriche, o di conservare consolidandole quelle lesionate più o meno, così si potrà dare alle genti la soddisfazione di non

abbandonare i luoghi ove hanno i loro interessi materiali e morali. È poi da osservare che molti disastri si sarebbero, se non completamente, almeno in parte evitati se le case fossero state costruite a dovere. Dai terremoti in zone esposte a sismi mediocri

o deboli, si sarebbero avuti effetti meno disastrosi, se, come hanno notato i sismologi, fra cui il nostro Mercalli, i fabbricati non vi fossero stati costruiti malamente o per ragione economica, o per insipienza, o per speculazione. Il MERCALLI, nel suo *Disastri sismici calabri* (1), scrive, circa il terremoto calabro dell'8 settembre 1905: « Quando arrivai a S. Procopio (circondario di Palmi) e mi avvicinai alla casa ove erano morte 13 persone, e molte altre più o meno gravemente ferite, trovai un mucchio informe di sassi e di fango; di buon cemento, di mattoni, di pietre squadrate o di altro, che meri-



Fig. 105. — Le rovine di Zummarò. Terremoto del 1905.

tino il nome di materiale da costruzione, *neppure l'idea* ». Le fig. 103 a 106 mostrano quanto sia vera l'osservazione del Mercalli. Ma se questo avviene nel nostro paese, avviene pure in tanti altri. Basta leggere la descrizione di certi terremoti americani per esserne convinti. A San Francisco, per es., la maggior parte delle case, costruite affrettatamente, a causa del rapido incremento della città, ruinarono nel terremoto del 1906; fu allora osservata la grande deficienza di stabilità degli edifici e dei muri di pietra conca, mentre i così detti « grattacieli » oscillarono e non caddero essendo elastici, perchè formati come gabbie d'acciaio. Così pure vi trionfò il calcestruzzo cementizio semplice od armato usato per gli edifici e per altre costruzioni, quali la grande diga trasversale del lago Crystal Springs, che rimase intatta senza presentare la minima screpolatura.

Prima di esporre come si deve costruire per ottenere fabbricati sicuri contro i terremoti, e per consolidare quelli danneggiati in modo che si possano conservare, è

(1) Rivista *Natura ed Arte*, anno XIV, n. 22, pag. 651.

necessario fare un breve richiamo circa la maniera con cui le scosse si manifestano e sui loro effetti.

Nell'edilizia ordinaria conosciamo le forze contro cui dobbiamo reagire, e quindi possiamo esattamente determinare la forma e le dimensioni di un organismo costruttivo soggetto all'azione delle forze stesse. Così in caso di piena di un corso d'acqua, dobbiamo vincere la spinta dell'acqua, di cui sapremo trovare il valore in direzione e intensità, mettendoci in grado di calcolare sbarramenti, pile di ponti, ecc. Dovremo

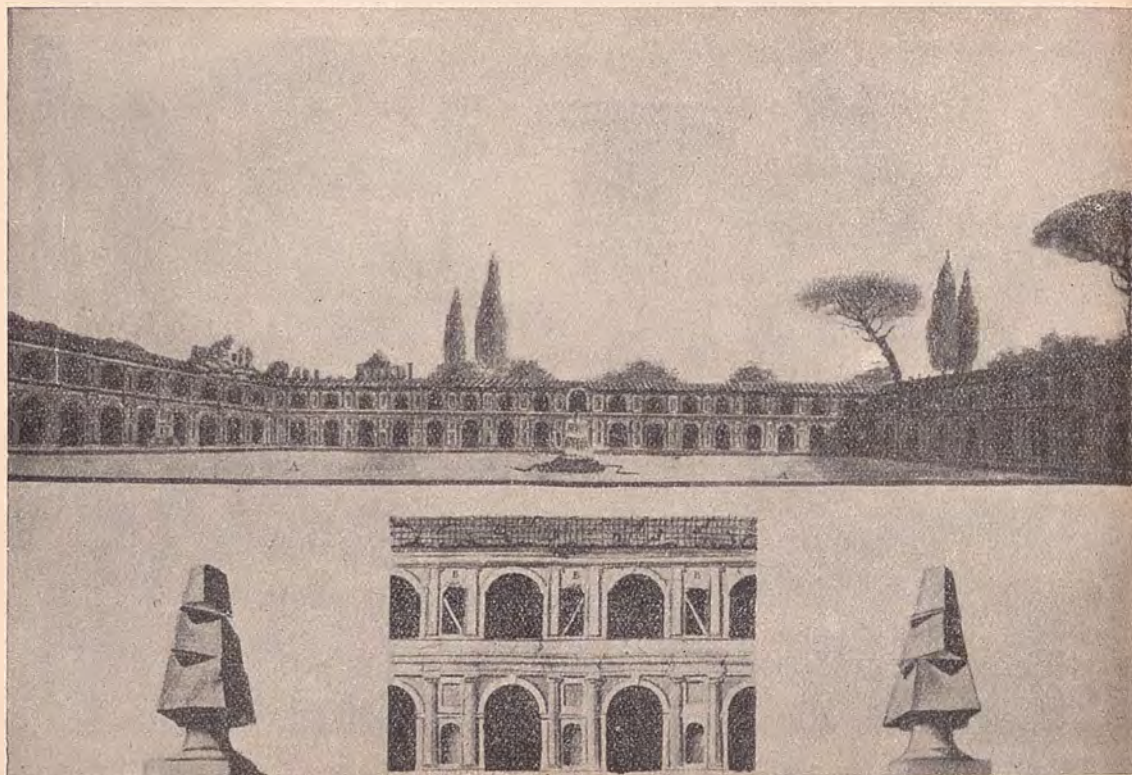


Fig. 106. — Terremoto del 13 gennaio 1915 a Sora.

sostenere un terrapieno, sia pure altissimo? conosceremo la spinta che il terrapieno eserciterà contro il muro di sostegno e quindi sapremo dare ad esso le dimensioni e forme necessarie. Così dicasi per una galleria attraverso un monte, o subacquea, o per una torre, un campanile, un alto fumaio; salvo, come abbiamo precedentemente visto, i casi straordinari e imprevedibili. Ma ben diversamente avviene riguardo ai fenomeni tellurici. Prima di tutto non ne è ben nota la causa: non se ne conosce che l'effetto, il quale pur non variando nella sostanza, poichè si risolve sempre in una scossa del suolo, è però variabile nella forma e nell'intensità. Infatti è noto che i sismi si distinguono in *ondulatori*, *sussultori*, ai quali bisogna aggiungere i *vorticosi* o *giratori* dovuti non a un vero movimento rotatorio degli strati terrestri, ma alla sovrapposizione di varie onde sismiche, o di onde che si succedono immediatamente in direzione perpendicolare l'una all'altra. Sono specialmente i corpi liberi a muoversi intorno al loro asse verticale che subendo urti di direzione diversa possono compiere un movimento rotatorio.

La fig. 107 mostra appunto come furono smossi i conci delle gugliette sulla facciata del Chiostro della Certosa di S. Bruno nel terremoto del 1783. Lo stesso accadde agli *ishidores* giapponesi (piccoli monumenti di pietra collocati intorno ai templi) e a

un monumento funebre della forma di un obelisco ad Assam per effetto del terremoto del 1897; a Belluno nel 1873 l'angelo che stava sulla torre della Cattedrale rotò di circa 20° intorno al proprio asse; nel 1893 si trovarono rotati da Nord a Sud vari monumenti nei cimiteri di Zante; a Kingston (Giamaica) nel 1907 girò di 45° la statua della Regina Vittoria. È quindi indiscutibile che avvengono movimenti vorticosi i quali sono i più rovinosi e chiudono quasi sempre le varie fasi della perturbazione sismica.



(Da un'incisione del tempo).

Fig. 107. — Effetti del terremoto del 1783 nella Certosa di S. Bruno.

A) Chiostro; B) Finestre sconnesse e sbatacciate; C) Gugliette terminali nel prim'ordine della facciata sconvolta dal moto vorticoso.

L'effetto di un terremoto si può suddividere in quello dello sconvolgimento della superficie del suolo e nell'effetto del movimento di essa su quanto vi sta sopra, o vi è incastrato. Quando in un punto detto *ipocentro* della crosta terrestre avviene un fenomeno che si rende manifesto mediante le scosse del suolo, si producono nella massa elastica del globo varie specie di onde: *longitudinali*, *trasversali* e *superficiali*, ognuna delle quali ha fisionomia propria tanto rispetto alla velocità e al modo di propagazione, quanto alle vibrazioni che produce. L'argomento relativo a tali manifestazioni di moto è assai interessante, ma non è il caso che qui lo trattiamo. Noteremo soltanto che il punto della superficie terrestre nel quale cade la verticale innalzata dall'ipocentro alla superficie stessa, detto *epicentro*, è quello che riceve l'urto maggiore, perchè percorso dalle onde che seguono la via più breve, e che tale urto essendo verticale produce la scossa sussultoria: che i punti intorno all'epicentro sono scossi in senso ondulatorio e sussultorio: che le onde longitudinali e trasversali hanno rispettivamente velocità di $8 \div 16$ e $4 \div 8$ chilometri al minuto secondo, ossia che le loro velocità stanno nel

rapporto 2 a 1: che le onde superficiali hanno velocità costante di $\text{km.}^{\sqrt{3,5}}$ al secondo, ampiezza piccola e lunghezza grande, anche di chilometri: che la velocità di propagazione delle vibrazioni al 1'', a detta del Millet, è: nella sabbia m. 251,5; nelle rocce stratificate e contorte, quarzo e scisti, m. 331,7; nel granito discontinuo e guasto m. 398,1; nel granito più solido m. 507,2; che in certi terremoti si notarono velocità ben maggiori, e che se un terremoto perde di velocità allontanandosi dalla sua origine, cresce invece di intensità col crescere della velocità.

Ciascuna categoria di dette onde produrrà un determinato effetto, il quale sarà anche funzione della qualità della massa in cui l'onda si propaga. Può anche darsi che varie



(Fot. A. Perret).

Fig. 108. — Onde *gravifiche* fissate dal lastricato della Marina di Messina per il terremoto del 28 dicembre 1908.

specie di onde agiscano simultaneamente, e allora è difficile poter dedurne l'effetto. Le onde superficiali, che nella zona epicentrale assumono valori straordinari, si rendono talvolta *visibili* e sono dette *gravifiche* perchè nella loro genesi entra probabilmente la gravità. Il terreno è da esse mosso come le onde del mare e la ondulazione resta assai spesso permanente, ciò che si verificò in parecchi terremoti, come risulta dai seguenti fatti. Dopo il grande terremoto di Charleston del 31 agosto 1886, un osservatore vide passare nella strada in cui si trovava quattro o cinque onde dopo la prima scossa verticale, larghe, per quanto potè stimare, come la strada fra i marciapiedi e con un'altezza che gli parve di circa 30 cm. Le onde permanenti si formarono pure a Messina per il terremoto del 1908 come mostra la fig. 108. Un esempio notevole è fornito dal terremoto di Guatemala del 18 aprile 1902. Nel porto di Ocos l'impalcato di un lungo molo aveva assunto una forma ondulata, simile a quella che avevano conservata le sabbie della spiaggia vicina, e fra le alte colonne di ghisa che lo sostenevano, alcune erano state sollevate, altre abbassate verticalmente, così da corrispondere alle creste e ai ventri delle onde. Lo stesso accadde per il ponte della ferrovia che attraversava il fiume vicino. Identico fenomeno si è pure osservato in un punto attraversante un torrente presso Rangpure nel Bengala, dopo il terremoto dell'Assam del 12 giugno 1897.

Le onde gravifiche si formano soprattutto nei terreni molli, sabbiosi e alluvionali. Non tutti sono d'accordo sulle dimensioni di tali onde: la loro altezza può essere anche maggiore di un metro e la loro lunghezza, da cresta a cresta, di qualche decina di metri. Per il citato porto esse avevano circa 30 cm. di altezza e lunghezza m. $25 \div 30$. La loro velocità è ben lungi dall'essere paragonabile a quella delle altre onde sismiche: pare che debba essere fra i 5 e i 10 m. per secondo.

Consideriamo ora l'effetto che la varietà delle vibrazioni del suolo e delle onde sismiche produce nelle fabbriche. Queste saranno soggette: 1° a moto sussultorio; 2° a moto ondulatorio con onde invisibili; 3° a moto ondulatorio con onde visibili; 4° a moto rotatorio o vorticoso. L'effetto si produrrà su fabbriche: a) isolate; b) addossate fra di loro; c) a uno o a parecchi piani; d) appoggiate su roccia; e) appoggiate su potente o leggero strato di terreno alluvionale. Infine si dovrà considerare il senso del moto per rispetto alla fabbrica e l'effetto sulle fondazioni distinguendole in: α) indipendenti; β) a platea reticolare semplice od armata; γ) a platea generale semplice od armata; δ) a platea piana, ossia orizzontale; ϵ) a platea convessa; ζ) profonde; η) superficiali.

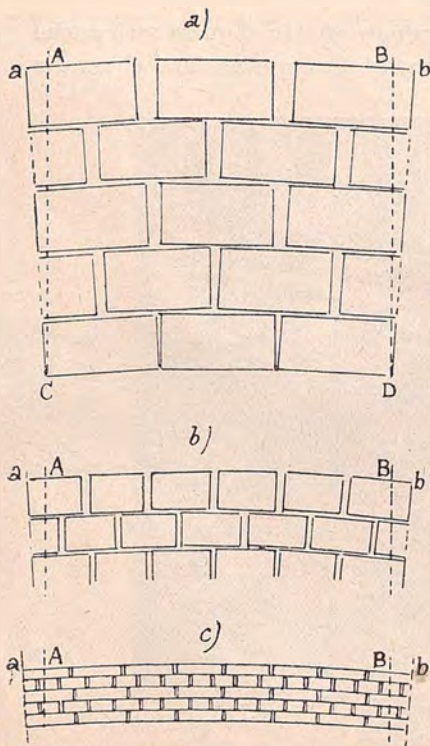


Fig. 109 a, b, c.

- a) muro di grossi conci di pietra;
 b) muro di piccoli conci di pietra;
 c) muro di mattoni.

Un muro A B C D (fig. 109 a, b, c) verticale collocato normale alla superficie di un'onda si solleva nel mezzo al passaggio di essa, mentre i suoi spigoli esterni si sposteranno assumendo le direzioni aC , bD . Se il muro è formato di grossi blocchi di pietra conca connessi con malta, i conci del filare superiore si staccheranno l'uno dall'altro della quantità Aa ; se invece è costruito di piccoli conci, cosicchè per ogni filare ve ne siano per es. 5, lo spostamento fra concio e concio sarà $2/5$ di Aa ; e se fosse costruito di mattoni, con 8, per es., per ogni filare, il distacco fra mattone e mattone sarà $2/8$ di Aa . Se quindi il muro fosse costruito con elementi

piccolissimi, in modo che i due elementi cementante e cementato fossero in quantità uguali, e meglio ancora il primo fosse in quantità maggiore del secondo, si potrebbe rendere nullo il distacco fra i vari elementi, ciò che accadrebbe certamente con un muro di un pezzo solo, cioè monolitico. Tale monolitismo si ottiene colla muratura di getto, ossia colla muratura di calcestruzzo. Ma se tale monolitismo rende, si può dire, impossibile lo sfasciamento di un solo muro, estendendolo a tutto il fabbricato si otterrà anche questo resistente alle scosse sismiche. Supponiamo difatti che due muri A, B (fig. 110), disposti colla loro sezione normale alla superficie dell'onda, sostengano un tetto di legno. Al passaggio dell'onda i due muri oscilleranno, assumendo successivamente le posizioni punteggiate: il tetto sarà trascinato ora da una parte ora dall'altra, ma a causa della diversità di natura della sua massa da quella dei muri, non si sposterà sincronicamente con essi, e quindi avverrà che in un certo momento una sua estremità abbandonerà l'appoggio e il tetto precipiterà nell'interno. Se il coperto e i muri fossero invece di natura omogenea e la massa del coperto proporzionata a quella dei muri, esso oscillerebbe in modo sincrono coi muri e la sua

caduta si eviterebbe. Questa avverrebbe se in luogo del tetto di legno vi fosse una volta non collegata coi muri: anzi in tale caso le condizioni sarebbero peggiori, a causa della spinta della volta sui muri d'appoggio.

Se quindi si dà alla costruzione la forma *a* o *b* della fig. 111, in cui tanto i muri quanto il coperto piano, o curvo, sono monolitici di sostanza omogenea, ogni massa oscillerà col medesimo ritmo, e tanto il coperto quanto la volta non potranno spostarsi sugli appoggi e perciò la costruzione non rovinerà, se anche per effetto di una scossa violentissima dovesse fendersi. Tratteremo in appresso la questione delle fondamenta.

L'effetto del moto sussultorio è dovuto all'urto verticale sul fabbricato, prodotto da una forza *S* (fig. 112) che tenderà a lanciarlo in alto. Se i muri sono di pietrame e il tetto di legname semplicemente appoggiato sui muri, esso sarà sollevato dalla sua sede: nel periodo di ritorno ricadrà sui muri, ma difficilmente nella posizione primitiva, e se per l'urto della ricaduta dei muri il terreno di fondazione cede, può anche avvenire che uno od ambedue i muri si spostino e quindi il tetto precipiti nella ricaduta dei muri, venendogli a mancare gli appoggi. I muri fuori terra tenderanno poi a staccarsi dalla parte incastrata e quindi negli urti successivi, e per i

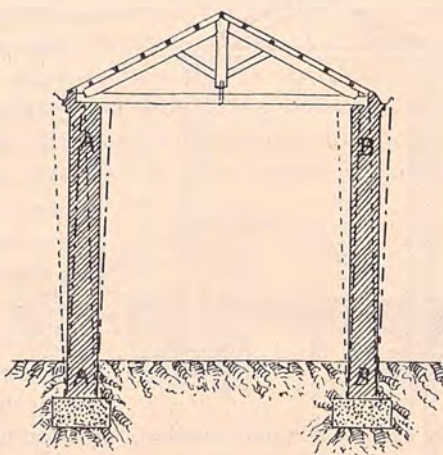


Fig. 110.
Muri indipendenti l'uno dall'altro.

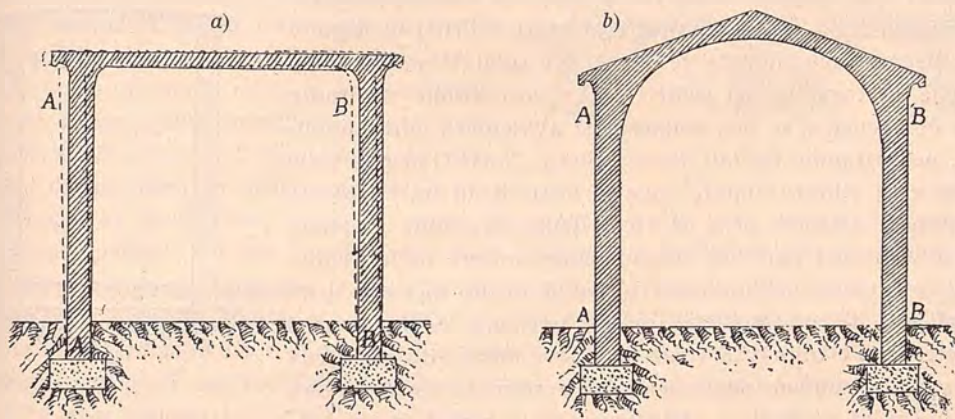


Fig. 111 *a, b*. — Muri collegati col soffitto o tetto.

possibili spostamenti dovuti a cedimento di terreno, o a vibrazioni ondulatorie, essi scorreranno sui muri di fondazione fino a portarsi fuori di essi. Se il fabbricato fosse invece come nella fig. 113, e cioè avesse anche la fondazione di struttura omogenea e monolitica solidale col resto, esso sarebbe sollevato come una scatola e seguirebbe i moti alternativi di salita e discesa senza pericolo di sconessioni e di sfasciamenti.

Qui torna opportuno osservare che qualunque fabbricato, anche grandioso, è sempre una massa piccolissima in confronto di quella del suolo in moto, sicchè tanto più sicuro è l'effetto del monolitismo, poichè il fabbricato, per quanto complesso, si può considerare come una piccola scatola indeformabile, messa sopra una grande tavola.

Degli effetti del moto ondulatorio a onde invisibili, cioè con onde così lunghe da far ritenere che tutte le parti della fabbrica urtate in una stessa direzione oscillino contemporaneamente nello stesso senso, si ha già un'idea in quello che più sopra si è detto per dimostrare la necessità della omogeneità e del monolitismo. Ne daremo un esempio.

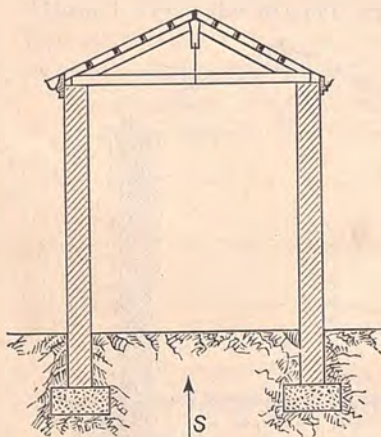


Fig. 112. — *S* spinta verticale dovuta al moto sussultorio.

Sia una casa a due piani colla sezione trasversale normale all'onda. I muri durante l'azione dell'urto *F* (fig. 114) si sposteranno in misura uguale verso sinistra, perchè di massa uguale, o quasi uguale (secondo il numero e genere dei vani in essi aperti); il muro interno di massa diversa si sposterà di quantità maggiore o minore: le due falde del tetto scorreranno sulle loro sedi: e così i due solai *P* e i soffitti *S* si sposteranno di quantità diverse, a causa delle loro masse differenti per qualità e peso. Durante l'intervallo fra una scossa e la successiva si avvereranno nella costruzione moti inversi ai precedenti (supponendo che gli attriti si conservino uguali), ma siccome per forza d'inerzia tutte le strutture, ossia l'intero fabbricato, ritarderà il moto di ritorno per rispetto a quello di *F*, così durante tale moto sarà urtato da una nuova onda *F*,

per cui si produrranno urti e contraccolpi fra le varie strutture, le quali rese pazze nei loro movimenti, si scompagneranno, occasionando la rovina e il lancia-mento di blocchi di pietra, o di altri materiali pesanti, costituenti cornicioni, cornici, incorniciature di apertura ecc., blocchi che si staccheranno dalla loro sede, ancorchè ancorati, per effetto della forza viva da essi acquistata.

Supponiamo ora di sostituire ai muri dei ritti di legno e di collegarvi solidamente le travi dei solai *P* e del tetto nonchè le travette dei soffitti *S*. La costruzione risultante sarà omogenea e se ben connessa si avvicinerà alla monolitica, acquistando in più la elasticità. Sotto l'azione delle scosse essa vibrerà quindi come se fosse di un sol pezzo per cui non si sfascerà: però in virtù della variazione angolare che avviene nei punti di congiunzione causata dalle oscillazioni, e a causa dell'alternativo cambiamento di segno degli sforzi, ora di compressione, ora di tensione, le giunzioni si allenteranno e quindi la struttura verrà indebolita nella sua compagine. Una successiva scossa di terremoto ne aggraverà le condizioni, e l'azione del tempo, l'arrugginimento delle chiodate di unione, le contrazioni del legno sotto l'influenza del calore faranno il resto, cosicchè verrà il giorno in cui la costruzione, senza aver perduto il pregio della omogeneità, avrà perduto quello ben più necessario della indeformabilità.

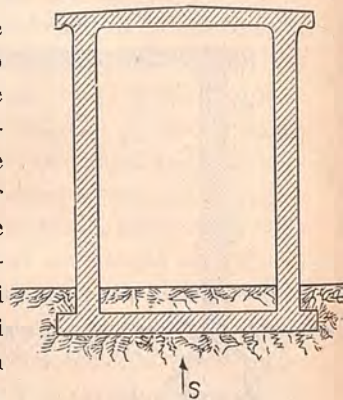


Fig. 113.

Ad ogni modo è facile comprendere con quanto favore si dovrebbero accettare le fabbriche intelaiate di legname, con pareti pure di legname, o di mattoni (sistema baraccato), se tali costruzioni, adatte però soltanto per fabbricati di modeste proporzioni e di poca altezza, non andassero soggette a un nemico tanto terribile quanto il terremoto, cioè il fuoco. Lo stesso Giappone, paese tipico dei terremoti, per tale difetto e per i gravi incendi avvenuti non costruisce più case di legno, come ha sempre fatto. Non è inopportuno ricordare quello che in proposito scriveva il Clément già

nel 1867 (1): « Il legno non dà disgraziatamente buoni risultati, soprattutto nei paesi caldi: non è duraturo, e si contorce sotto l'azione continua del sole; la piccola grossezza che si deve dare alle pareti di legno le rende inefficaci a riparare l'interno dagli effetti di una elevata temperatura, e in tutti i casi, qualunque sia la spiegazione che si voglia dare degli incendi che susseguono ai terremoti, questo genere di costruzione ne è quasi sempre la causa prima. Bisogna dunque ritornare alle murature, malgrado i danni che possono soffrire in seguito alle proprie vibrazioni: ma tale muratura dev'essere *omogenea*, di calcestruzzo o di argilla battuta (*pisé*) quando la qualità della terra permetta di ottenere un battuto di durezza comparabile a quella delle antiche costruzioni arabe che si vedono ancora in piedi ». Già da quell'epoca si suggeriva la costruzione omogenea.

Passiamo ora agli effetti del moto ondulatorio di onda visibile. Sia la sezione del fabbricato normale all'onda e la prima onda investitrice sia mn (fig. 115). L'appoggio del muro A sarà da una parte alzato e dall'altra abbassato, seguendo la superficie convessa dell'onda, cosicchè il muro si inclinerà all'infuori: lo stesso avverrà per il muro B. Venendo perciò a mancare gli appoggi del tetto, questo precipiterà nell'interno, prima che giunga una nuova onda mn . Potrebbe però darsi che il movimento fosse tanto piccolo, ossia l'onda tanto lunga e il fabbricato così basso, da causare uno scostamento pur piccolo della sommità dei muri, sicchè il tetto resterebbe in posto. Ma quello che non avrà fatto l'onda mn lo faranno le onde $m'n'$ e le successive, perchè i due muri anzichè oscillare nello stesso senso come nel caso dell'onda invisibile, oscilleranno in senso opposto e con

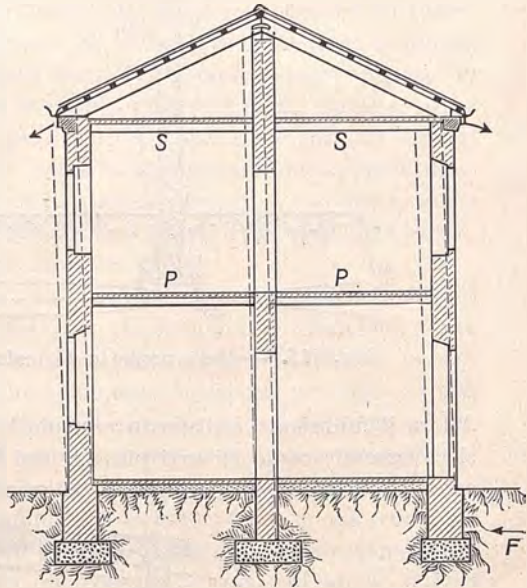


Fig. 114.

ampiezza di oscillazione diversa, sicchè il coperto, anche per effetto di inerzia, finirà per perdere o l'uno o l'altro dei suoi appoggi, od ambedue. Che cosa avverrà di una costruzione baraccata? Sebbene possa resistere meglio per effetto delle sue congiunzioni, queste, sottoposte a sforzi così vari e tumultuari a causa dei successivi e disordinati alzamenti e abbassamenti della costruzione, potranno cedere e sciogliersi, cosicchè le sue condizioni saranno uguali a quella della precedente.

Che cosa avverrà invece di una costruzione monolitica con fondazione unica? Essa oscillerà (fig. 116) come una nave sull'onda marina. Se la fondazione non fosse unica evidentemente i due muri esterni sarebbero ora innalzati ora abbassati, con tendenza all'avvicinamento o all'allontanamento in vetta, e quindi ne avverrebbero degli sforzi variabili di intensità e senso negli attacchi dei muri colla soletta superiore formante coperto, cosicchè potrebbero formarsi pericolose fenditure lungo gli attacchi medesimi.

In quanto al moto vorticoso prodotto da oscillazioni in senso normale od obliquo fra loro, ed anche da moto sussultorio, si comprende come a maggior ragione si debba adottare il monolitismo e la fondazione continua o unica. Resa la fabbrica come una

(1) CLÉMENT, *Effets des tremblements de terre sur les constructions en maçonnerie (Nouvelles Annales de la construction, 1867).*

vera scatola a scomparti, essa potrà girare sul piano di posa, essere sollevata od inclinata, senza sfasciarsi. Questo è, nella sua massima semplicità, il concetto che si deve seguire per le costruzioni *a prova di terremoto*.

Abbiamo sempre supposto che la sezione minore trasversale del fabbricato fosse normale alla ondulazione, ossia alla direzione dell'urto. Potrebbe accadere il caso inverso.

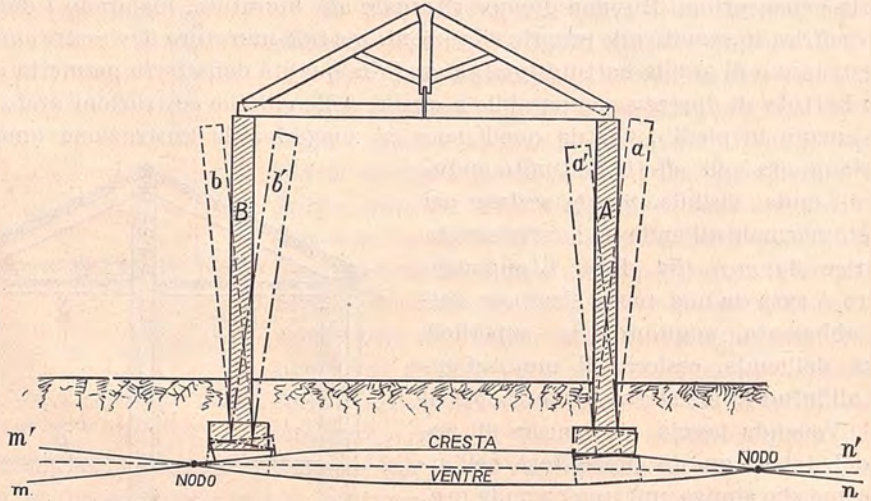


Fig. 115. — Moto prodotto da onde visibili su costruzione non monolitica.

Allora il fabbricato è disposto secondo la sua lunghezza nel senso della ondulazione: si comprende come gli urti più dannosi li ricevono i muri trasversali interni; i muri esterni più lunghi oscilleranno, mantenendosi paralleli e quindi è possibile che coperto

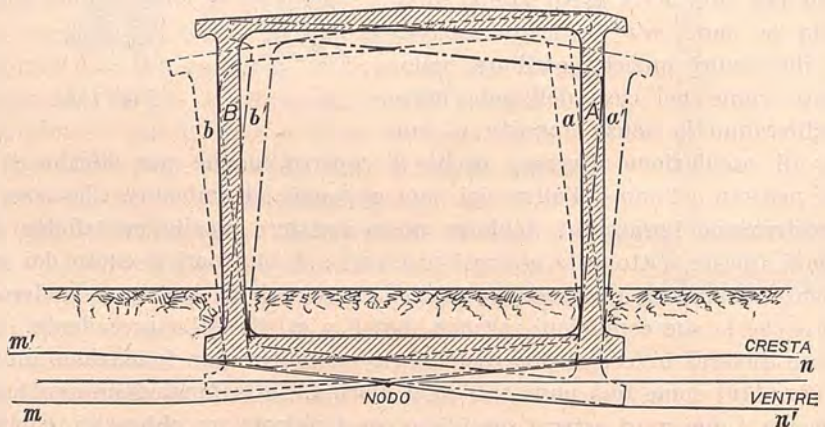


Fig. 116. — Moto ondulatorio di una costruzione monolitica per effetto di onde visibili.

e solai rimangano sui loro appoggi, se questi sono sui muri esterni. Detti muri subiranno soltanto gli effetti del passaggio dell'onda sotto di essi, si fenderanno verticalmente nei punti di minor resistenza, cioè in corrispondenza delle aperture ecc. Ciò sempre che non siano monolitici. Se poi la fondazione è unica, o per lo meno reticolata, come diremo più innanzi, allora la fabbrica oscillerà tutta di un pezzo: quindi si avranno a temere minori danni di quando è disposta in senso normale all'onda. Al senso della propagazione del moto si dà appunto molta importanza circa la orientazione

delle fabbriche, tanto che si è consigliato di disporle diagonalmente per rispetto al senso della ondulazione, affinchè tutte le fronti subiscano uguale effetto. Se è però utile avere lati di uguale resistenza, è altresì evidente che colla disposizione diagonale, per due lati almeno, tale resistenza è minore di quella che avrebbero se fossero disposti nel senso del moto: onde il consiglio non ha valore assoluto, e tanto meno ne ha quando il fabbricato non è di pianta quadrata.

La questione dell'orientazione dei fabbricati è diffusamente trattata dal Favaro (1) che scrive: « Sulla importanza di cosiffatte identificazioni non si potrà mai abbastanza insistere, perchè appunto sopra di esse si fonda il criterio per la orientazione degli edifici, affinchè nel miglior modo possibile resistano agli insulti del terremoto. Se infatti in prossimità alle fratture del suolo i maggiori terremoti ondulatori seguono costantemente una identica direzione, si comprende come gli edifici che si trovano in queste località, frequentemente soggette a convulsioni sismiche, possano essere disposti in modo da presentarsi alla direzione costante di scuotimento nel senso nel quale possono offrire la massima solidità; e come ancora nei particolari di costruzione possano seguirsi certi criteri, i quali permettano di opporre la massima resistenza contro quella direzione nella quale sappiamo avvenire, se non tutti, almeno i maggiori terremoti, tanto più temibili, perchè appunto il segreto dei tremendi loro effetti sugli edifici sta in ciò, che li battono costantemente nella medesima direzione ».

Se dunque per una zona sismica si conosce la direzione predominante del moto, si orienteranno i fabbricati in quella direzione: tuttavia questo non è un criterio assoluto perchè la direzione può variare da una volta all'altra, ed anche perchè quando le case sono monolitiche, resistono altrettanto bene in qualunque posizione, per rispetto alla direzione del moto. Si deve poi anche ricordare il fatto che alle onde longitudinali susseguono onde ad esse normali di intensità assai ragguardevole, benchè minore.

Riguardo alla specie del fabbricato noteremo che se le case isolate presentano dei vantaggi per la loro piccola massa, quelle addossate formanti una massa rilevante non offrono svantaggi, quando siano costruite convenientemente. Se esse sono sopra una linea normale al moto, si muoveranno come una casa unica isolata di uguale sezione trasversale: se saranno allineate secondo la direzione del moto, allora bisognerà badare che la prima e l'ultima siano così costruite e speronate da poter resistere all'urto iniziale e a quello trasmesso dalle case intermedie, all'ultima casa. Basta ricordare l'esperimento delle palle sospese allineate, che senza muoversi trasmettono l'urto che ricevono da una palla di estremità a quella dell'estremo opposto, sollevandola di tanto di quanto l'altra era caduta. Una importante osservazione si deve poi fare riguardo alle case allineate: cioè, che esse dovranno presentare uguale altezza e uguale larghezza, affine di impedire che sotto l'urto si stacchino le porzioni più alte o le più sporgenti. Le case più alte delle vicine, e più facili a ruinare, nella loro caduta fecero ruinare anche le più basse, le quali forse avrebbero resistito.

Le fabbriche a un solo piano fuori terra sono certamente le più sicure, perchè a uno stesso angolo di oscillazione corrisponde per una casa bassa un'ampiezza di sventamento delle sommità molto minore che per una casa alta, appunto perchè sono i piani più alti che risentono maggiore oscillazione. Quando però la fabbrica sia monolitica e costruita secondo le prescrizioni, potrà essere anche a più piani, in relazione alla altezza dei piani stessi e allo sviluppo planimetrico della fabbrica. Si comprende facilmente che una fabbrica di piccola base, a tre piani ad es., sarà in condizioni di stabilità inferiori di quella che con uguale altezza avrà base doppia, tripla, ecc.

(1) Cfr. *Atti dell'Istituto Veneto di Scienze Lettere e Arti*, Venezia, Tomo II, Serie VI.

Se le fabbriche appoggiano su roccia, si potrà anche adottare il sistema di fondazione slegato e indipendente: se invece appoggiano su strato potente di terreno alluvionale, o altro simile, allora è indispensabile che la fondazione sia continua, ossia a platea generale, o per lo meno reticolata. Sulla questione della fondazione dei fabbricati non si era fermata abbastanza l'attenzione, tantochè noi scrivevamo nel *Monitore Tecnico*, dopo il terremoto calabrese del 1905, che la fondazione dev'essere unica per tutta la fabbrica, cioè una grande platea, appunto perchè avevamo notato che nei progetti per i villaggi da costruirsi in Calabria per opera dei vari Comitati allora sorti, la questione della fondazione era trascurata.

Su questo punto però le opinioni sono alquanto divise: chi vorrebbe fondazioni profonde, perchè è noto che i movimenti sismici sono tanto meno sensibili quanto più si scende nel terreno (1): chi le vorrebbe invece superficiali per diminuire l'altezza delle parti incastrate nel terreno e quindi l'effetto degli urti: chi le vorrebbe indipendenti dal terreno circostante (2), oppure appoggiate su sfere o su rulli a doppio movimento, oppure anche sospese (!) come ebbe a proporre l'ing. G. Fusco nel 1884. Per conto nostro osserviamo che per trovare una piccola intensità di moto si dovrebbe approfondirsi troppo e bisognerebbe poi anche che i muri interrati dal piano di fondazione al suolo fossero isolati dal terreno, ciò che non è cosa facile da ottenere. Considerando quindi che anche a una grande profondità, ammissibile però per rispetto alla possibilità costruttiva e alla economia, il moto sarebbe sempre forte; e considerato ancora che la fondazione mobile non è pratica, a meno che si tratti di piccole costruzioni, ci pare assai più conveniente attenersi al sistema di platea generale interrata di poco. Si presenta poi la questione se tale platea dev'essere piana o convessa, e colla convessità in basso per seguire la forma dell'ondulazione. Se si considera la lunghezza grandissima dell'onda superficiale, la forma di questa può ritenersi piana: perciò è soltanto nel caso dell'onda visibile di breve lunghezza che si potrebbe adottare la fondazione convessa: ma anche in questo caso si osserva che la larghezza di un fabbricato è assai difficile che sia uguale alla lunghezza d'onda e d'altra parte se anche ciò fosse a che cosa può giovare la convessità dal momento che sotto la fabbrica si presenta pure la cresta dell'onda per cui la fondazione dovrebbe essere concava? In tutti i casi adunque conviene la fondazione piana.

I muri di elevazione devono poi essere solidali colle fondamenta, come del resto abbiamo già visto: ricordando il fenomeno del rinculo di un oggetto posato sopra un altro che venga urtato, ossia del moto inverso dell'oggetto a quello della direzione dell'urto, non è il caso di dimostrare che la indipendenza dei muri di elevazione dalle fondamenta è assai pericolosa, specialmente quando il moto diventa vorticoso. Sarà dunque da seguire il concetto del robusto collegamento dei muri colla suola, o platea, di fondazione, collegamento, che non dovrà farsi ad angolo retto, ma mediante raccordi, per questa ragione. Quando l'urto avviene secondo la direzione F (fig. 117), i muri o pilastri verticali tenderanno a staccarsi lungo la linea $m n$, e a causa dell'oscillazione che assumono i muri stessi, prima si distenderanno le faccie a e si comprimeranno

(1) Nelle miniere profonde non sono neppure avvertiti.

(2) Il FAVARO, nel suo studio sui *Mezzi usati dagli antichi per attenuare le disastrose conseguenze dei terremoti*, dice che essi praticavano pozzi profondi nelle località soggette ai terremoti per averne effetto benefico simile a quello delle grandi caverne. Soggiunge che il territorio di Alba essendo stato soggetto a ripetute scosse di terremoto, nel periodo dal 28 gennaio al 20 aprile 1771, fu mandato sul luogo il P. Beccaria, celebre fisico e professore nell'Università di Torino e, narra la tradizione, che avendo egli fatto scavare nell'interno della città e nel circondario pozzi profondi, il fenomeno, secondo taluni, diminuì d'intensità, secondo altri, scomparve affatto.

le b , poi si verificherebbero sforzi inversi, cioè a saranno compresse e b distese. Ora è evidente che se la faccia a fosse collegata al piano mn ad angolo retto, la forza urtante producente la tensione t farebbe bruscamente stirare a , che tenderebbe a staccarsi da mn ; se invece a è collegata in curva con mn , la forza urtante si attutirà lungo la curva e quindi avrà luogo bensì la oscillazione del muro, ma la tensione in a si farà gradatamente, per così dire, e sarà quindi evitato lo strappo, anche indipendentemente dalla considerazione che il raccordo aumenta la sezione di attacco, rendendola più resistente. Lo stesso si dice per lo sforzo di compressione in b , il quale attutendosi lungo la curva non può più premere sulla suola di fondazione con tale forza da provocarne la rottura.

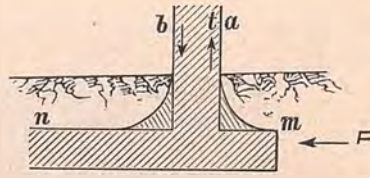
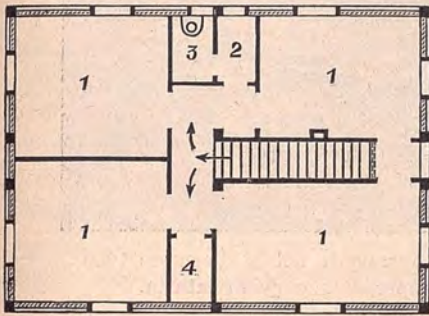


Fig. 117.

Muro raccordato colla fondazione.

e) Pianta del 1° piano.



1, Stanze. - 2, Anticesso. - 3, Cesso.
4, Ripostiglio.

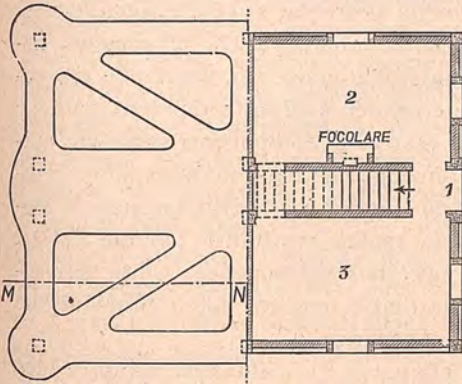
Il calcestruzzo cementizio armato è il miglior materiale che si conosca per costruire case monolitiche, indeformabili, elastiche, quali si richiedono nei paesi soggetti a terremoti, e che presenta anche il vantaggio di essere indistruttibile e incombustibile. Esso poi, mentre offre una resistenza quale nessun altro sistema costruttivo può offrire, richiede, per tutte le membrature di un organismo costruttivo, dimensioni molto minori di quelle occorrenti per costruzioni di muratura, e quindi in confronto di queste può riuscire anche più economico. Di più le unioni fra le varie membrature risultanti dall'incrocio delle armature metalliche contenute nella massa di calcestruzzo, nè possono

a) Mezza pianta fondazioni.

b) Mezza pianta pianterreno.

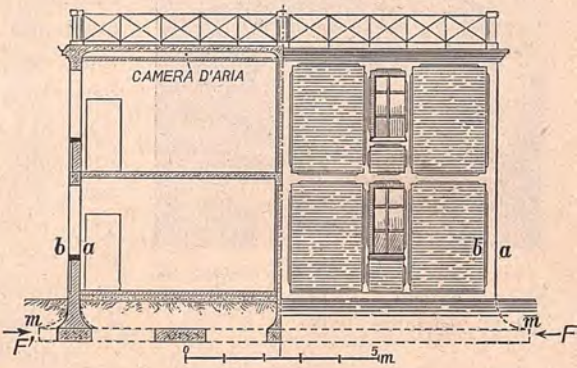
c) Sezione M.N.

d) Mezza facciata.



1, Ingresso. - 2, Cucina. - 3, Stanza da pranzo.

Fig. 118 a...e. - Casa di struttura monolitica di calcestruzzo cementizio armato.



— Pietra artificiale.
 Calcestruzzo cementizio armato.
 Muratura di mattoni sezionata.
 " " a paramento visto.

allentarsi, nè deformarsi, nè rompersi come avverrebbe per quelle delle costruzioni baraccate di legno, o per quelle ad ossatura metallica. Sono però da respingere le strutture pseudo-armate, cioè a blocchi indipendenti infilati su ferri, poichè i blocchi

sotto l'azione di urti, contraccolpi, rinculi, si possono staccare l'uno dall'altro, torcendo la interna armatura, la quale, in tale sistema, ha una funzione ben diversa da quella delle armature metalliche nelle costruzioni di calcestruzzo cementizio armato.



Fig. 119. — Chiesa di S. M. Arena, in Messina (terremoto del 28 dicembre 1908).
Le facciate abbattute lasciano le stanze allo scoperto. La cupola è intatta.

Tutti i tecnici ormai sono concordi nell'affermare essere tale sistema costruttivo il più adatto per le costruzioni contro i terremoti, e nei recenti terremoti se ne è avuta la prova come già si disse per San Francisco. È però da osservare che non basta costruire



Fig. 120. — Abside del Duomo di Reggio rimasta intatta nel terremoto del 28 dicembre 1908.

di cemento armato soltanto i solai e il coperto, perchè quando i muri portanti sono di muratura comune, la rovina potrebbe avvenire ugualmente. Qualcuno potrebbe obiettare che il cemento armato non è materiale omogeneo, ma si può rispondere esser l'eterogeneità soltanto apparente, poichè quando i due materiali componenti sono ben calcolati per la funzione che ognuno di essi deve compiere, e quando il getto è eseguito secondo le dovute norme, la massa risultante assume tutti i caratteri di una massa omogenea, tanto per riguardo alla elasticità, quanto alle vibrazioni che vi si possono ingenerare.

Nelle fig. 118 *a, b, c, d, e*, abbiamo appunto rappresentato una casa formata con pilastri, piattabande, solai, coperto, fondazione, di calcestruzzo armato: l'ossatura costituisce una gabbia e i riempimenti delle maglie possono farsi con muratura di mattoni, o con lastre di calcestruzzo, ecc. La fondazione è a platea reticolata: sotto a ogni pilastro essa è convenientemente allargata e raccordata, come si è detto, col pilastro: di più gli angoli sono riuniti colla parte centrale mediante diagonali, così da triangolare la platea e renderla quindi indeformabile. Noteremo che anche le aperture sono contornate da pilastrini di calcestruzzo

armato, ciò che serve a diminuire la portata della piattabanda di ciascuna maglia e a dividere in due porzioni la maglia stessa a vantaggio della stabilità del riempimento.

Si è osservato che le absidi delle Chiese (fig. 119, 120) e altre costruzioni circolari, come ad esempio il serbatoio d'acqua della stazione ferroviaria di Rocchetta S. Antonio (fig. 121), e anche certe cupole non sono ruinate neppure nei forti terremoti e nonostante forme inadatte per rispetto al moto sismico, come appunto nel predetto serbatoio, la cui parte più pesante è in alto e non in basso; perciò qualcuno ha proposto di formare le case coi locali circolari a contatto l'uno coll'altro. Non crediamo che ciò possa offrire una assoluta garanzia di sicurezza, poichè nei punti di contatto avverrebbero certamente urti pericolosi: la garanzia esiste realmente quando la costruzione sia circolare, ma isolata, e contenga internamente tutti i vari locali. Si può però sfruttare tale preziosa qualità, costruendo le case come indichiamo colle fig. 122 *a, b*. La fabbrica è costituita da una parete curva continua di calcestruzzo armato, solidamente collegata colla fondazione piana, pure di calcestruzzo armato. Su tale parete nessun'azione dovuta a urti o ad oscillazioni può cagionare danno, ancorchè essa sia relativamente sottile: il vuoto fra parete e fondazione può essere diviso con due o più piani, nel qual caso la parete avrà la parte inferiore di curvatura poco sensibile, anzi quasi verticale. La struttura è quindi paragonabile a quella di un tratto di galleria, o di tubo chiuso alle estremità, poichè anche la fondazione, per maggior stabilità, potrebbe farsi arcuata nella sua faccia superiore. Certamente i locali non riuscirebbero come gli ordinari, ma

non per questo potranno essere meno comodi; d'altra parte è pur giusto che alla estetica, o ad una certa comodità, si anteponga la sicurezza della vita. Se poi si temesse che le pareti di testa fossero danneggiate, perchè normali alla direzione del moto, si potrebbero incurvare raccordandole colla copertura curva: e se un simil genere di fabbrica si facesse a pianta circolare od ellittica, si verrebbe ad avere una struttura cupolare, tale cioè da presentare la massima resistenza.

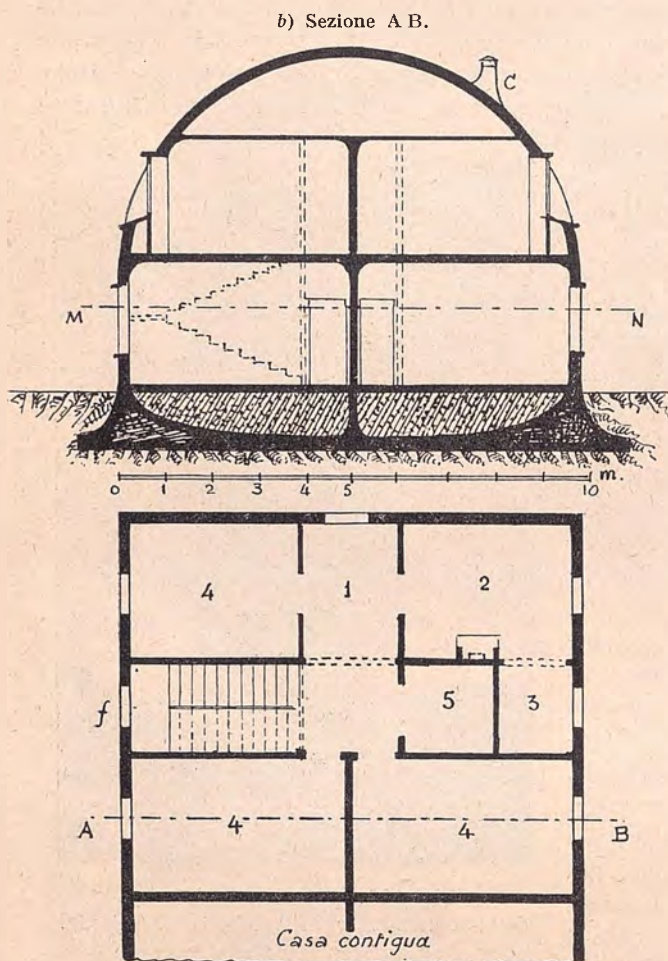
Una costruzione così fatta può certamente sfidare qualunque movimento sismico di direzione qualsiasi, purchè naturalmente non si tratti di sprofondamenti o frane. Essa poi non presenta nessuna difficoltà costruttiva, giacchè anche l'armatura provvisoria per il getto si eseguisce facilmente, come quella di una volta comune o di un ponte.

Nella caduta delle case per effetto dei terremoti si è osservato il mortale danno prodotto dal rovinio di cornicioni, poggiaoli, attici ecc., che lanciati nelle strade per le ragioni dette, e precipitando insieme ad intiere facciate, seppellirono i fuggenti (fig. 123 e fig. 103, 104, 105). Da ciò le prescrizioni circa la struttura e i finimenti dei fabbricati, la necessità di portare quanto più basso sia possibile il baricentro della fabbrica, ossia



Fig. 121. — Serbatoio d'acqua della stazione ferr. di Rocchetta S. Antonio.

di tener leggera tutta la parte alta di essa (1), la necessità di strade larghe ecc. Orbene tutta la struttura curva da noi proposta soddisfa a dette preserizioni. Se anche la parte superiore della fabbrica, ciò che si può *a priori* escludere, dovesse sfasciarsi, precipiterebbe nell'interno, e nulla cadrebbe nelle strade. Siccome poi lo sfasciamento non sarebbe neppure immediato, sempre ammettendo che possa avvenire per difetto di costruzione, così gli abitanti avrebbero tempo di uscire nella strada, ove non correrebbero il pericolo di essere seppelliti dalle macerie delle case rovinanti. Perciò le strade offrirebbero un sicuro ricovero nè occorrerebbe di tenerle molto larghe, con non pochi vantaggi economici.



a) Pianterreno (Sezione M N).

Pianterreno: 1, Ingresso. - 2, Cucina. - 3, Acquaio. - 4, Stanze. - 5, Stanzetta per armadi o dispensa.

Primo piano: Sopra 2 e 4, stanze - sopra 1, stanzetta - sopra 3 e 5, bagno e cesso.

NB. - La finestra *f* della scala è soltanto al 1° piano.

Il camino *C* è di calcestruzzo incorporato colla volta, o di lamiera. Il riempimento tra fondazione e pavimento è fatto con terra e superiore strato di ghiaia o tutto di ghiaia, su cui appoggia il pavimento di calcestruzzo semplice.

Fig. 122 a, b.

Casa a due piani *a prova di terremoto*.

è pure notato che essi sono in generale rettilinei, di lunghezze notevoli, anche di chilometri, e di larghezza di $12 \div 15$ metri. Nel terremoto calabrese del 1873 ve ne furono della lunghezza di 13 chilometri e in quello della Nuova Zelanda del 1855

La salvezza si possa in tutti i casi trovare nelle strade non si può garantire: poichè certi terremoti sconvolgono talmente il suolo da produrvi profondi crepacci, sprofondamenti, ecc. La fig. 124 rappresenta appunto dei crepacci larghi perfino 15 metri formatisi durante il terremoto della California del 1906, e la fig. 125 la contorsione di rotaie avvenuta per effetto dello stesso terremoto, contorsione che si vide pure sulla ferrovia di Calcutta nel terremoto indiano del 1897, e nei terremoti di Charleston (1886), del Giappone centrale (1891), di Quettah (1892), del Bengala (1897). I crepacci sono generalmente paralleli, perciò si suppone che siano prodotti dalle creste delle onde superficiali, ciò che sarebbe confermato anche dal fatto osservato del loro alternativo aprirsi e chiudersi. In tal caso la distanza dei crepacci indicherebbe la lunghezza dell'onda sismica. Si

La salvezza si possa in tutti i casi trovare nelle strade non si può garantire: poichè certi terremoti sconvolgono talmente il suolo da produrvi profondi crepacci, sprofondamenti, ecc. La fig. 124 rappresenta appunto dei crepacci larghi perfino 15 metri formatisi durante il terremoto della California del 1906, e la fig. 125 la contorsione di rotaie avvenuta per effetto dello stesso terremoto, contorsione che si vide pure sulla ferrovia di Calcutta nel terremoto indiano del 1897, e nei terremoti di Charleston (1886), del Giappone centrale (1891), di Quettah (1892), del Bengala (1897). I crepacci sono generalmente paralleli, perciò si suppone che siano prodotti dalle creste delle onde superficiali, ciò che sarebbe confermato anche dal fatto osservato del loro alternativo aprirsi e chiudersi. In tal caso la distanza dei crepacci indicherebbe la lunghezza dell'onda sismica. Si

(1) Per materiale di coperta dei tetti a falde converrà ricorrere alle tegole di *eternit*, materiale leggero e resistente (v. pag. 30).



Fig. 123. — Reggio Calabria. Corso Garibaldi, dopo il terremoto del 28 dicembre 1908.

di chilometri 145. Grandiosi crepacci rettilinei si formarono nel terremoto indiano del 1897. Nel terremoto calabrese del 1783 si formarono dei crepacci di 1600 metri di lunghezza e profondi m. 45 ÷ 60. Le frane, o valanghe di rocce e di terra, a cui più sopra accennammo, prodotte da movimenti tellurici, specialmente sussultori, sono talvolta più disastrose che non il terremoto stesso: tali la frana avvenuta in Carinzia nel 1348 che seppellì 17 villaggi (1), e quella del terremoto calabrese del 1908, presso Scilla, ecc. Frane consimili avvengono pure sulle coste marine quali si videro nello stesso terremoto del 1908 a Messina.



Fig. 124. — Dislocazione di terreni alluvionali sui bordi della Riviera Salinas (California).

Veramente impressionante è lo sconvolgimento del terreno prodotti nel terremoto calabrese del 1783, riprodotto da Fleurian de Bellevue nello studio da lui pubblicato nel 1805 su tale catastrofe, e rappresentato nella fig. 126. Nel piano posteriore si vede il taglio verticale di circa 90 metri di altezza, di un pianoro molto esteso, piantato di olivi. Dinanzi vi sono tre enormi masse che facevano parte di detto pianoro ed erano una massa unica, ma questa fu frazionata e le frazioni, come colline, furono lanciate in un vasto burrone a un miglio circa di distanza. Quelle masse, diversamente inclinate,

(1) DE MARCHI L. (v. *Bibliografia*).

formano coll'orizzonte angoli di $25 \div 40$ gradi: in esse si riscontrano gli strati corrispondenti a quelli del pianoro, e si vedono gli alberi che rimasero intatti durante il fenomeno.



Fig. 125. — Curvatura della strada ferrata fra Los Gatos e Santa-Cruz.

Passiamo ora al problema della scelta del luogo ove costruire. Esso è ormai si può dire risolto, in virtù della esperienza fatta, pur troppo dolorosa, dalle osservazioni di scienziati, di commissioni e di singoli. Riassumeremo brevemente le norme che si devono seguire.

Prima di tutto si è osservato che si mostrarono resistenti i fabbricati poggiati sulla roccia compatta e continua e tanto più resistenti quelli fondati su rocce antiche (come graniti e gneiss). La fig. 127 rappresenta appunto come resistette bene durante il terremoto di S. Francisco

del 1906 un grattacielo (però non così alto come quelli che si fanno ora) perchè posato su roccia solida, mentre gli altri fabbricati ruinarono

Un esempio tipico invece di ruina di edificio su terreno alluvionale poco coerente, benchè distante dall'area di scotimento, è fornito dalla *Stanford University* nella Contea

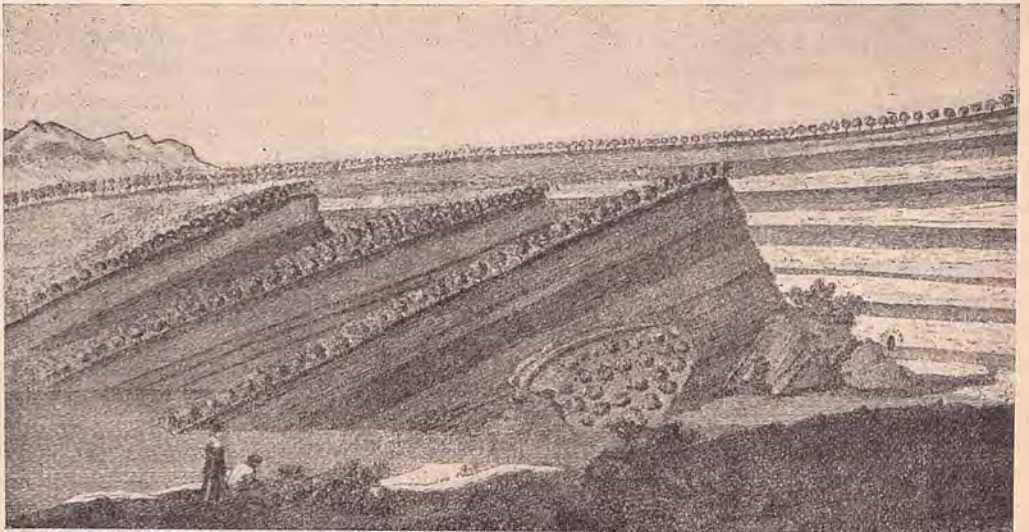


Fig. 126. — Effetti del terremoto del 1783, presso Settizzano in Calabria.

di Sanmatces (California). Tutti i fabbricati di tale Università, comprese una sessantina di case di abitazione per i professori, fondati sul detto terreno, non soltanto ebbero rovesciati i piani superiori ma anche i piani terreni subirono notevoli dislocamenti, colla caduta di capitelli, arcate, ecc. Così caddero le numerose statue di marmo e di bronzo che ornavano l'edificio principale e i suoi giardini, e furono anche lanciate a notevole distanza dalla loro base, come si vede dalla fig. 128. Rovinarono pure i fabbricati esistenti su terreno sciolto, alluvionale o di riporto, di poca grossezza sovrastante a roccia, abbenchè antica. Per essi si avverò lo stesso fenomeno che avviene quando si

fa vibrare una lastra ricoperta con leggero strato di sabbia: questa saltella e si sposta, abbandonando le parti vibranti o *ventri* e accumulandosi lungo le *linee nodali*. È per questo che a Lisbona e nelle Calabrie le rovine furono così gravi: dette città giacciono su strato di terreno sottile sovrapposto a roccia. Se invece lo strato di sabbia sulla lastra vibrante è grosso, allora il fenomeno non si produce, o è poco sensibile. Per questa ragione resistono i fabbricati posati su potenti strati alluvionali. Così è per Venezia e per gran parte del Veneto, come pure per Milano, Torino, ecc., e in generale per tutta la valle padana.

Le fabbriche innalzate sul pendio di colline, e particolarmente ove la stratificazione è inclinata, o dove il terreno è franoso, non resistono a un movimento tellurico benché poco intenso. Così



Fig. 127.

Effetti del terremoto di S. Francisco del 1906.



Fig. 128. — Caduta della statua d'Agassiz nella grande sala della Residenza dell'Università di Stanford.

pure sono da abbandonare i colli isolati, poichè l'onda sismica percorrente la pianura, urtando contro l'ostacolo formato dal colle prominente, fa sì che questo imprima una violenta scossa ai fabbricati che vi sorgono sopra, contro la quale mal resistono anche quelli solidamente costruiti. Il Mallet ha pure notato che quando un'onda passa bruscamente da un suolo avente limitata elasticità, come ad esempio l'argilla, a un altro terreno di elasticità elevata, come il suolo granitico e trachitico, essa si riflette e si rifrange, cambiando di velocità e di direzione. La parte riflessa è respinta in direzione opposta alla primitiva, cagionando il *contraecolpo* altrettanto dannoso quanto l'onda sismica che lo produce.

Si dovrà evitare di costruire presso il limite fra terreni sciolti e rocciosi a grossa stratificazione, procurando di restarne quanto più è possibile discosti, e tanto meno di costruire a cavalcioni di detto limite.

L'Uzielli (1) cita buon numero di terremoti per mostrare la relazione fra gli effetti loro e la costituzione geologica del terreno e conclude col dire: « che peggior cosa si è di avere uno strato sottile di materiale disgregato su roccia dura ». Anche il Favaro

trattando delle *Norme di costruzione per aumentare la resistenza degli edifici contro il terremoto* (2) viene alla stessa conclusione.

(1) Cfr. G. UZIELLI, *Le commozioni telluriche e il terremoto del 23 febbraio 1887*.

(2) Cfr. *Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere e Arti*, Venezia, Tomo II, Serie VI, 1883-84.

Un'altra avvertenza da tenersi in conto è quella di non costruire sulle coste ove siavi la possibilità di *maremoti*, i quali possono produrre danni ancora maggiori di quelli del terremoto.

Si dovrà anche osservare la direzione degli strati; stare lontani dai luoghi in cui abbondano sorgenti termali o di acque molto cariche di sostanze minerali; insomma da quei luoghi pei quali siavi il dubbio che in seguito alla trasformazione degli strati più o meno profondi, possano un giorno avverarsi scoscendimenti, così da produrre scosse gravissime, benchè di limitata estensione.

Potrebbe darsi che anche nelle zone pericolose si riscontrino delle plaghe abbastanza stabili, ed allora sarà il caso di vedere se gli edifici sopra esse esistenti, rimasti poco

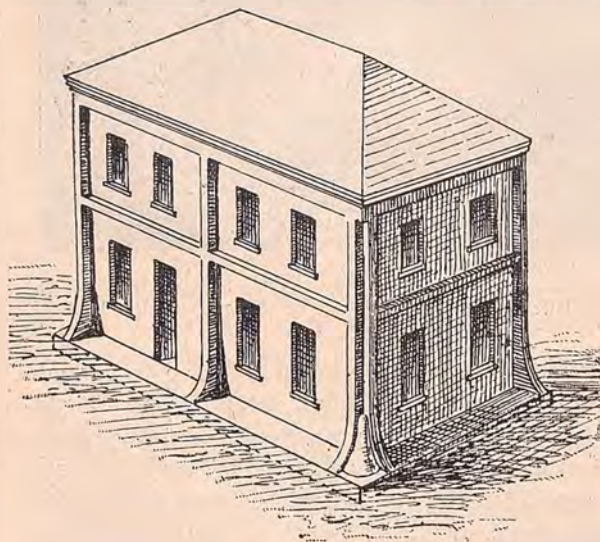


Fig. 129. — Consolidamento di una casa mediante fasciatura di calcestruzzo cementizio armato.

danneggiati, siano da conservarsi. A priori si deve supporre che la loro maggior resistenza provenga dal fatto che le loro fondazioni riposino su roccia o su grosso strato alluvionale; se questo è confermato dall'esame, se le loro fondazioni si rivelano in buon stato e le lesioni che presentano non sono gravissime, si potrà procedere al consolidamento, che consisterà in una opportuna e robusta fasciatura esterna, mediante nervature verticali ed orizzontali, saldamente collegate fra loro.

Tale sistema ha dato buoni risultati in occasione del terremoto del 1851 a Mascara, ove un braccio dell'Ospedale di Beglick, antica costruzione moresca, nella quale la calce della muratura erasi polverizzata, resistè benissimo, perchè era stato consoli-

dato mediante fasciature di travi di legno collegati da chivarde: il braccio sud-ovest invece, che sembrando abbastanza in buon stato, non fu consolidato, ruinò completamente. Del resto è noto che tutti consigliano le costruzioni intelaiate, o con muri allacciati da chiavi, tiranti di ferro e simili. È cosa, si può dire, intuitiva.

Però per tali fasciature non conviene usare nè legno nè ferro: il primo deperisce abbastanza rapidamente e i suoi collegamenti si allentano col tempo: il secondo è pure deperibile, a causa della ruggine di cui soffrono anche le unioni, che perdono la loro efficacia: oltre a ciò il ferro non serve bene allo scopo se non quando assume considerevoli dimensioni, ciò che lo rende inapplicabile per il grande costo. D'altra parte tali materiali non si prestano a dare alle membrature di consolidamento la forma più adatta; perciò per esse converrà ricorrere al calcestruzzo cementizio armato, come si vede dall'esempio rappresentato nella fig. 129. Agli angoli della casa lesionata si addossano pilastri, o speroni, a forma curva verso la base (parabolica), i quali all'altezza del primo piano e della gronda sono collegati da nervature orizzontali. Il piede dei pilastri appoggia sopra una platea che circonda la fondazione della casa, colla quale non sarà difficile di collegarla in più punti. Tale ossatura a gabbia sarà indistruttibile ed essendo monolitica offrirà nelle giunzioni una costante e massima resistenza, e anche la necessaria elasticità. Se il fabbricato fosse di maggiori dimensioni, si intercaleranno altre nervature verticali fra quelle d'angolo e altre orizzontali, soprattutto in corrispon-

denza di ogni solaio. Se però questo sistema può dare garanzia di sicurezza, non deve essere applicato se non quando il costo della sua attuazione sia inferiore a quello della ricostruzione con sistema *a prova di terremoto*, oppure quando ragioni di storia, di arte e di archeologia obblighino alla conservazione dell'edificio. In tal caso si incontreranno forse gravi difficoltà estetiche, ma col sussidio della tecnica moderna si potranno superare, pur rispettando il concetto dell'ingabbiamento.

Fin qui ci siamo occupati principalmente delle case, ma il costruttore deve pure preoccuparsi di tutte le altre specie di fabbricati e di costruzioni che occorrono nelle città e nelle borgate o villaggi. Naturalmente tutti gli edifici pubblici sono da considerare alla stregua delle case di abitazione: tali le scuole, gli ospedali, i municipi, ecc. Riguardo alle chiese è da notare che si mostrarono più resistenti i campanili isolati, che non quelli incorporati colla chiesa; del resto ciò è intuitivo, poichè non potendo il campanile in questo caso oscillare dalla vetta alla base, ancorchè costruito in modo da offrire la opportuna elasticità, e oscillando con ritmo diverso da quello con cui la massa della chiesa si muove alternativamente, si spezza nel punto in cui comincia ad essere incor-



Fig. 130. — Effetti del terremoto del 13 gennaio 1915 a Cerchio.

porato. Un curioso esempio di sfasciamento di campanile è fornito dalla fig. 130.

Sulla necessità di isolamento dei campanili abbiamo già tenuto parola nel paragrafo precedente. In condizioni simili ai campanili sono le torri isolate o incorporate, e i camini industriali. Questi di apparenza tanto fragile, se sono ben ancorati nelle fondazioni e costruiti con cura, specialmente con calcestruzzo cementizio armato così da formare una massa monolitica, oscilleranno come antenne, senza ruinare, ancorchè si screpolino o si fendano a diverse altezze e alcune parti si spostino rotando di qualche poco su loro stesse. Però si devono assolutamente abolire i pesanti coronamenti, che favorirebbero, per quanto già si disse, la caduta. Anche i fari per la loro altezza possono essere danneggiati da terremoti e maremoti, ma la loro accurata

costruzione e la forma parabolica che si usa dare alla loro sezione verticale, impartiscono ad essi una ottima resistenza. I ponti sono pure soggetti a gravi disordini e a caduta, e la loro costruzione forma appunto oggetto di grande studio nel Giappone.



Fig. 131.

Affondamento del ponte di legno di Rivajima (terremoto giapponese del 28 agosto 1891).

La fig. 131 rappresenta lo sfasciamento di un ponte a Rivajima durante il terremoto giapponese del 1891. I Giapponesi non soltanto cercano i mezzi adatti per rimediare agli effetti dei grandi sismi, ma hanno ottenuto risultati interessanti, anche nei paesi stabili, collo studio delle vibrazioni e delle deformazioni, o *deflessioni*, dei ponti metallici, sotto l'azione del passaggio di treni rapidi.

Con specialissima cura si dovranno progettare e costruire le dighe di sbarramento. Come abbiamo già osservato, resistè benissimo la diga di Crystal Springs, formata con blocchi di calcestruzzo immorsati gli uni cogli altri (fig. 132). Nelle circostanze più sfavorevoli, una diga eseguita colla massima cura potrà resistere ai più violenti terremoti. È tanto vero che la falda sismica spostò di circa 3 metri la diga del serbatoio di San Andres senza fenderla, mentre disorganizzò tutto il terreno circostante.

Un'altra importante osservazione è quella relativa alle condutture sotterranee per acquedotti, per energia elettrica, per gas-luce o altri gas infiammabili, e perfino per i cavi sottomarini. Durante il già citato terremoto di S. Francisco danni gravi ebbero a subire le condotte di acqua, cosicchè l'incendio che si sviluppò dopo il terremoto, non sarebbe stato tanto disastroso se non fosse mancata l'acqua. Da ciò la proposta di una doppia canalizzazione, l'una per gli usi domestici, l'altra con acqua pompata dal mare per il servizio d'incendio. Del resto una canalizzazione doppia o multipla anche per l'acqua potabile sarebbe sempre conveniente, poichè una, od alcune, potrebbero rimanere intatte.

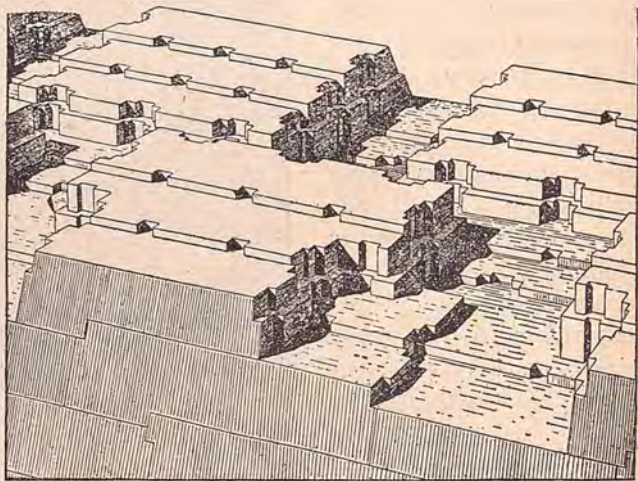


Fig. 132. — Veduta della diga della Crystal Springs in costruzione, dimostrante l'agganciamento fra i vari blocchi di calcestruzzo.

Da quanto sopra è stato esposto si deduce che le fabbriche resistono ai terremoti quando:

- 1° abbiano struttura omogenea, monolitica, elastica e indeformabile;
- 2° non siano costruite soltanto con legname, ma a questo sia affidata soltanto a funzione resistente;
- 3° siano fondate su terreni adatti, quali furono sopra indicati;

4° la loro fondazione sia in tutti i casi a platea continua, abbiano poca altezza e le loro parti superiori siano leggere, così da portare più in basso che sia possibile il baricentro dell'intera massa;

5° abbiano possibilmente forma curva, tanto per le pareti esterne quanto per il coperto, come fu detto, e siano prive di elementi pesanti e sporgenti, oppure così leggeri e ancorati da non essere proiettati fuori dalle murature;

6° siano evitate le spinte di archi, vòlte, travi di solai e del tetto sopra i muri portanti esterni e interni;

7° siano interamente costruite di calcestruzzo cementizio armato in modo da formare un tutto unico tra fondazione, solai e coperto, e le eventuali cornici, incorniciature di aperture, poggiuoli o altre sporgenze di qualunque genere, siano pure di cemento armato e facciano corpo con tutto il resto.

Le costruzioni esistenti danneggiate e che all'esame mostrino debolezze tali nella loro costituzione, da non garantire che per effetto di un altro terremoto possano resistere, oppure anche perchè sorgono su terreno inadatto:

1° si dovranno assolutamente demolire:

2° si consolideranno con ingabbatura di calcestruzzo cementizio armato quelle che dopo l'accurato esame delle loro condizioni si ritiene possano opporre, dopo il restauro, un'efficace resistenza contro qualsiasi specie di moto del terreno.

Per progettare le costruzioni nuove e per il restauro delle esistenti si dovrà attenersi alle norme emanate dal Governo (1) e potranno servire i calcoli contenuti nelle relazioni delle varie Commissioni incaricate dello studio del delicato argomento, nonchè le apposite pubblicazioni (2). Nella bibliografia che chiude questo capitolo sono elencate le più note pubblicazioni a cui si potrà ricorrere per avere notizia dei terremoti avvenuti e un'ampia cognizione sulla origine dei sismi, dei loro effetti e della edilizia sismica.

C. — SICUREZZA CONTRO I FURTI.

Qui consideriamo soltanto il furto mediante scasso, il quale può essere effettuato sulle imposte e inferriate di sicurezza delle finestre, sui cancelli di chiusura di porte, sulle imposte delle porte stesse, e sugli apparecchi di chiusura di finestre e porte, siano essi o non di sicurezza. Dai capitoli ove trattammo delle chiusure tanto di

(1) Legge 6 gennaio 1931-IX, n. 92, che conferma e modifica il regio decreto-legge 3 agosto 1930-VIII, n. 682, e sostituisce i decreti reali 13 marzo 1927, n. 431, e 23 giugno 1927, n. 1529.

La suddetta legge contiene una parte generale, riferibile a tutto il territorio nazionale, ed una particolare relativa alle zone soggette a terremoto. Le località sismiche sono divise in due categorie: I e II, di cui la prima comprende i comuni maggiormente provati da terremoti, la seconda quelli meno gravemente provati e di ciascuna categoria è dato un elenco.

(2) DANUSSO Ing. A., *Sulla statica delle costruzioni asismiche* (Estratto dai rendiconti del Seminario matematico e fisico di Milano, vol. II, 1928-VI); ID., *Notizie sull'impiego della matematica negli ordinari problemi di scienza delle costruzioni* (Estratto dai rendiconti del Seminario matematico e fisico di Milano, vol. I, 1927-V). — *Relazione della Commissione incaricata di studiare e proporre norme edilizie obbligatorie per i Comuni colpiti dal terremoto del 28 dicembre 1908 e altri anteriori*, Roma, 1909. — *Seconda relazione della Commissione incaricata di rivedere le norme edilizie obbligatorie per i Comuni colpiti dal terremoto del 28 dicembre 1908. — Istruzioni ed esempi per i calcoli di stabilità delle costruzioni esposte alle azioni sismiche*, Roma, 1922. — *Esempi di calcolo di edifici a tre piani nelle regioni sismiche* (Comitato speciale per le costruzioni nei paesi colpiti dal terremoto), Roma, 1921. — MONTEL Ing. ALFREDO, *Le case nelle regioni sismiche e la scienza delle costruzioni*, Torino, Lattes, 1910. — ALFANI P. G., *I terremoti e le case*, Firenze, 1905. — ALFANO Prof. G. B., *Sismologia moderna*, Milano, Hoepli, 1910.

legname quanto metalliche, delle serrature, delle inferriate e anche di congegni di sicurezza, si può già dedurre come si debba provvedere per rendere più difficile e laboriosa un'operazione di scasso: diciamo più difficile perchè l'abilità e l'astuzia dei ladri sanno vincere qualunque resistenza e qualunque mezzo escogitato per la sicurezza. Nel capitolo relativo agli stabilimenti carcerari, si è pure accennato alle inferriate per

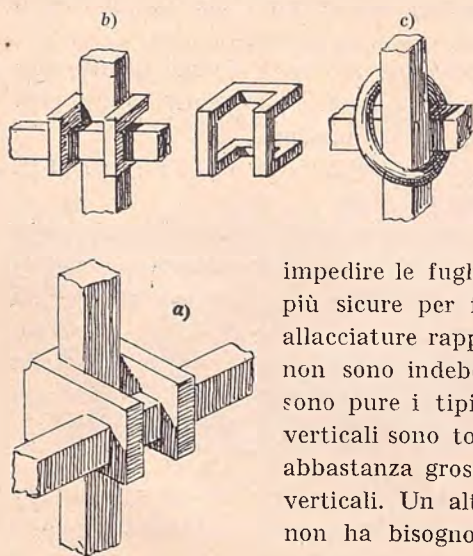


Fig. 133 *a, b, c.*
Sistemi di congiunzione
delle sbarre per inferriate, senza forature.

impedire le fughe. Qui aggiungeremo che una fra le maniere più sicure per formare un'inferriata a scacchi è quella delle allacciature rappresentate nelle fig. 133 *a, b, c*, poichè le sbarre non sono indebolite da fori come solitamente vien fatto. Solidi sono pure i tipi indicati dalle fig. 134 *a, b*, in cui le sbarre verticali sono tonde o quadre, e le orizzontali formate da lame abbastanza grosse, chiodate insieme e che circondano le sbarre verticali. Un altro sistema che non indebolisce le sbarre e che non ha bisogno di chiodature, ma di lavoro più laborioso, è quello rappresentato nella fig. 135. Per impedire lo strappo della inferriata si immurano tutte le sbarre, oppure la inferriata è formata da un robusto telaio della dimensione del foro da chiudere e dalle sbarre infilate nei rispettivi fori del telaio e ribattute posteriormente ad esso. Il telaio è poi fissato al muro

mediante arpioncini *p* (fig. 136) a testa accecata o mediante robuste staffe *g*, le quali devono essere fissate sulla lama del telaio per mezzo di chiodi o di viti a testa pure accecata. Per maggior garanzia si può anche chiodare l'ala di un cantonale alla faccia posteriore della lama di telaio e fissare l'altra ala sulla faccia interna della mazzetta, o fianco dell'apertura (fig. 137).

Le imposte di porte di legno si rendono più sicure mediante una lamina metallica intercalata fra due tavolati formanti la porta, oppure posta dietro al tavolato interno, chiodando tutto l'insieme con serie di chiodi molto vicini fra loro. I cardini si fissano in modo da renderli inaccessibili dall'esterno, come abbiamo indicato trattando dei lavori di chiavalo. Meno facili da manomettere sono i cardini fissati nella soglia e nell'architrave dell'apertura, cioè a bilico inferiormente e con perno superiore, il cui foro, dovendo essere più profondo per poter collocare il bilico, potrebbe permettere l'alzamento del battente mediante leva, ciò che si rende impossibile fissando con una spina il perno, mobile dentro il foro del battente e dopo essere stato rialzato.

Per la chiusura di botteghe e magazzini si ricorre alle serrande metalliche avvolgibili, oppure scorrevoli, e a quelle ripiegabili a fisarmonica, alle quali conviene specialmente di ricorrere per quei locali che devono essere aerati, come ad es. le macellerie; devono però essere molto robuste e scorrevole nascoste tanto nella soglia quanto nell'architrave. Non presentano evidentemente il grado di sicurezza delle imposte piene, oppure dei cancelli a sbarre fisse.

si può già dedurre come si debba provvedere per rendere più difficile e laboriosa un'operazione di scasso: diciamo più difficile perchè l'abilità e l'astuzia dei ladri sanno vincere qualunque resistenza e qualunque mezzo escogitato per la sicurezza. Nel capitolo relativo agli stabilimenti carcerari, si è pure accennato alle inferriate per impedire le fughe. Qui aggiungeremo che una fra le maniere più sicure per formare un'inferriata a scacchi è quella delle allacciature rappresentate nelle fig. 133 *a, b, c*, poichè le sbarre non sono indebolite da fori come solitamente vien fatto. Solidi sono pure i tipi indicati dalle fig. 134 *a, b*, in cui le sbarre verticali sono tonde o quadre, e le orizzontali formate da lame abbastanza grosse, chiodate insieme e che circondano le sbarre verticali. Un altro sistema che non indebolisce le sbarre e che non ha bisogno di chiodature, ma di lavoro più laborioso, è quello rappresentato nella fig. 135. Per impedire lo strappo della inferriata si immurano tutte le sbarre, oppure la inferriata è formata da un robusto telaio della dimensione del foro da chiudere e dalle sbarre infilate nei rispettivi fori del telaio e ribattute posteriormente ad esso. Il telaio è poi fissato al muro

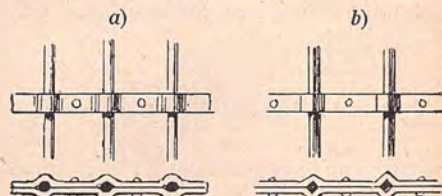


Fig. 134 *a, b.* — Inferriate.
a) con sbarre tonde; *b)* con sbarre quadre.

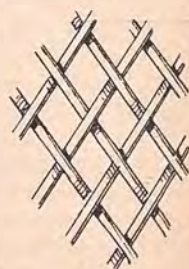


Fig. 135.
Inferriata con sbarre tonde accavalcate.

Si dovranno munire con inferriate robuste le luci delle cantine, siano esse ricavate nel marciapiede o nel parapetto delle finestre del pianterreno. In questo secondo caso il parapetto interno resta debole e quindi può essere facilmente forato dopo aver divelta la inferriata esterna (fig. 138). Perciò il parapetto *p* si farà di lastra di pietra ben fissata lateralmente nel muro, o di calcestruzzo armato con sbarre formanti una fitta maglia. A Torino, ove tale sistema di finestre è assai usato, accadde appunto che i ladri penetrarono in un ufficio svellendo l'inferriata e abbattendo il debole parapetto interno. Si può però ingrossare tale parapetto com'è indicato colla punteggiata.

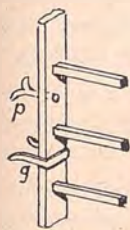


Fig. 136:
Inferriata
intelaiata.

Anche le canne da camino nei muri esterni, specialmente quando si iniziano dal pianterreno, costituiscono un punto debole, di cui i ladri possono approfittare per introdursi nei locali interni. Quindi alle ragioni che abbiamo già indicate, nel vol. I, parte I, quando trat-

tammo l'argomento dei condotti del fumo è pure da aggiungere quella ora detta.

L'uomo individualmente e i popoli hanno sempre cercato di conservare in luoghi sicuri ciò che volevano fosse conservato e sottratto alle insidie degli uomini. Così i re egiziani fecero costruire le piramidi ove il loro corpo doveva essere al riparo da ogni violazione, nel che però si illusero: i Greci custodivano nell'*opistodomo*, cioè nella parte posteriore dei loro templi, i tesori del tempio e i beni dello Stato. E così pure i Romani. Si costruirono anche appositi fabbricati detti appunto *tesori*. Tale, per esempio, quello edificato per Irico a Orcomene, e l'altro di Minia pure a Orcomene, che era tutto di marmo e di forma rotonda, come quello di Atreo a Micene, già ricordato nel vol. I, parte I, cap. II, pag. 583.

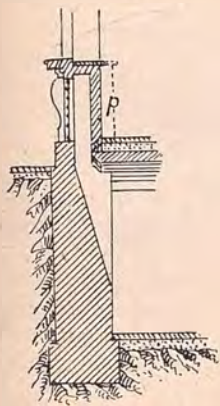


Fig. 138. — Finestra di cantina aperta nel parapetto della finestra del pianterreno.

p, Parapetto interno.

Anche oggi cattedrali e chiese hanno il loro tesoro, in cui si custodiscono oggetti artistici e preziosi (reliquari, croci, pissidi, candelabri, pianete, ecc.), entro armadi disposti in un locale ch'è sovente la sacristia, il quale si cerca di rendere quanto meglio sia possibile sicuro contro i furti.

Oggi poi abbiamo i tesori, detti anche sacristie, o depositori, negli edifici bancari, nei monti di pietà, nelle casse di risparmio, ecc. già descritti nel vol. II, parte I, sez. II, cap. XII, nel quale esponemmo le precauzioni da adottare per la loro miglior sicurezza, siano essi il tesoro proprio dell'istituto, oppure quello riservato ai privati, precauzioni che consistono nella ubicazione del locale, nella struttura delle pareti, del soffitto e del pavimento del locale medesimo, nel corridoio di ronda intorno ad esso, nella porta detta di sicurezza. Si è anche già fatto cenno a vari mezzi per impedire l'accesso clandestino al tesoro, soggiungendo che non sono di facile attuazione, nè scevri di pericoli, e che la miglior sicurezza si ottiene colla assidua vigi-

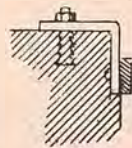


Fig. 137.
Modo di fissare
il telaio di una
inferriata.

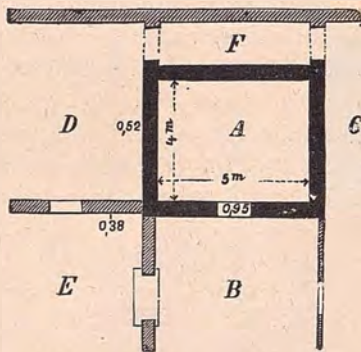


Fig. 139. — Tesoro o camera di sicurezza della cassa.

A, Tesoro. — B, Ufficio di cassa. — C, Ufficio di contabilità. — D, Anticamera. — E, Pubblico. — F, Corridoio.

lanza. Di essa si può garantirsi mediante gli orologi di ronda, descritti a pag. 35 di quest'Appendice. Se il tesoro, o camera di sicurezza, della cassa, è posto fra locali

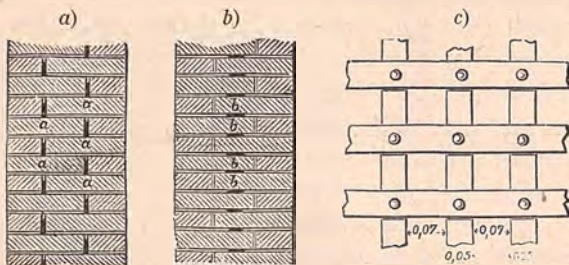


Fig. 140 a, b, c. — Blindatura o corazzatura di muri mediante lame di acciaio.

d'ufficio o destinati a continua permanenza di impiegati e frequentati dal pubblico, come si vede nella fig. 139, allora la vigilanza diurna è garantita. Per la notturna si richiede il servizio di ronda.



Fig. 141.

sano aprire in esso una breccia mediante galleria sotterranea, si devono non soltanto adoperare materiali resistenti, ma formare con essi una massa monolitica di rilevante grossezza, o meglio, ciò che ora si usa abitualmente, intercalare nella massa delle lame o sbarre metalliche di acciaio, o quanto meno acciaiate, attorcigliate, contro le quali gli strumenti ladreschi non hanno effetto.

Le fig. 140 a, b, c rappresentano due tipi di rinforzatura mediante lame di ferro acciaiato incorporate nella muratura di mattoni. Le lame sono disposte orizzontalmente a ogni filare di mattoni, oppure verticalmente sfalsate, od anche nei due sensi così da costituire una maglia. Negli angoli formati dalle pareti le lame si ripiegano e si uniscono con una chiavarda (fig. 141). Se si usano sbarre queste sono generalmente di sezione a croce (fig. 142) e attorcigliate in modo (fig. 143) che se un trapano riesce a bucare la muratura, quando viene a incontrare una sbarra scivola sulla su-

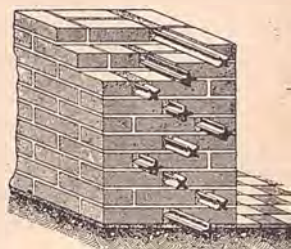


Fig. 142.

Rinforzatura di un muro di mattoni mediante sbarre di acciaio di sezione crociale attorcigliate.

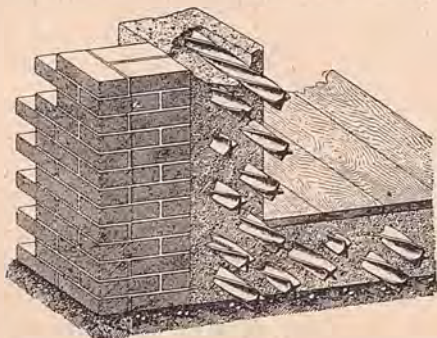


Fig. 143.

Rinforzatura di un muro, formato con muratura di mattoni e di calcestruzzo cementizio, armato con sbarre di acciaio attorcigliate, a sezione crociale.

perficie curva formata dall'attorcigliatura e non può più proseguire il lavoro di foratura.

Il lavoro di rinforzatura riesce assai più facile e sollecito incorporando le sbarre entro una massa di calcestruzzo (fig. 143), a cui si addossa poi la muratura di mattoni. Si ottiene così una costruzione assai più sicura. Le fig. 144 a, b rappresentano due tipi di sbarre: quello a semplice lama attorcigliata e quello a croce, e mostrano pure come i pezzi di sbarra sono riuniti fra loro. Esse poi si dispongono nelle murature orizzontali o verticali, od anche nei due sensi, incrociandole in modo da formare un reticolato, quando si voglia una rinforzatura più sicura. Se fra la muratura di calcestruzzo e quella di mattoni (fig. 143) si

lascia un'intercapedine di 12 a 15 centimetri e la si riempie di sabbia, la sicurezza è ancora maggiore: la muratura di mattoni è bene che sia immersata con quella di calcestruzzo. Il pavimento e il soffitto sono ugualmente rinforzati come le pareti e

ciascuno deve avere una grossezza complessiva di almeno cm. 50. Si fanno anche camere completamente corazzate, cioè rivestite internamente con lamiere di acciaio, come mostra la fig. 145, e corazzate si fanno pure le casseforti ad armadio per uffici, per commercianti, per privati (fig. 146). Le lamiere di corazzatura sono di acciaio duro, resistente alla trapanazione: siccome però coll'aumentarne

la durezza l'acciaio diventa così crudo da potersi spezzare con un colpo di martello, così si usa di saldare insieme una piastra di acciaio indurito con una di acciaio comune o di ferro, formando le piastre *composte*. Però con questo procedimento il lavoro riesce assai difficile, giacchè i buchi, per es., devono essere fatti in officina prima dell'indurimento dell'acciaio colla tempera. Per le sbarre è

sufficiente l'acciaio pudellato greggio, il quale, a causa della sua granulosità offre maggior resistenza alla perforazione, perchè fa spezzare le punte da trapano. L'acciaio



Fig. 144 a, b.

Sbarre di acciaio attorcigliate.

a, a lama semplice. — b, a lama crociale.

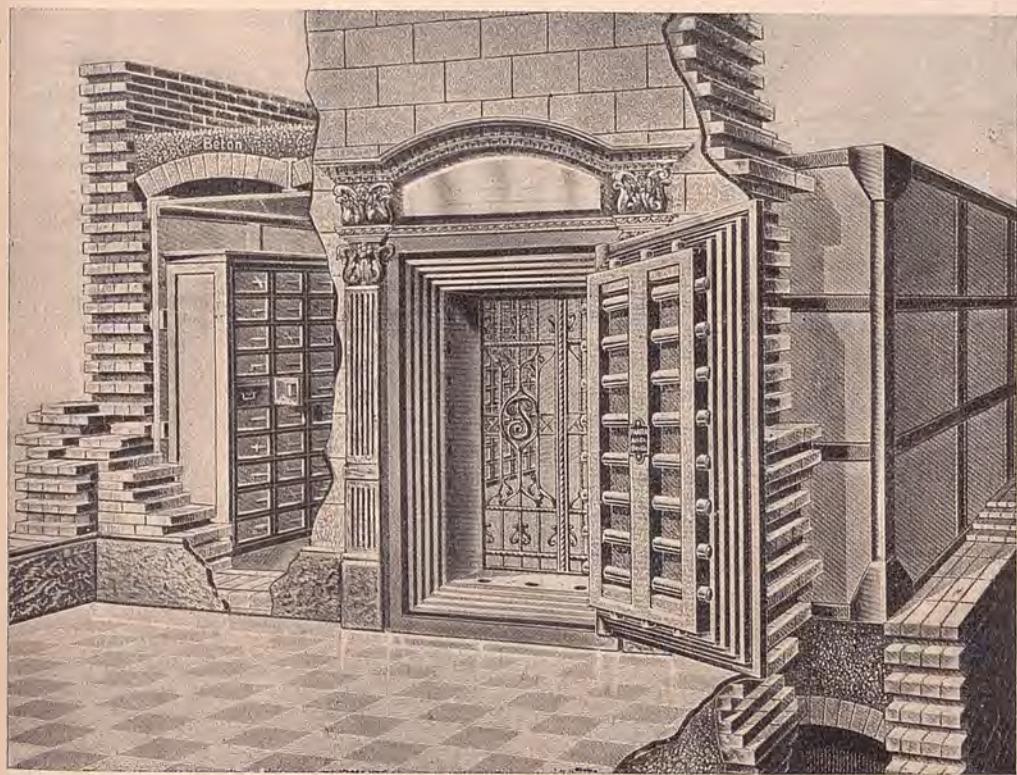


Fig. 145. — Camera di sicurezza corazzata.

greggio di pudellatura si può avere in pezzi di opportune dimensioni dalle officine siderurgiche, e nei quali esistono già i necessari fori.

L'entrata ai tesori è provvista di porta di sicurezza all'esterno e di cancello all'interno. Molto spesso prima del cancello vi è una seconda porta di sicurezza a due battenti, mentre quella principale, di solito, ha un battente solo. Tali porte, come si vede

dalla fig. 145 sono provviste di catenacci cilindrici e talvolta quadrangolari, che penetrano in corrispondenti fori delle spalle, della soglia e dell'architrave dell'apertura. La porta non si potrebbe quindi aprire se non segando tutti i catenacci, o facendo

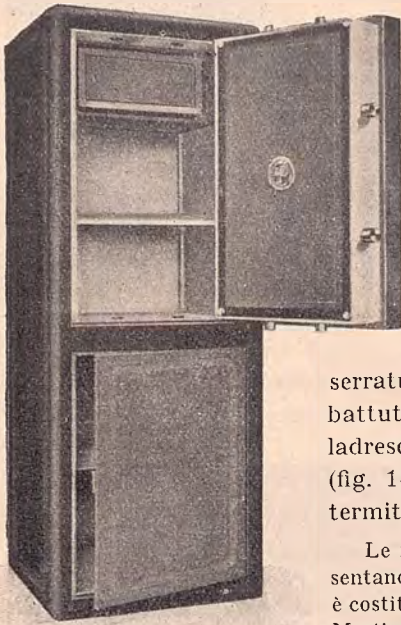


Fig. 146.
Cassaforte corazzata per uffici.

funzionare la serratura. Questa solitamente serve a liberare il meccanismo con cui i catenacci vengono ritirati dai fori, oppure spinti in essi. Alcuni costruttori provvedono porte con triplice ordine di catenacci, di cui due fissi penetrano in fori della faccia anteriore di tutto il contorno della porta formante doppia battuta, e l'altro ordine di catenacci mobili nei fianchi del contorno stesso (fig. 147).
Le ditte costruttrici delle porte per tesori, di casseforti e armadi di sicurezza, si sono specialmente preoccupate non soltanto del sistema di chiusura a chiave, sia con chiavi speciali, sia con serrature a segreto e a combinazione, ma della forma della battuta per impedire tanto l'inaccessibilità agli strumenti ladreschi quanto a liquidi che possano produrre scoppio (fig. 148 a, b, c) e alla polvere fusibile termite (1).
Le fig. 149 e 150 (tav. I e tav. II) rappresentano due tipi di tali porte. La 149 (tav. I) è costituita da una lamiera di acciaio Siemens-Martin formante la faccia anteriore perfettamente liscia della porta: poi da una lamiera composta imperforabile, a cui segue una serie di cinque rotaie a fungo alternate, fasciate di rame, le quali servono a proteggere in modo gli attacchi colla fiamma ossidrica. I vani fra le singole rotaie sono riempiti di materia refrattaria essa pure resistente a detta fiamma, materia che si estende lateralmente alle rotaie ed in essa sono posti pezzi di sbarre attorcigliate di acciaio temperato, a sezione crociale, riuniti con ferri a I e a □, così da formare un unico blocco impenetrabile e indistruttibile. Il tutto è solidamente riunito con chiavarde. Il riempimento refrattario è interamente ricoperto da una lamiera di acciaio Siemens-Martin, ma a difesa delle serrature vi sono inoltre: una lamiera di acciaio temperato; una lamiera di rame; una grossa lamiera di ghisa indurita e infine una lamiera di acciaio S.-M. destinata a ricevere le serrature ed il sistema dei catenacci posti in uno spazio isolato ricoperto da una lamiera di acciaio S.-M. oppure da un lastrone di vetro che lascia visibile l'interno della porta. Il sistema dei catenacci comprende 16 bolzoni di acciaio, agenti sui quattro lati. La chiusura della porta avviene mediante due serrature radiali a trasmissione con chiavi rotatorie, e con una serratura a combinazione per condannare tanto i manubri delle serrature quanto le serrature stesse, dimodochè nessuno può aprire la porta senza conoscere il segreto della combinazione. Il sistema dei catenacci è manovrato per mezzo di un volante di bronzo a mano posto in mezzo dell'esterno della porta. Questa è imperniata sopra un robustissimo perno cilindrico di acciaio. Il vano della apertura è rivestito di una cassa di acciaio, formata con lamiere composte e risvoltata sulle pareti interne. Il peso della porta è di circa kg. 3300, e fu adottata dalla Cassa di Risparmio di Padova. Alla porta segue un cancello di sicurezza.

particolare le serrature contro gli attacchi colla fiamma ossidrica. I vani fra le singole rotaie sono riempiti di materia refrattaria essa pure resistente a detta fiamma, materia che si estende lateralmente alle rotaie ed in essa sono posti pezzi di sbarre attorcigliate di acciaio temperato, a sezione crociale, riuniti con ferri a I e a □, così da formare un unico blocco impenetrabile e indistruttibile. Il tutto è solidamente riunito con chiavarde. Il riempimento refrattario è interamente ricoperto da una lamiera di acciaio Siemens-Martin, ma a difesa delle serrature vi sono inoltre: una lamiera di acciaio temperato; una lamiera di rame; una grossa lamiera di ghisa indurita e infine una lamiera di acciaio S.-M. destinata a ricevere le serrature ed il sistema dei catenacci posti in uno spazio isolato ricoperto da una lamiera di acciaio S.-M. oppure da un lastrone di vetro che lascia visibile l'interno della porta. Il sistema dei catenacci comprende 16 bolzoni di acciaio, agenti sui quattro lati. La chiusura della porta avviene mediante due serrature radiali a trasmissione con chiavi rotatorie, e con una serratura a combinazione per condannare tanto i manubri delle serrature quanto le serrature stesse, dimodochè nessuno può aprire la porta senza conoscere il segreto della combinazione. Il sistema dei catenacci è manovrato per mezzo di un volante di bronzo a mano posto in mezzo dell'esterno della porta. Questa è imperniata sopra un robustissimo perno cilindrico di acciaio. Il vano della apertura è rivestito di una cassa di acciaio, formata con lamiere composte e risvoltata sulle pareti interne. Il peso della porta è di circa kg. 3300, e fu adottata dalla Cassa di Risparmio di Padova. Alla porta segue un cancello di sicurezza.

Le ditte costruttrici delle porte per tesori, di casseforti e armadi di sicurezza, si sono specialmente preoccupate non soltanto del sistema di chiusura a chiave, sia con chiavi speciali, sia con serrature a segreto e a combinazione, ma della forma della battuta per impedire tanto l'inaccessibilità agli strumenti ladreschi quanto a liquidi che possano produrre scoppio (fig. 148 a, b, c) e alla polvere fusibile termite (1).

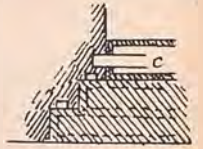


Fig. 147.

Battente di porta di sicurezza con catenacci fissi nelle battute e catenacci mobili c.

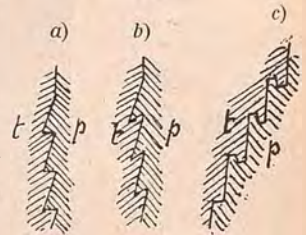
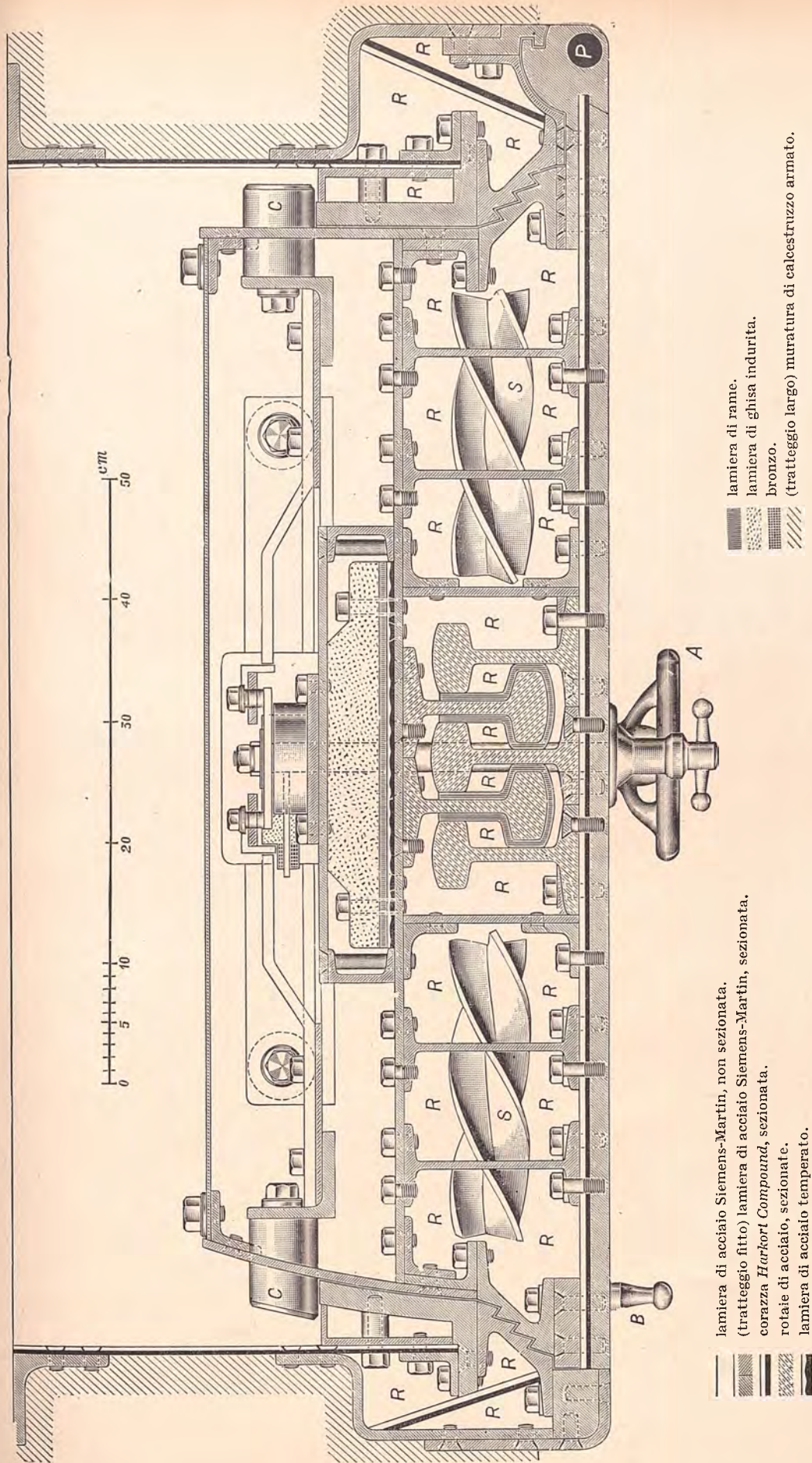


Fig. 148 a, b, c.

Battute dentate per porte di sicurezza.

t, Spalla dell'apertura.
p, Battente della porta.

(1) La termite è una mescolanza di Fe_2O_3 ed Al, ambedue in polvere. Può produrre localmente temperature fino a 3000 gradi.



lamiera di acciaio Siemens-Martin, non sezionata.
 (tratteggio fitto) lamiera di acciaio Siemens-Martin, sezionata.
 corazza *Harkort Compound*, sezionata.
 rotaie di acciaio, sezionate.
 lamiera di acciaio temperato.

lamiera di rame.
 lamiera di ghisa indurita.
 bronzo.
 (tratteggio largo) muratura di calcestruzzo armato.

A, volantino di bronzo. — B, pomo di bronzo. — C, catenacci. — R, materia refrattaria. — P, perno. — S, sbarre attorcigliate d'acciaio.

Fig. 149. — Porta di sicurezza corazzata, resistente al fuoco, alle effrazioni e al becco « Fouché » (Ditta Arnheim di Berlino).

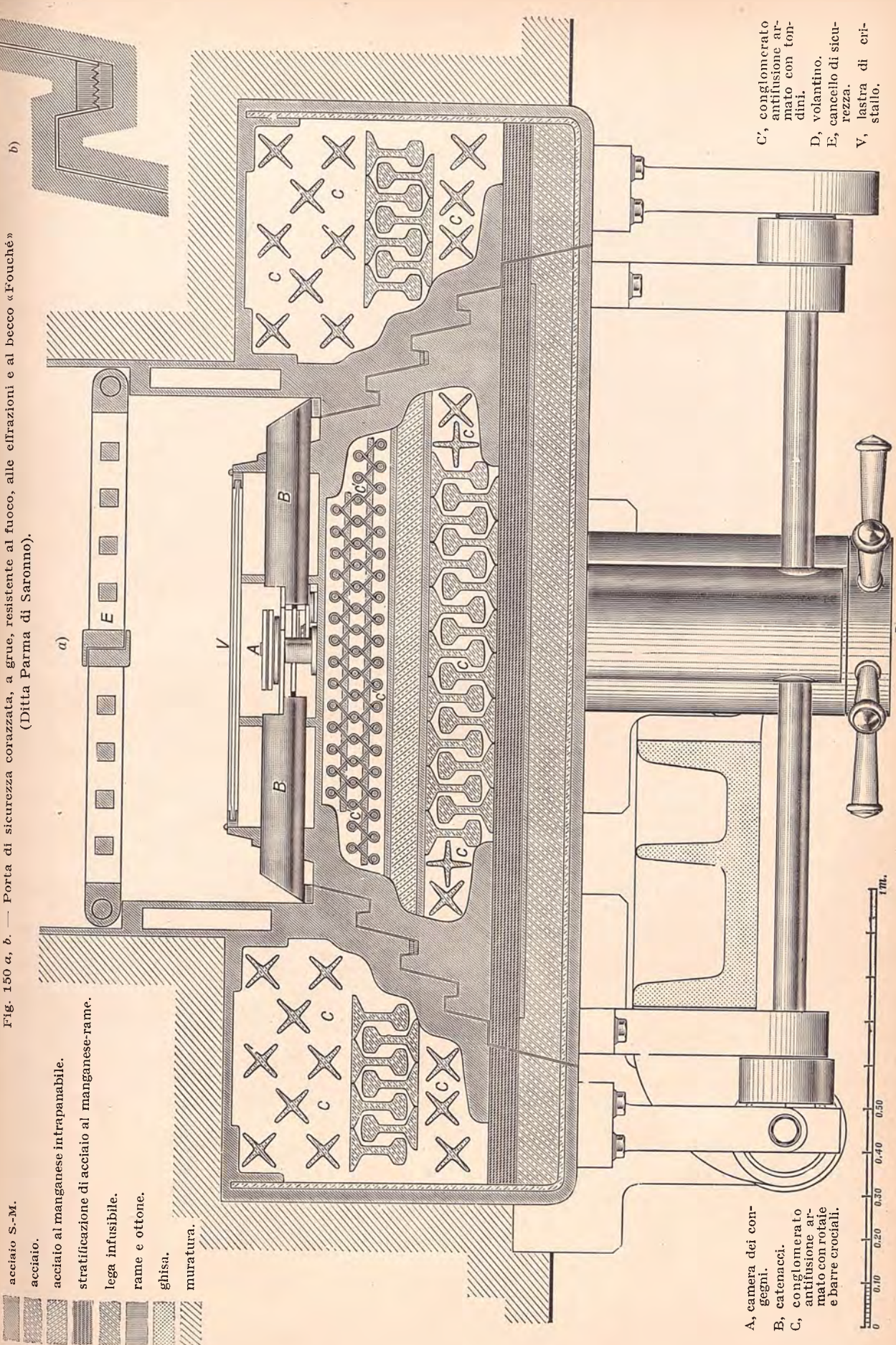


Fig. 150 a, b. — Porta di sicurezza corazzata, a grue, resistente al fuoco, alle effrazioni e al becco «Fouché» (Ditta Parma di Saronno).

- acciaio S.-M.
- acciaio.
- acciaio al manganese intrapanabile.
- stratificazione di acciaio al manganese-rame.
- lega infusibile.
- rame e ottone.
- ghisa.
- muratura.

- A, camera dei congegni.
- B, catenacci.
- C, conglomerato artificioso armato con rotale e barre crociali.

- C', conglomerato armato con toncini.
- D, volantino.
- E, cancello di sicurezza.
- V, lastra di cristallo.



Le fig. 150 *a, b* (tav. II) rappresentano la sezione di una porta corazzata a pressione, del peso di kg. 60.000, costruita dalla Ditta Parma di Saronno pel Banco di Chiavari e della Riviera Ligure (sede a Genova). Si compone di una lamiera esterna S.-M. con posteriore lamiera di acciaio al manganese intrapanabile: poi di uno strato di lega infusibile e di una stratificazione al manganese-rame; quindi di un conglomerato armato di rotaie e barre a croce. Segue una lamiera di acciaio S.-M., poi nuovo strato di lega infusibile e altro di conglomerato armato di tondini, e infine la camera dei congegni, chiusa da un lastrone di vetro. Come si vede gli incastri hanno la forma indicata nella fig. 150 *b*, e sono guerniti di rame. La lega infusibile fu provata presso la Società Italiana per l'ossigeno, di Milano, e restò insensibile alla fiamma dei più potenti cannelli Pyrocopt.

La fig. 151 rappresenta l'esterno di una porta corazzata a pressione (a grue).

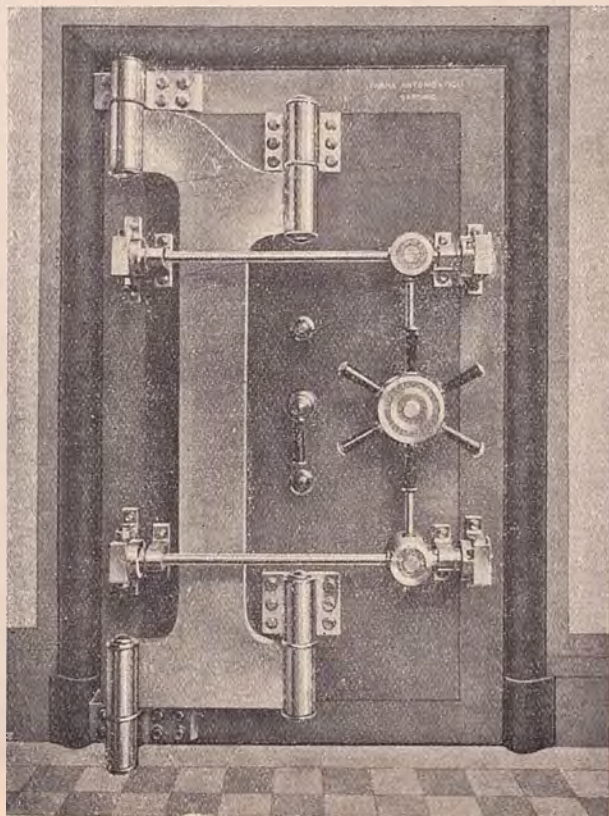


Fig. 151. — Porta corazzata rettangolare con chiusura a cerniera di pressione (Ditta Parma).

Naturalmente ogni ditta costruttrice ha introdotto delle varianti in ciascuna delle parti sia specialmente nel modo di chiusura, sia per il genere di serratura, cosicchè si hanno le serrature a tempo, formate da orologi, le quali non si possono aprire se non dopo un determinato numero di ore (fig. 152), sia nel più ermetico combaciamento fra il battente e la

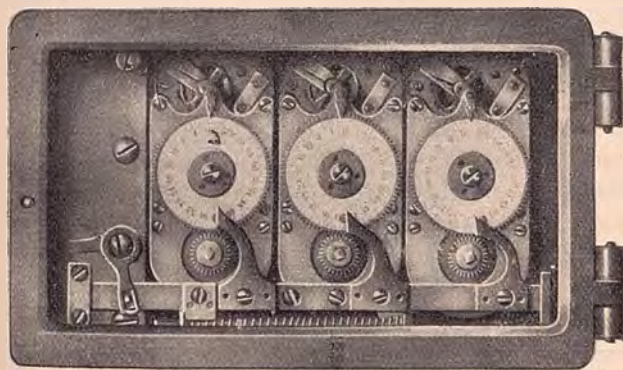


Fig. 152.

Serratura a tempo per porta di sicurezza.

battuta, per il che si ricorre al sistema a grue (fig. 150 e 151), le quattro estremità della quale terminano entro quattro manicotti, due fissati al telaio e due alla porta. La compressione del battente contro il telaio si ottiene girando un volantino che agisce sopra eccentrici interni, i quali trasmettono il movimento ai lati della porta, ottenendosi una fortissima compressione di essa contro la sua sede, ossia una tale ermeticità da impedire in modo assoluto il passaggio di gas o liquidi pericolosi.

Invece di porte rettangolari si fanno anche porte circolari per le quali si adotta pure il sistema a grue (fig. 153).

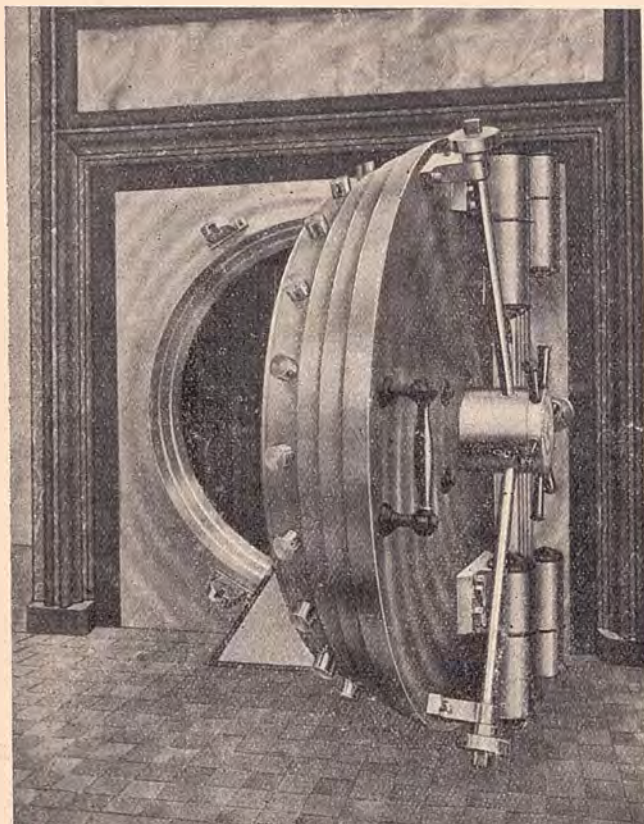


Fig. 153. — Porta di sicurezza corazzata circolare (Ditta Parma).

Ogni camera di sicurezza, sia quella propria dell'istituto, o sia quella per le cassette di custodia, deve essere provvista di porta di soccorso, a cui già accennammo nel Cap. XII (*Istituti di credito, ecc.*), collocata in modo da non essere veduta, e alla quale si giunga con passaggio segreto e sicuro. Essa è eseguita come quella principale della camera, ma di solito è di dimensioni molto ridotte, tali che vi possa passare una persona carponi. La porta di soccorso è indispensabile per il caso in cui occorrendo di entrare nella camera non si potesse aprire la porta di sicurezza per una qualsiasi ragione, fra cui quella dell'esistenza di serrature a tempo. Ma è anche necessaria nel caso in cui la porta principale venga per errore chiusa mentre nel tesoro si trova qualche persona, la quale però entrandovi deve essere provvista della chiave

della porta di soccorso, da potersi quindi aprire anche dall'interno, a meno che nella camera esista un apparecchio di segnalazione, col quale la persona possa avvisare di essere rinchiusa nella camera. Se il tesoro proprio dell'istituto e quello dei privati sono adiacenti e comunicanti fra di loro, come si vede in qualcuno degli esempi riprodotti nel Cap. XII, può bastare una sola porta di soccorso nel tesoro-cassa, purché la porta di comunicazione sia chiusa da cancello apribile dalla

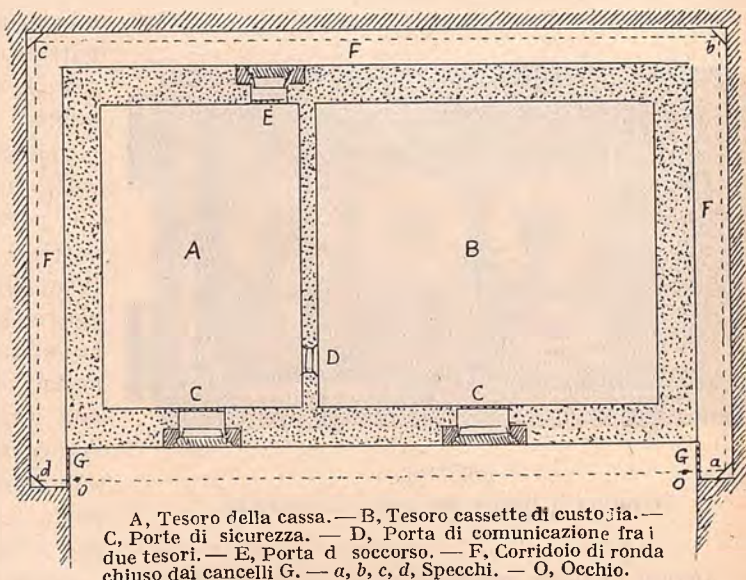


Fig. 154. — Pianta di tesori con corridoio di ronda.

persona che fosse rimasta nel tesoro adiacente: ciò che del resto è difficile avvenga poichè la porta di sicurezza del tesoro delle cassette rimane di giorno aperta, o tutto al più se ne tiene chiuso il cancello. Come si vede dalla fig. 154 il corridoio di ronda è chiuso da due cancelli attraverso i quali il vigilante può vedere tutto il corridoio mediante specchi posti negli angoli dello stesso e illuminati da lampadine ch'egli accende al momento della visita.

Invece di questo mezzo si ricorre oggi allo sbarramento mediante i *raggi invisibili*, basati sul fatto che quando la rete di difesa da essi formata è interrotta in un punto qualunque, anche per un tempo infinitamente breve, con un corpo opaco, per es. da una persona, ha luogo immediatamente una segnalazione di allarme più o meno intensa.

I raggi sono prodotti da due organi fondamentali, la cella foto-elettrica e la valvola termoionica di Lee De Forest. La suddetta cella, detta comunemente *occhio elettrico*, non è che una resistenza da introdurre in un circuito, la quale varia le proprie caratteristiche sotto l'azione dei raggi luminosi, od oscurati, permettendo un maggiore

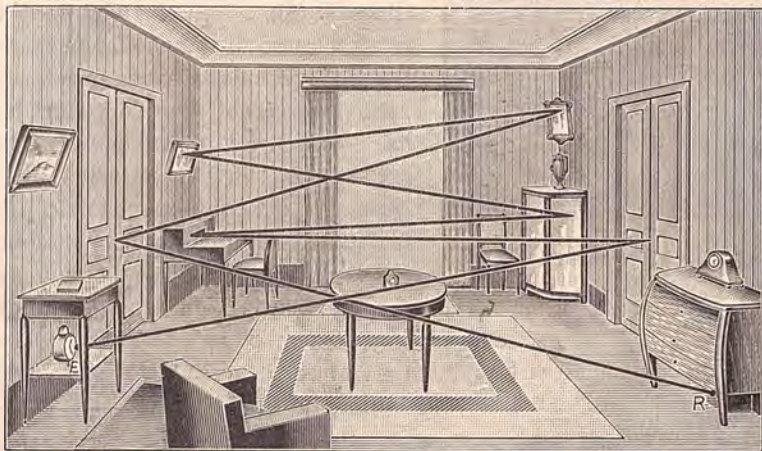


Fig. 155. — Sbarramento di una stanza con raggi invisibili.

o minor passaggio di corrente. Trattandosi però di piccole variazioni occorre di amplificarle per mezzo della valvola termoionica in modo da poter azionare un soccorritore (*relais*) il quale a sua volta comanda un dispositivo qualsivoglia per segnalazione di allarme. La Ditta Parma impiega particolari tipi di celle foto-elettriche, sensibili rispettivamente alle diverse lunghezze di onda e alle diverse frequenze, non escludendo che si possa giungere a sopprimere, coll'impiego di celle molto sensibili e di particolari soccorritori, anche l'amplificazione intermedia.

I raggi infrarossi, che differiscono da quelli visibili della luce ordinaria soltanto per la lunghezza di onda, che è 0,75 micron (il micron è $\frac{1}{1000}$ di mm.) sono i più adatti sotto il punto di vista ottico (produzione, propagazione e rendimento) nonchè sotto quello fisiologico, essendo assolutamente innocui. Detti raggi sono di facile produzione: tutti i corpi incandescenti ne emettono ed in modo assai economico, e sono assolutamente invisibili anche in un locale oscuro. In tutti gli apparecchi comandati da celle foto-elettriche si tratta di sfruttare variazioni dell'ordine di pochi Milli-Amp. anche dopo l'amplificazione e qualche volta soltanto frazioni di Milli-Amp. Da ciò la necessità di particolari circuiti e dispositivi meccanici che diano il massimo affidamento per sensibilità, stabilità, sicurezza, costanza di funzionamento, ecc. La citata Ditta Parma usa gli apparecchi dell'ing. Cittadini che permettono sbarramenti anche a grande distanza, con numerose riflessioni in ogni senso e ad ogni altezza, con un piccolissimo consumo di energia. La rete di sbarramento può essere così fitta da non lasciare lo spazio sufficiente per il passaggio di una persona e non vi è mezzo per rendere il

dispositivo inefficace. Oltre all'allarme prodotto dall'interruzione di un raggio, vi è pur quello causato dal semplice spostamento di uno degli apparecchi dell'impianto, o da una delle superficie riflettenti, o da qualsiasi avaria, voluta o accidentale, anche alla linea di alimentazione, o infine quando una qualsiasi sorgente di luce apparisce nella regione sbarrata. È però da notare che a causa del suo principio lo sbarramento non è sensibile alle lente variazioni di illuminazione (caduta della sera o della notte, alba, passaggio di nubi).

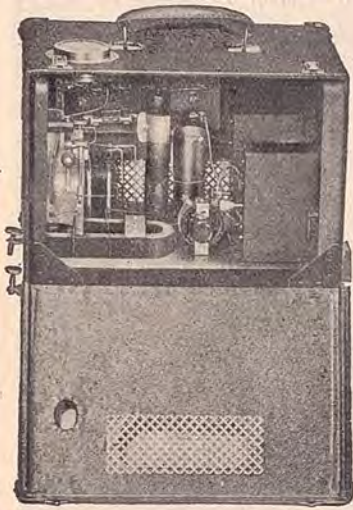


Fig. 156.
Cassetta ricevente aperta
per raggi invisibili.

L'impianto, quale viene fornito dalle officine Galilei di Firenze e dalla succitata Ditta, consiste di un emettitore E (fig. 155) dei raggi invisibili, i quali dopo un certo numero di riflessioni sono raccolti dal ricevitore R. Come si vede dalla figura porte e finestre sono sbarrate. I due apparecchi sono contenuti in piccole cassette e la fig. 156 mostra l'interno della cassetta ricevente. Nel caso della fig. 154 in *a* si collocherebbe l'emettitore e in *d* il ricevitore, per cui al raggio ottico si sostituirebbe il raggio invisibile, col quale si sbarrerebbero anche le porte C.

Tutti gli organi funzionano senza vigilanza e ininterrottamente. Non sono necessari che i ricambi della lampada di emissione e di quella di amplificazione. La

loro durata media si calcola di un anno. Le cellule stesse, durante prove di più anni non hanno dato indizio di indebolimento alla temperatura normale.

L'allarme può manifestarsi nelle forme più varie, come accensione di lampade, suonerie, richiami telefonici, sirene, ecc. e generalmente si produce in un locale ove permane un guardiano, il quale può anche rilevare da quale locale sia partito l'allarme, come nel caso di magazzini, gioiellerie, ecc.

Gli apparecchi funzionano o coll'ordinaria corrente per luce, o con pile ed accumulatori.

Se il sistema è specialmente adatto per istituti bancari, lo è pure per tutti quei locali che contengono oggetti di valore, come musei, pinacoteche, tesori di chiese, archivi, locali di deposito di documenti che interessasse trafugare ecc., nonchè per segnalare eventuali tentativi di fuga nelle prigioni, per vetrine, per locali privati, ville, stabilimenti industriali, ecc. La fig. 157 rappresenta lo sbarramento di un corridoio e nella fig. 154 si comprende come sostituendo ai raggi visuali del guardiano di ronda quelli invisibili si ottenga una sicurezza maggiore e si possa fare a meno del servizio di ronda.

Con questi mezzi odierni di pronta segnalazione, si possono scartare quelli che dicemmo pericolosi, quali, ad esempio, apparecchi a scoppio applicati alle serrature,

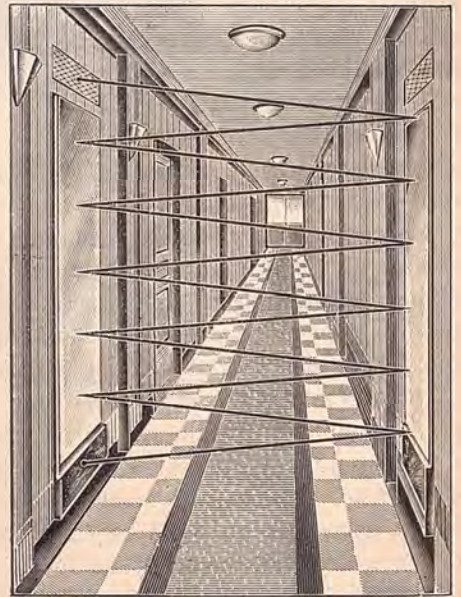


Fig. 157. — Sistema di protezione invisibile
per un corridoio.

destinati a colpire lo scassinatore, oppure circuiti di corrente ad elevato potenziale tale da abbattere chi tenti una effrazione a una porta, a una finestra, ecc.

In quanto alle segnalazioni, oltre a quelle prodotte dai suaccennati raggi, vi sono quelle dovute a contatti elettrici, a trasmissioni con aria compressa, a campanelli ad azione meccanica, ecc., ma sono tutti mezzi che possono essere manomessi dagli scassinatori, così da impedirne il funzionamento, anche quando siano stati disposti con tutte le precauzioni per nasconderli.

BIBLIOGRAFIA

1° — Paragrafo A (*Sicurezza contro il fuoco*). — Nella bibliografia annessa al Cap. XIX (*Impianti e edifici per pubblici spettacoli*) sono citati molti di quei periodici tecnici in cui si contengono articoli sulla costruzione degli edifici per pubblici spettacoli e sono citate anche pubblicazioni che trattano specialmente della sicurezza, delle quali ricordiamo qui gli autori: Donghi, Francia, Mariani, Bonnet, Chenevier, Choquet, Crépy, Figuiet, Petit, Piccoli, Teissier, Gerhard, Paterson, Sachs, Shaw, Young, Boög, Döhning, Fichtner, Fockt, Gilardone, Prokop, Richter, Scholle, Stude. A tali pubblicazioni sono da aggiungere le seguenti, oltre ai giornali speciali, quali: il *Fire and Water* di Londra; il *Fire and Water* di New York, il *Fireman's Herald* di New York, il *Pompiere italiano* di Milano, l'*Archiv für Feuerschutz, Rettungs- u. Feuerlöschwesen* di Leipzig.

2° — Paragrafo B (*Sicurezza contro la rovina dei fabbricati*). — Anche qui sono da ricordare i vari periodici tecnici in cui si tratta dell'argomento, e in quanto alle pubblicazioni speciali segnaliamo le seguenti, che riguardano specialmente i terremoti e la folgore. Riguardo ai terremoti notiamo che molte notizie si trovano nei vari Bollettini di società sismologiche, di uffici di meteorologia, Atti di accademie, ecc., fra cui rammentiamo i seguenti: *Bollettino della Società Sismologica italiana*; *Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino*; *Annoti dell'Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodesia*; *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei*; *Rivista di Fis. Mat. e St. Nat.*; *Memorie del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere*; *Memorie della Società ital. delle scienze (detta dei XL)*; *Atti dell'Accademia Pontaniana*; *Atti del R. Istituto di incoraggiamento di Napoli*; *Atti del R. Istituto Veneto di Sc. Lett. e Arti*; *Bollettino mensile dell'Oss. di Moncalieri*; *Boll. dell'Accad. Gioenia (Catania)*; *Seismological Society of Japan*; *Transactions of Asiatic of Japan*; *Journal of the College of Science Imperial University of Japan*; *Bulletin of the Imperial Earthquake Investigation Committee*; *Pub. du Bureau Central de l'U. Intern. de Sismologie*.

Sono poi da ricordare anche tutte le istruzioni emanate da Ministeri per la ricostruzione dei fabbricati in paesi colpiti da terremoti, oltre quelle già indicate in nota a pag. 155, e cioè: *le norme del 1784 del Governo napoletano in seguito al terremoto del 133*; *le norme del Ministero dei LL. PP. italiano circa il consolidamento delle fabbriche nelle Calabrie contro i danni del terremoto (1876) (v. periodico l'Ingegneria civile e le arti industriali, anno III)*; *quelle del Ministero dei LL. PP. pei comuni dell'isola d'Ischia (1884)*; *quelle di I. GIORDANO e P. COMOTTO pure per l'isola d'Ischia in seguito al terremoto del 1883*; *quelle del Ministero dei LL. PP. del 1887*; *quelle del Governo spagnolo per la riedificazione di Manilla in seguito ai terremoti del 1880*; *quelle del Comando militare di Manilla (1863)*; *la relazione che accompagna le norme per le nuove costruzioni e riparazioni di edifici pubblici e privati dopo il terremoto calabrese del 1905 (Giornale del Genio civile, ottobre 1906)*; *lo studio di MANTY I. T. sul terremoto di Granata del 25 novembre 1884 (Atti dell'Istituto degli Ingegneri civili di Londra, vol. LXXXV)*; *lo studio di LESCASSE sulle costruzioni giapponesi e sulle costruzioni in genere riguardo ai terremoti, negli Atti della Società degli Ingegneri civili di Parigi (1879)*; *lo studio di MILNE J. sulle costruzioni nei paesi soggetti a terremoti, negli Atti dell'Istituto degli Ingegneri civili di Londra, vol. LXXXIII e vol. C*; *il rapporto di G. K. WATTO in data 31 maggio*

1905 circa i metodi di ricostruzione dei fabbricati nell'Assam, in seguito al violento terremoto del 12 giugno 1897; gli studi di WING, DURYCA, GULLOWAY, DERLETH, MOORE, WEISSKOPF e STERN, sul terremoto di S. Francisco (California) del 18 aprile 1906, pubblicati nell'Engineering News del 12 e 17 maggio 1906.

Circa le lesioni prodotte nei fabbricati da cedimenti o da altre cause si ricorda il libro del Russo C., *Le lesioni dei fabbricati* (Utet, Torino) e sulle esplosioni quello di OVAZZA E., *Urti ed esplosioni* (Lezioni di dinamica applicata), Lattes, Torino.

3° - Paragrafo C (*Sicurezza contro i furti*). — Pochi sono gli scritti speciali che trattino dell'argomento. Serrami, congegni e chiusure di sicurezza si trovano descritti in pubblicazioni ed articoli di giornali tecnici, riguardanti i serrami in genere. Rimandiamo perciò alla bibliografia del Cap. IV, *Costruzioni metalliche*, vol. I, p. I. — Circa le casseforti e le porte di sicurezza dei tesori si potranno consultare: *Baukunde des Architekten*, Erster Band, Zweiter Teil, Berlino, 1905; *Handbuch der Architektur*, Dritter Teil, 6 Band, Darmstadt, 1891; GARUFFA, *Le conquiste dell'industria*, vol. XII, Utet, Torino, e i cataloghi delle Ditte specializzate in materia, fra cui: *Parma A.* di Saronno; *Lips-Vago* di Milano; *Poesio* di Torino; *Arnheim* di Berlino; *Panzer* di Berlino; *Wertheim* di Vienna; *Fichtel* di Parigi.

§ A — Sicurezza contro il fuoco.

Publicazioni Italiane.

- AGNOLESI P., *Incendi ed esplosioni*, Firenze 1872.
 COGOLI P. e RAMPINI R., *Il pompiere moderno*, Hoepli, Milano, 1917.
 DE BENEDICTIS, *I moderni apparecchi spegnitori degli incendi*.
 DEL GIUDICE F., *Universalità dei mezzi di previdenza, difesa e salvezza per le calamità degli incendi*, Bologna, 1848.
 ID., *Gli apparecchi elettrici avvisatori degli incendi*.
 DONGHI D., *Sulla sicurezza degli edifici per pubblici spettacoli* (Atti Collegio Ingegneri e Architetti di Milano), Milano, 1904.
Enciclopedia Arti e Industrie. Voce *Incendio*, Torino, Unione tip.-editrice.
 GORRINI G., *L'incendio della Biblioteca Nazionale di Torino*, Streglio, Torino, 1905.
Manuale teorico-pratico sulla estinzione degli incendi, ecc. pel Corpo dei pompieri, Milano, 1872.
 MOLLO A., *I moderni mezzi di spegnimento e salvataggio*, 1897-99.
Nuova Enciclopedia Italiana. Voce *Incendio*.
 PASTORE G., *Nuovo sistema di sipario metallico*, Bologna, 1891.
Regolamento per la vigilanza sui teatri ed altri luoghi di pubblico spettacolo della Provincia di Milano, Milano, Pirola, 1932.

Publicazioni Francesi.

- ALDINI, *Art de se préserver de l'action de la flamme*.
 BENOIST L., *Manuel de la prévention de l'incendie, à l'usage des assureurs et des assurés*, 1928.
 CARTEROU, *Notice sur l'inflammabilité des pailles, papiers, bois, huiles, goudrons, peintures et tissus de toute nature*.
 EVERAT, *Art de prévenir et d'arrêter les incendies*.
 FALLER L., *Le service des incendies et du sauvetage en Alsace-Lorraine*, 1893.
 LABROUSSE C., *Les incendies dans les usines et établissements industriels; moyens préventifs et d'extinction*, Lille, 1879.
 LEDAUX, *Théorie générale et pratique de l'extinction des incendies*.
 MATHÉLIN L., *Moyens de sauvetage en cas d'incendie*, Lilla, 1875.
 MEUNIER M., *Traité des causes des incendies*.
 MICHOTTE F., *Etude théorique et pratique sur l'incendie*, Paris, 1905.
 ID., *La science du feu*, 1912.
 PAULIN M., *Sapeur-pompier, ou théorie sur l'extinction des incendies*, Manuels Roret, Paris.
 WELSCH J. A., *Les incendies dans les manufactures*, 1893.

Publicazioni Tedesche.

- BOÖG C. e JONSTORFF, *Zur Sicherheit des Lebens in den Theatern, etc.*, Wien, 1882.
 CHITIL W., *Die Geräte der Wiener Berufsfeuerwehr*, 1893.

- DEUNSTEDT M., *Die Feuergefahr im Hause*, 1922.
 FLECK H., *Ueber Flammensicherheit und Darstellung flammensicherer Gegenstände*, Dresden, 1882.
 FÖLSCH A., *Ueber Theaterbrände und über die für das neue Opernhaus in Wien getroffenen Sicherheits Massregeln*, Wien, 1870.
 ID., *Theaterbrände und die zur Verhütung derselben erforderlichen Schutz-Massregeln*, Hamburg, 1882.
 FRIED R., *Katechismus des Sanitäts. Wesens bei den Feuerwehren*, 1903.
 ID., *Katechismus des Feuerlösch- und Feuerwehrens*, 1899.
 GAUTSCH K., *Das chemische Feuerlöschwesen, ecc.*, 1891.
 GRONWALD H., *Das Feuerlöschwesen auf See*, 1903. *Handbuch der Architektur*. Dritter Teil, 6 Band. *Sicherungen gegen Feuer, etc.*, Darmstadt, 1891.
 JUNG L., *Die Feuersicherheit in öffentlichen Gebäuden*, München, 1879.
 KRAMEYER C., *Bekämpfung der Schadenfeuer*, 1901.
 KRAMEYER N., *Organisation der Feuerwehren*, 1897.
 MEISSNER O., *Vergleichende Versuche über die Feuersicherheit von Speicherstützen*.
 MERZ L., *Feuerschutz in Häusern und Betrieben*, 1928.
 MOLLTOR, *Feuer-Schutz v. -Trutz*, 1902.
 MÖLLER M. e. LÜHMANN R., *Ueber die Widerstandsfähigkeit auf Druck Beanspruchter eiserner Baukonstruktiontheile bei erhöhter Temperatur*, Berlin, 1888.
 REICHEL M., *Die Automobil-Löschzug der Berufs-Feuerwehr*, Hannover, 1903.
 RICHTER M. M., *Die Benzinbrände in den chemischen Wäschereien*, 1923.
 RITGEN O. v., *Schutz der Städte vor Schadenfeuer*, 1912.
 RUDOLFFI J., *Die Brandlöschung*, 1901.
 SCHOLLE J., *Ueber Imprägnationsverfahren als Schutz-massregel gegen Feuersgefahr*, Dresden, 1883.
 ÜBER R., *Feuerschutz- und Feuerlöschrichtungen in preussischen Staatsgebäuden unter Berücksichtigung der Siedlungsbauten*, 1922, Ernst e Sohn, Berlino.
 VENERAUD W., *Asbest und Feuerschutz, etc.*, Wien, 1886.
 WEINGART A., *Handbuch für das Untersuchen von Brandstiftungen*, 1895.

Publicazioni Inglesi.

- BRAIDWOOD, *Fire, its Prevention and Extinguishing*, 1913.
 FREITAG J. K., *The Fire proofing of steel buildings*, 1899.
 HEASTMANN J. H., *The preservation of life and property*, London, 1882.
 HOLT, *Fire Protection in Buildings*, 1913.
 INGLE H. e. H., *The Chemistry of Fire and Fire Extinguishing*, 1900.
 MERRYWEATHER J. C., *Fire protection of mansions. How to prevent fires, etc.*, London, 1884.
 SACHS E. O., *Fire and Public Entertainments*, 1897.
 SCHWARTZ DR. v., *Fire and Explosion Risks*, 1903.

§ B — Sicurezza contro la rovina dei fabbricati (terremoti).

Pubblicazioni Italiane.

- AGAMENNONE G., *La registrazione dei terremoti*, Roma, 1906.
- Albo della Società fotografica Italiana. Messina e Reggio prima e dopo il terremoto del 28 dicembre 1908, Firenze, Milano.
- ALFANI G., *I terremoti e le case*, Firenze, 1905.
- ALFANO G. B., *Sismologia moderna*, Hoepli, Milano, 1910.
- BARATTA M., *Sopra le zone sismologicamente pericolose delle Calabrie*, Voghera, 1906.
- Id., *Carta sismica d'Italia*, Voghera, 1901.
- Id., *I terremoti della Calabria*, Roma, 1885.
- Id., *L'acquedotto pugliese e i terremoti*, Riva e Zolla, Voghera, 1905.
- Id., *I terremoti d'Italia*, Torino, 1901.
- BERTELLI T., *Alcuni appunti sul terremoto del 7 ottobre 1874 e descrizione speciale di esso nella città di Firenze*, Roma, 1875.
- BOCCARDO G., *Sismopirologia, terremoti, vulcani ed oscillazioni del suolo*, Genova, 1869.
- BRAMBILLA G., *Il terremoto*, Maffezzoni, Cremona, 1909.
- CONTI D., *Memoria e statistica sui terremoti nella provincia di Cosenza nell'anno 1870*, ecc. Cosenza, 1871.
- Contributo alla ricerca delle norme edilizie per le regioni sismiche. - Atti del R. Istituto di incoraggiamento di Napoli, Serie VI, vol. VI.
- COSTANZI G., *Bradisismi e terremoti*, 1915.
- DAL PRA A., *Il problema delle case nei paesi del terremoto*, Portogruaro, 1909.
- Id., Id., Id. - *Atti del Collegio Veneto Ingegneri (estratto)*, Venezia, 1909.
- DANUSO A., *Notizie sull'impiego della mtematica negli ordinari problemi di scienza delle costruzioni (Estratto dai Rendiconti del « Seminario Matematico e Fisico di Milano)*, Milano, 1928.
- Id., *Sulla statica delle costruzioni asismiche (estratto c. s.)*, Milano, 1929.
- DE MARCHI L., *Trattato di geografia fisica*, Milano, 1901.
- DE ROSSI ST., *La meteorologia endogena*, Milano, 1879.
- DONGHI D., *Organi di difesa e sistemi di ricostruzioni (per il disastro meridionale)*, Ferrari, Venezia, 1909.
- FAVARO A., *Intorno ai mezzi usati dagli antichi per attenuare le disastrose conseguenze dei terremoti (Atti del R. Istituto Veneto di Scienze, Lettere e Arti. Serie IV, 1873-74. - Serie V, 1874-75)*, Venezia.
- Id., *Norme di costruzione per aumentare la resistenza degli edifici contro il terremoto (Atti c. s., Serie VI, 1883-84)*, Venezia.
- FUCHS C., *Vulcani e terremoti*, Milano, 1881.
- FUSCO G., *Le case sospese*, Napoli Morano, 1884.
- GALLI I., *I terremoti del Lazio*, Velletri, 1906.
- Id., *Sulla forma vibratoria del moto sismico*, Roma, 1888.
- GATTA L., *L'Italia, sua formazione, suoi vulcani e terremoti*, Milano, 1882.
- Id., *Sismologia*, 1884.
- Id., *La sismologia ed il magnetismo terrestre secondo le più recenti osservazioni fatte in Italia*, Roma, 1875.
- GENTILE C., *Per lo studio dei terremoti*. Numero unico « Pro Sicilia e Calabria », Torino, 1909.
- GORIAN A., *Appendice e note al Catalogo dei terremoti veronesi*, Franchini, Verona, 1887.
- Id., *Storia sismica della Provincia di Verona, con Catalogo dei terremoti veronesi dal 243 d. C. al 1866*, Verona, 1880.
- GRABLOVITZ G., *Il terremoto di Casamicciola (1883)*, Trieste, 1883.
- Id., *Nuova teoria sismica delle marce*, Trieste, 1876.
- GRECO L. M., *Delle principali opere intorno ai calabri terremoti dal 1783 al 1854, ecc.*, Cosenza, 1856.
- LOPERFIDO A., *Relazione della Commissione Reale incaricata di designare le zone più adatte per la ricostruzione degli abitati colpiti dal terremoto del 28 dicembre 1908 e da altri precedenti. Livellazione geometrica di precisione ecc.*, Roma, 1909.
- MACCIONE A., *Nuova scoperta nel campo della sismologia*, Siena, 1909.
- MASCIARI-GENOESE, *Trattato di costruzioni antisismiche*, Hoepli, Milano, 1915.

- MERCALLI G., *I vulcani attivi della terra*, Milano, 1883.
- Id., *Vulcani e fenomeni vulcanici in Italia*, Milano, 1883.
- Id., *I terremoti della Liguria e del Piemonte*, Napoli, 1897.
- Id., *I terremoti della Calabria meridionale e del Messinese. - Memoria Soc. dei XL*, Roma, 1897.
- NICOLOSI G., *Edilizia asismica*, Utet, Torino.
- PALMIERI L., *Nuove nozioni di fisica sperimentale e di fisica terrestre*, Napoli, 1883.
- PARONA C. F., *Trattato di Geologia*, 1903.
- PIGNATARI F. L., *Il terremoto di Calabria del 16 novembre 1894*, Monteleone, 1895.
- PILLA L., *Poche parole sul terremoto che ha desolato i paesi della Costa Toscana*, Vannuschi, Pisa, 1846.
- PRIOLO D. A., *Le costruzioni antisismiche*, Principato, Messina, 1930.
- Raccolta delle disposizioni speciali pei comuni colpiti dal terremoto del 28 dicembre 1908*. Società Editrice Lombarda, Milano, 1909.
- RECUPITO I. C., *De vesuviano incendio nuntius*, Napoli, 1632.
- Relazione della Giuria, per il concorso per costruzioni edilizie nelle Regioni italiane soggette a movimenti sismici*, Milano, 1909.
- ROSSI L. V., *Le case resistenti ai terremoti (Estratto Atti del Reale Istituto Veneto di S. L. A. di Venezia)*, Venezia, 1909.
- RUFFOLO F., *La stabilità sismica dei fabbricati*, 1912.
- SARCONI M., *Istoria dei fenomeni del tremuoto avvenuto nelle Calabrie e del Valdemone nell'anno 1783*, Napoli, 1784.
- SERPIERI A., *Sullo studio della perturbazione elettrica, foriera del terremoto*, Firenze, 1888.
- Id., *Sul terremoto avvenuto in Italia il 12 marzo 1873*, Firenze, 1888.
- Id., *Scritti di sismologia nuovamente raccolti e pubblicati da GIOVANNI GIOVANNOZZI*, Firenze, 1888.
- SILVESTRI O., *I fenomeni vulcanici presentati dall'Etna nel 1863-64-65-66 considerati in rapporto alla grande eruzione del 1865*, Catania, 1867.
- STACCHIOTTI O., *I terremoti e la sismologia all'alba del secolo XX*, Sonzogno, Milano.
- STIATTESI R., *Nuove formole per la determinazione delle distanze degli epicentri sismici coi dati dei sismogrammi*, Firenze, 1905.
- STOPPANI A., *Corso di geologia con aggiunte di A. Maltandra*, Milano, 1900.
- TOLEDA (DA) G. P., *Ragionamento del terremoto del nuovo monte, dell'aprimiento della terra di Pozzuoli nell'anno 1538 e della significazione di essi*, Napoli, 1539.
- UZZIELLI G., *Le commozioni telluriche e il terremoto del 23 febbrajo 1887*, Roux, Torino, 1887.
- Id., *I terremoti calabro-siculi del 1908-909*, Ricci, Firenze, 1909.
- VIVENZIO G., *Istoria dei terremoti avvenuti nella provincia di Calabria ulteriore e nella città di Messina nell'anno 1783 e di quanto nella Calabria fu fatto per lo suo risorgimento fino al 1787, preceduta da una teoria ed istoria generale dei terremoti*, Napoli, 1788.

Pubblicazioni Francesi.

- BOURLOT J., *Histoire des tremblements de terre ressentis en Alsace et dans les pays de Bâle*, 1886.
- COIGNET F., *Projet primé (Concorso della Società Coop. Lombarda, sotto gli auspicii del Collegio degli Ingegneri di Milano)*. Estratto dal Giornale: *Le ciment armé*, del giugno 1909.
- DELAUNEY J., *Lois des grands tremblements de terre et leurs prévision*, Paris, 1884.
- DE RICHARD A., *La terre menacée (tremblements de terre, comètes, volcans, etc.)*.
- ESCARD J., *Les phénomènes volcaniques, leurs causes, leurs effets*.
- FAVRE, *Mémoire sur les tremblements de terre ressentis en 1855*, Genève, 1856.
- FLAMMARION C., *Les éruptions volcaniques et les tremblements de terre*, 1902.
- FOUQUÉ F., *Les tremblements de terre*, Paris, 1889.
- GUARINI E., *Les tremblements de terre, leur origine électrique possible, les tremblements de terre au Pérou*. Dunod et Pinat, Paris, 1906.

- HEIM A., *Les tremblements de terre et leur étude scientifique*, Zurich, 1880.
 JOUSSEAUME J., *Rélatiions sur les volcans et les tremblements de terre*, 1910.
 LAPPARENT A. (DE), *Volcans et tremblem* de terre, 1912.
 LONGRARE P. (DE), *Étude sur les tremblements de terre*, 1895.
 MIRON F., *Étude des phénomènes volcaniques*.
 MONTESSU DE BALLORE, *Les tremblements de terre. Géographie séismologique*, Colin, Paris, 1906.
 ID., *L'art de construire dans les pays à tremblement de terre*, Leipzig, Engelmann, 1904.
 ID., *La science séismologique*, Paris, 1907.
 RUDOLPH E., *Catalogue des tremblements de terre de l'année 1903, parvenus à la connaissance de la Station Centrale séismologique de Strasbourg*, Leipzig, 1905.
 SAINTIGNON F. (DE), *Sur les tremblements de terre*, 1903.
 SUESS E., *La face de la terre*.
 TEISSONNIER M., *Idées nouvelles sur les tremblements de terre*, Paris, 1909.
 VELAIN CH., *Les tremblements de terre récents (Californie 1906, Messine 1903, Provence 1909)*, Delagrave, Paris, 1909.
 VINOT L., *Étude sur les tremblements de terre*, 1893.
 ZURCHER et MARGOLLÉ, *Volcans et tremblements de terre* (Bibliothèque des Merveilles).

Publicazioni Tedesche.

- DECHEN V., *Gutachten über die Bodensenkungen in und bei der Stadt Essen*, Bonn, 1869.
 Handbuch der Architektur., *Sicherung gegen Feuer, Blitzschlag, Bodensenkungen und Erderschütterungen*, III Theil, 6 Band, Darmstadt, 1891.

- HENNIG E., *Erdbebenkunde*, Leipzig, 1909.
 HOERNERS R., *Erdebebenkunde*, 1893.
 SCHMIDT F. J., *Studien über Erdbeben*, Leipzig, 1875.
 SIEBERG A., *Handbuch der Erdbebenkunde*, Braunschweig, 1904.
 ID., *Der Erdball, seine Gutwicklung und seine Kräfte*, Esslingen und München, 1908.
 ID., *Methoden der Erdbebenforschung*, Stuttgart, 1908.
 SPILLNER, *Sicherung der Gebäude gegen die Wirkungen des Erdbebens*. Central. d. Bauverw., 1881.
 SUESS E., *Die Erdbeben des südlichen Italien*, Wien, 1874.
 VULCOVIC A., *Erdbeben und Magnetnadel*, 1899.

Publicazioni Inglesi.

- HAYFORD J. F. e BALDWIN A. L., *The earth movements in the Californic Earthquake of 1906*, Washington, 1907.
 HOBBS W. H., *Earthquakes. An introduction of seismic geology*, London, 1908.
 LAWSON A., *The California Earthquake of 18 April 1906*, Washington, 1909.
 MALET R., *The great Neapolitan earthquake of 1857*, London, 1862.
 MILNE J., *Earthquakes and other Earth movements*, London, 1886.
 OMORI F., *Note on Applied Seismology*, Strasburgo, 1901.
 SADERRA MASO, *The relation of seismic disturbances in the Philippines to the geologic structure*, Manille, 1914.

§ C — Sicurezza contro la rovina dei fabbricati (folgore, esplosione, scoppi).

Publicazioni Italiane.

- BORGHINI N., *Il vero responsabile dell'immane disastro di Spezia*, Arezzo, 1922.
 ID., *Parafulmini perfezionati*, Arezzo, 1906.
 ID., *Il parafulmine di Franklin e lo « Scaricatore » di Borghini*, Arezzo, 1914.
 ID., *I « Diseletrizzatori delle nubi »*, Arezzo, 1923.
 CANESTRINI E., *A proposito delle esperienze di O. Lodge sulle scariche elettriche: applicazione ai parafulmini*, Padova, 1894.
 ID., *Fulmini e parafulmini*, Hoepli, Milano, 1888.
 CIRLA E., *Il fulmine e il parafulmine*, Milano, 1888.
 DELL'ACQUA C., *Norme pratiche per ben costruire ed applicare i parafulmini*, Milano, 1872.
 DELLA RICCIA A., *Studio sui parafulmini*, 1899.
 DEL LUNGO C., *Offese e difese elettriche sull'antico e sul nuovo campanile di S. Marco*, Venezia, 1916.
 ID., *Sopra l'originalità dei « Parafulmini perfezionati » del sistema Borghini*, Arezzo, 1916.
 FOLGHERAITER G. e CANCANI A., *Norme per l'impianto dei parafulmini secondo le teorie moderne sulla propagazione dell'elettricità*, con prefazione di P. BLASENIA, Torino, 1893.
 GUARNIERI T., *Impianti di parafulmini*.
 GIORELLI S., *Omaggio di un'idea all'XI Congresso degli Ingegneri e Architetti italiani*, Saluzzo, 1906.
 MEARDI P., *Parafulmini* (nell'Annuario dell'Elettricità, Anno III, 1886).
 MOZZONI G., *Un fulmine ascendente per fatto di un parafulmine* (Dal Giornale dell'Ing. Architetto), Salvi, Milano, 1854.
 MURANI O., *Parafulmini. - Studio teorico-sperimentale premiato col gran premio della fondazione Cagnola dal R. Istituto Lombardo di Scienze e lettere*, 1893.
 ROVELLI C., *Il fulmine. - Osservazioni, esperienze, considerazioni*, Pavia, 1896.
 SERRA-CARPI G., *I diversi sistemi di parafulmini*, 1900.
 TOALDO G., *Dell'uso dei conduttori metallici a preservazione degli edifici contro i fulmini*, Antonio Zatta, Venezia, 1774.
 ID., *Dei conduttori per preservare gli edifici dai fulmini*, Venezia, 1778.

- VIACINNA C., *Del fulmine e della sicura maniera di evitarne gli effetti. Dialoghi tre di CARLO VIACINNA a MATTEO ALLAGIA. - Federico Agnelli, Milano, 1766.*
 VISCIDI P., *Sull'applicazione dei parafulmini alle officine ed edifizii*, 1912.

Publicazioni Francesi.

- CALLAUD A., *Traité des paratonnerres, leur utilité, leur théorie, leur construction*, Paris, 1874.
 De la construction des paratonnerres, Paris, 1868.
 FONVIELLE W. (DE), *De l'utilité des paratonnerres et de la nécessité de les controter*, Paris, 1874.
 GAY-LUSSAC et POUILLET, *Instruitions sur les paratonnerres*, Paris, 1874.
 GRENET T., *Du danger des grandes tipes de paratonnerres et de la nécessité d'appliquer le système économique*, Paris, 1885.
 Instruction sur les paratonnerres, adoptée par l'Académie des Sciences, 1824.
 JARRIAUT B., *Étude sur les paratonnerres*, Paris, 1887.
 ID., *La vérité sur les paratonnerres dits économiques et sur les dangers qu'ils présentent*, Paris, 1885.
 MELSSENS, *Des paratonnerres à pointes, à conducteurs et à raccordements terrestres multiples*, Bruxelles, 1877.
 Notes sur la construction des paratonnerres, Paris, 1887.
 PERRIN P., *Étude sur les éclairs*, Paris, 1873.
 PERRIN-GRADOS, *Notice sur les paratonnerres, leur utilité, leur emploi*, Paris, 1890.
 RIEFFAULT, *Électricité atmosphérique*, Encyclopédie Roret, Paris.
 ZENGER K. V., *Les paratonnerres symétriques*, Nancy, 1887.
 FLAMMARION C., *Les caprices de la foudre*, Flammarion, Paris.
 SACHS A., *Nouveau parafoudre en serie inventé par M. Gola*, Liège, 1903.

Publicazioni Tedesche.

- BIGOT P., *Anweisung zur Anlegung, Construction und Verauschtung der Blitzableiter*, Glogau, 1834.
 BISCAU W., *Blitzschutz-Einrichtungen*.

- BÖCKMANN J. L., *Ueber die Blitzableiter*. Neue Aufl. von G. F. WUCHERER, Karlsruhe, 1830.
- BRAUN v. BRAUNTHAL, *Herstellung u. Prüfung v. Gebäude-Blitzableitern*, 1913.
- BUCHNER O., *Die Konstruktion und Anlegung der Blitzableiter zum Schutze aller Arten von Gebäuden und Seeschiffen nebst Anleitung zu Kostenvorausschlägen*, Weimar, 1887.
- ERFURTH C., *Hanstelegraphie, Telephonie, Blitzableiter, ecc.*, Berlin, 1896.
- FELLENBERG-ZIEGLER A. V., *Ueber Blitzableiter*, Bern, 1888.
- FINDEISEN F., *Praktische Anleitung zur Herstellung einfacher Gebäude-Blitzableiter*, Berlin, 1906.
- FRANKLIN E., *Blitzlicht*, Frankfurt, 1896.
- GRUNER O., *Die Blitzableiter nach ihrer Accorndung und praktischen Ausführung*, Leipzig, 1882.
- GÜTLE J. C., *Neue Erfahrungen über die beste Art, wohlfeile und dauerhafte Blitzableiter Anzulegen*, Nürnberg, 1812.
- HEILEMANN F. I., *Der Blitzableiter*, Görlitz, 1880.
- HOLTZ W., *Ueber die Theorie, die Anlage und die Prüfung der Blitzableiter etc.*, Greisswald, 1878.
- Instruktionen über die Herstellung v. Blitzableitungen bei Militär gebäuden*, Wien, 1896.
- IMHOF v., *Theoretisch-praktische Anweisung zur Anlegung und Erhaltung zweckmässiger Blitzableiter*, München, 1816.
- JENISCH P., *Haustelegraphie. Eine gemeinverständliche Anleitung zum Bau v. elektrischen Haus-telegraphen - Telephon - u. Blitzableiter -Anlagen*, Berlin, 1897.
- KARSTEN G., *Ueber Blitzableiter und Blitzschläge in Gebäude, welche mit Blitzableitern versehen warm*, Kiel, 1877.
- KLASEN, *Die Blitzableiter in ihrer Konstruktion und Anlage*, Kühnmann, Dresden, 1898.
- KOLONITS J., *Blitz- u. Blitzableiters, Anleitung zur Herstellung und Prüfung von Blitzableiteranlagen auf Gebäuden jeder Art*, Köln, 1894.
- LECHER T., *Neues über Blitzableiter*, Wien, 1891.
- LEDER P., *Blitzschäden und ihre Verhütung*, Hirschberg, 1886.
- Leitsätze über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz*, 1903.
- LESSER, *Ueber Blitzschutz*, 1903.
- LINDNER M., *Der Blitzschutz*, 1901.
- LÜDICKE A., *Praktisches Handbuch für Kunst-Bau- und Machinenschlosser*, Weimar, 1878.
- MEIDINGER H., *Anlage der Blitzableiter*, Karlsruhe, 1899.
- ID., *Geschichte des Blitzableiter*, Karlsruhe, 1888.
- MITTELSTRASS, *Die Blitzableiter nach den neusten Erfahrungen und zweckmässigen Constructionen*, Magdeburg, 1877.
- MIX, *Anleitung zum Bau elektrischen Haustelegraphen, Telephon - Kontroll - u. Blitzableiter - Anlagen*, 1913.
- NEESEN F., *Die Blitzgefahren - Einfluss d. Gas und Wasserleitungen auf Blitzgefahren*, Berlin, 1891.
- NIPPOLDT W. A., *Die Entstehung der Gewitter und die Prinzipien des Zweckes und Baues der Blitzableiter*, Frankfurt, 1897.
- REIMARIUS J. A. H., *Vorschriften zur Blitzableitung*, Hamburg, 1794.
- TIEMANN C., *Der Blitzableiter, etc.* Freiburg i. B., 1886.
- URBANITZKI A., *Blitz und Blitz - Schutzvorrichtungen*, Wien, 1896.
- ZEDA U., *Elektrische Glukensignale, Telephone und Blitzableiter*, Wien, 1905.
- WALTENHOFEN A., *Ueber Blitzableiter - Vorschriften für deren Anlage nebst einem Anhang mit Erläuterungen zu denselben*, Braunschweig, 1890.

Publicazioni Inglesi.

- ANDERSON R., *Lightning Conductors*, 1885.
- FONVIELLE (DE), *Thunder and Lightning*, New-York, 1886.
- HEDGES K., *Modern lightning conductors*, London, 1906.
- LODGE O. J., *Lightning Conductors and Lightning Guards. Treatise on the Protection of Buildings, of Telegraph Instruments and Submarine Cables, etc.*, 1892.
- ID., *Protection of Buildings from Lightning*, London, 1888.
- MOLLOY G., *Lightning, thunder, and Lightning Conductors*, New-York, 1890.
- SPANG H. W., *A Pratical Treatise on Lightning Conductors*, New-York.

CAPITOLO II. — L'acustica e l'ottica nei fabbricati

(DANIELE DONGHI)

I. — ACUSTICA

A) — Generalità.

Come risulta dalla trattazione che si è fatta dei vari edifici, la questione della acustica e dell'ottica, o più particolarmente della visibilità, è per alcuni di essi di importanza capitale: ma questa fu invece, e lo è tuttora, quasi sempre trascurata dalla maggior parte degli architetti. Parecchie ne sono le cause e cioè: 1° la mancanza, o la insufficienza, di cognizioni relative all'acustica, tanto sotto l'aspetto teorico quanto sotto quello delle pratiche applicazioni; 2° il risultato talvolta negativo ottenuto da certi architetti che si studiarono di applicare le norme indicate come utili per una buona acustica, e perciò l'avversione ad esse; 3° il risultato invece positivo ottenuto casualmente e da ciò la convinzione della inutilità di tali norme, ritenute ipotetiche; 4° il desiderio di soddisfare un'estetica che sarebbe incompatibile con le disposizioni volute dall'acustica; 5° infine le contraddittorie conclusioni a cui giunsero architetti e studiosi della materia, e il tassativo giudizio espresso da qualcuno, che cioè in fatto di acustica si deve affidarsi al caso (1).

Nessuno però può negare che l'acustica, ossia la produzione e la propagazione del suono, va soggetta a leggi fisiche come la luce e il calorico, e quindi, se per questi due agenti tali leggi trovarono applicazioni pratiche, le debbono pur trovare quelle dell'acustica, nonostante le difficoltà che le possono contrastare, a causa della forma, delle dimensioni, delle disposizioni dei locali, in cui i suoni devono prodursi e propagarsi, delle condizioni ambientali di detti locali, dei materiali con cui sono costruiti, delle loro decorazioni, del loro addobbo, dello stato dell'aria più o meno calda, tranquilla o in movimento (ventilazione), e infine del numero maggiore o minore delle persone occupanti i locali medesimi.

Non è il caso di trattare qui l'argomento sotto l'aspetto scientifico, ma riteniamo necessario riassumere brevemente ciò che più importa di sapere per ottenere un buon risultato acustico in un locale qualsiasi.

a) *Audizione.* — Perchè un suono sia percepito è necessario che fra l'orecchio e il punto di emissione del suono, o *centro fonico*, esista un veicolo nel quale il suono si propaghi. Il veicolo è ordinariamente l'aria, ma può esserlo qualunque corpo solido, liquido o gasoso, avvertendo che i corpi anelastici, o poco elastici, quali le stoffe soffici,

(1) CARLO GARNIER quando progettò il nuovo *Opéra* di Parigi, si occupò della questione acustica e nel suo libro « Le Théâtre » (Parigi 1871) così si esprime: « L'acoustique est une science positive en ce qui touche les expériences de laboratoire et en ce qui se rapporte à la physique proprement dite. Mais elle devient hésitante et à peu près nulle lorsqu'elle s'attache à des questions pratiques et surtout lorsqu'elle se préoccupe de la sonorité des salles de spectacle... Il en est qui, presque identiques de forme, de dispositions et de dimensions, ont des qualités très variables: celle-ci est bonne, celle-là est mauvaise; l'une frémit au moindre coup d'archet, c'est une salle nerveuse; l'autre ne vibre même pas sous l'influence d'un orchestre entier, c'est la salle lymphatique; puis un écho se produit dans le jour, qui disparaît le soir, ou se fait entendre le soir, qui disparaît dans le jour alors que la salle est vide, et les annotations que l'on fait sur ce point, et les comparaisons, et les recherches minutieuses, tout cela se confond dans un interminable gâchis, dans un labyrinthe inextricable ».

l'argilla umida, la cera e simili, come pure gli strati di materiali incoerenti, sabbia, segatura di legno, ecc., sono cattivi conduttori del suono, o lo smorzano completamente. Perchè un suono possa essere identificato occorre $\frac{1}{40}$ di secondo. Il suono è prodotto da vibrazioni di un corpo, che si trasmettono al veicolo, e a seconda del numero delle vibrazioni il suono è più o meno acuto, più o meno grave, ciò che costituisce l'altezza del suono. Il suono più grave sensibile all'orecchio umano è dato dalla nota ut_2 della scala musicale, prodotta da 16 vibrazioni doppie al 1'' (andata e ritorno). È la nota che emettono i più lunghi tubi dell'organo. La nota più grave della voce umana corrisponde a 64 vibrazioni doppie: è la nota estrema a cui discende la voce dei « bassi profondi ». Il *la*, che serve ad accordare gli strumenti d'orchestra, è il la_3 corrispondente a 435 vibrazioni doppie. I suoni che oltrepassano 20.000 vibrazioni

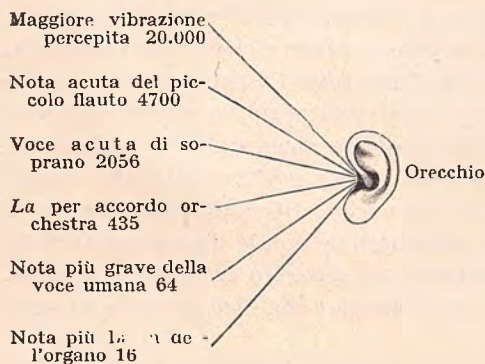


Fig. 158.

Scala di vibrazioni al minuto secondo.

non sono più percettibili, perchè la loro frequenza è tale che gli organi uditivi non sono più messi in movimento (fig. 158). Esistono però suoni di 40-50-60 mila vibrazioni, detti « ultra-suoni ». L'audizione è favorita dalla oscurità: il Gailhard ha riconosciuto che la luce non turba il suono ma impedisce di percepirlo. È un effetto fisiologico. Così pure si ode meglio quando si vede l'oratore o il cantante.

b) *Propagazione del suono.* — Il suono si trasmette a onde come quelle prodotte da un corpo che cade in acqua tranquilla, e per ogni onda alternativamente dilatata e condensata si hanno *ventri* e *nodi*; le

onde sono poi più o meno lunghe a seconda della minore o maggior frequenza e rapidità delle vibrazioni prodotte nel veicolo trasmettente, o nel corpo vibrante. Il movimento di andata e ritorno di una molecola d'aria si effettua longitudinalmente, cioè nella direzione rettilinea di propagazione, mentre per le onde dell'acqua e della luce le oscillazioni sono trasversali, perpendicolari alla direzione di propagazione. Avvenendo questa in tutti i sensi, cioè secondo superficie sferiche, va man mano perdendo di intensità coll'aumentare della distanza di tali superficie dal centro fonico, fino ad annullarsi. Perciò la intensità è in ragione inversa delle superficie sferiche concentriche di propagazione, e siccome queste stanno fra loro come i quadrati dei raggi, ossia della loro distanza dal centro fonico, così *l'intensità del suono è in ragione inversa dei quadrati delle distanze*. L'intensità aumenta quando all'onda si impedisce di espandersi.

c) *Velocità del suono.* — La velocità del suono nell'aria secca alla temperatura di 0° e alla pressione ordinaria è di m. 332 per minuto secondo, lunghezza che aumenta di circa 60 centimetri per ogni grado di aumento della temperatura, e quindi alla ordinaria di 15° è di circa 340 metri. Nell'acqua è di m. 1435; nell'idrogeno di 1269; nell'acido carbonico di 116, che è il più attivo conduttore del suono.

d) *Riflessione del suono.* — Quando un raggio sonoro incontra una superficie resistente si riflette; l'angolo di riflessione è uguale a quello d'incidenza e i due angoli giacciono nel medesimo piano. Se il raggio riflesso incontrerà un'altra superficie subirà una nuova riflessione, diminuendo d'intensità, la quale continuerà a diminuire per successive riflessioni fino ad annullarsi. In un locale ordinario il Sabine ha trovato che prima di estinguersi, il suono può subire 200 a 300 riflessioni successive. Nella fig. 159, in cui A B C D rappresenta la pianta di un locale e O il centro fonico, si vede come

il raggio 01 si rifletta in $1-1^1$ poi in 1^1-1^2 , 1^2-1^3 , 1^3-1^4 , 1^4-1^5 , ecc. Naturalmente oltre a queste riflessioni dalle pareti se ne hanno altre dal soffitto e dal pavimento.

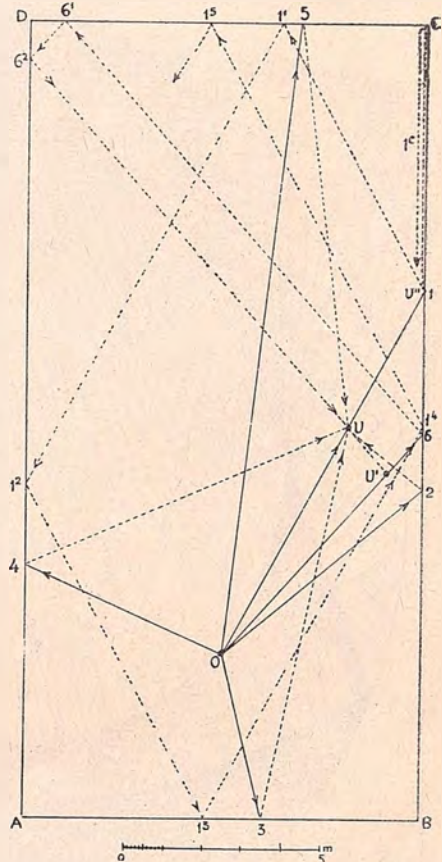
Un uditore che sia in U riceverà il suono diretto OU, e siccome un suono si propaga in tutti i sensi, vi saranno dei raggi diretti, come per es. O2, O3, O4, O5, i cui raggi riflessi passeranno per U, sicchè l'uditore sentirà il suono rinforzato, semprechè la differenza fra il percorso del suono diretto e del riflesso non superi circa 22 metri, ciò che corrisponde a circa $\frac{1}{16}$ di secondo, cioè all'intervallo che passa fra l'arrivo all'orecchio del suono diretto e del riflesso. Se l'intervallo è minore i due suoni si confondono e vi ha rinforzo. Ciò dipende in gran parte dal fatto che tanto per l'orecchio, come per l'occhio, il movimento che produce la sensazione fisiologica si prolunga di qualche brevissimo istante invece di cessare bruscamente colla causa producente il movimento. Se quell'intervallo è maggiore allora ha luogo l'eco, cioè l'orecchio dopo aver percepito il suono diretto, percepisce il riflesso, che è una ripetizione del diretto, e siccome il riflesso può sovrapporsi a un suono diretto successivo al primo, così ne nascono delle vere dissonanze e nocive confusioni. L'uditore U non sentirà eco, perchè la differenza fra $(O2 + 2U) - OU$ e simili, compresa quella fra OU e la somma dei raggi riflessi di O6, è sempre minore di m. 22, mentre l'uditore U' sentirà dopo il suono diretto OU' quello riflesso che ritorna in U' dopo tre riflessioni, e con un percorso di m. 30,2. Siccome

$$OU' = 6,20, \text{ così } 30,2 - 6,20 = 24,$$

superiore a m. 22. La differenza è piccola, ma l'eco sarà percettibile. Langhans nota che l'eco si produce certamente con $\frac{1}{9}$ di secondo fino a $\frac{1}{18}$, ciò che corrisponde a m. 38 e 19 (1).

Una parete continua riflettente e vicina all'oratore, o all'uditore (a una distanza inferiore di 11 metri nel caso di raggio sonoro normale alla parete) rinforza quindi tanto la voce emessa quanto la udita: ma le successive riflessioni su parecchie pareti, ancorchè vicine, possono nuocere alla nettezza dell'audizione.

La temperatura dell'aria e la differenza di grado nella temperatura fra parti



UU'U'', uditori; O1, O2..... O6, raggi diretti; 1¹, 1¹1², 1²1³... 2U, 3U, 5U, 6²U', raggi riflessi; 1C-1c, suono condotto e riflesso.

Fig. 159. — Riflessioni dei raggi sonori diretti in un locale rettangolare.

(1) Celebre è l'eco che si produce nel Battistero di Pisa. Emettendo una nota il suono si prolunga per molto tempo, per cui cantando successivamente tre o quattro note in cadenza, si ode, per effetto delle riflessioni, un bellissimo accordo che par di organo.

Al Santuario di Graglia (Biella), vi è un'eco che ripete distintamente un intero verso endecasillabo.

Un altro esempio di eco polifono monosillabo si ha sotto il ponte Mosca di Torino. Un grido, un colpo di mani, o di pistola, viene ripetuto moltissime volte: ad ogni ripetizione però il suono si indebolisce, e sembra che venga ripetuto a dati intervalli da una persona che fugga colla velocità del suono. Il numero delle ripetizioni evidentemente dipende dall'intensità del suono emesso, dal grado di silenzio nei dintorni e dalla tranquillità dell'aria.

Un'altra eco famosa è quella che si ode nel Palazzo della Simonetta presso Milano: ripete perfino cinquanta volte un colpo di pistola, ed una trentina di volte delle grida, o il battere delle mani.

diverse di un locale, hanno la loro influenza sulla direzione dei raggi sonori e specialmente sulla loro riflessione. Così una massa di aria calda estendentesi sopra la ribalta di un palcoscenico, produce una riflessione dei suoni emessi sul proscenio, e può disturbare grandemente l'audizione.

È però da tener conto della intensità del raggio riflesso: poichè quando esso incontra

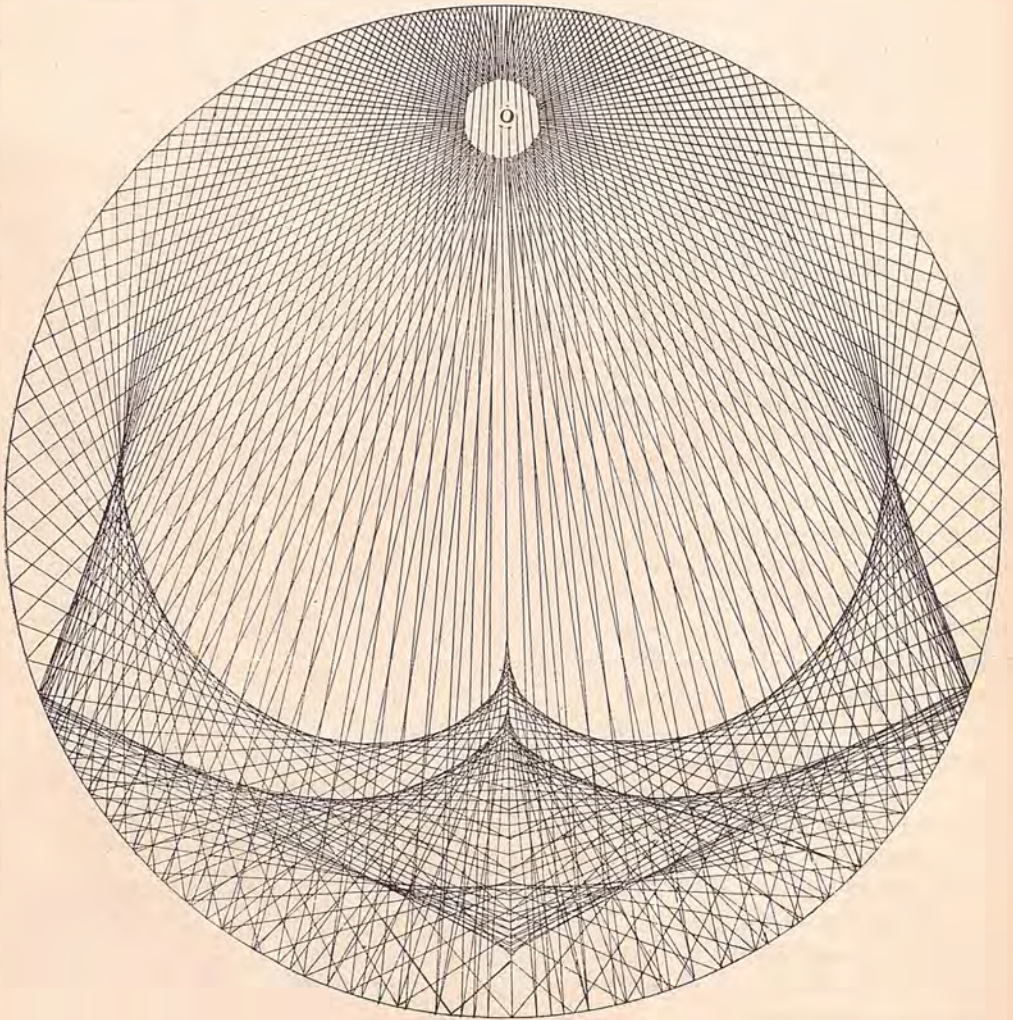


Fig. 160. — Concentrazione del suono in una sala circolare.

la superficie riflettente oltre a esser riflesso, è in parte assorbito e in parte condotto, ossia, per così dire, scorrente sulla superficie. La riflessione è maggiore quanto più elastica è la superficie; diminuisce col decrescere del grado di elasticità, e la conduzione sarà maggiore quanto più liscia sarà la superficie.

L'eco è dunque un fenomeno che si deve assolutamente evitare. Vedremo come.

e) *Concentrazione e dispersione dei suoni.* — Abbiamo visto come può avvenire un rinforzo del suono, ma quando i raggi riflessi giungenti all'orecchio vi giungono con intervalli molto diversi, il suono non è più limpido e si ha anche produzione di echi. Allora la *concentrazione* dei suoni è assolutamente sfavorevole alla buona audizione, ed essa dipende specialmente dalla forma e dimensioni del locale in cui il suono è emesso.

In una sala ellittica, per es., se un suono è emesso in uno dei fuochi, la concentrazione avverrà nell'altro fuoco: così la voce di un oratore collocato in prossimità di un fuoco sarebbe udita con forza da un uditore posto nell'altro fuoco, e anche con una certa nettezza, poichè la somma dei due raggi vettori è costante, mentre gli uditori posti nel resto della sala non la udirebbero che debolmente.

In una sala circolare i raggi sonori emessi da un centro fonico O (fig. 160) sono ripartiti assai irregolarmente. Da una parte e dall'altra del diametro passante per O, si formano dei gruppi molto densi di raggi sonori, concentrati e assordanti, tangenti a diverse curve quali si vedono nella figura. Risulta da ciò che sfavorevoli all'acustica sono le sale ellittiche e circolari e che invece della concentrazione conviene meglio la dispersione dei suoni. Questa è più o meno grande a seconda della forma delle superficie riflettenti. Il Langhans colle fig. 161, 162, 163 e 164 dimostra come il soffitto centinato (fig. 161) sia il meno adatto alla dispersione, poichè i raggi riflessi dei raggi emessi dal centro O, formano un gran fascio occupante quasi tutto il volume del locale. Il risultato sarebbe ancora peggiore quando il centro dell'arco fosse all'altezza dell'orecchio, poichè allora si formerebbe in tal punto un gruppo di raggi sonori. Il soffitto piano a unica superficie (fig. 162) è sempre sfavorevole, benchè in grado minore; la dispersione avviene già bene nel caso di volta a sesto acuto (fig. 163), ma meglio ancora quando la volta è cilindrica a pieno centro (fig. 164).

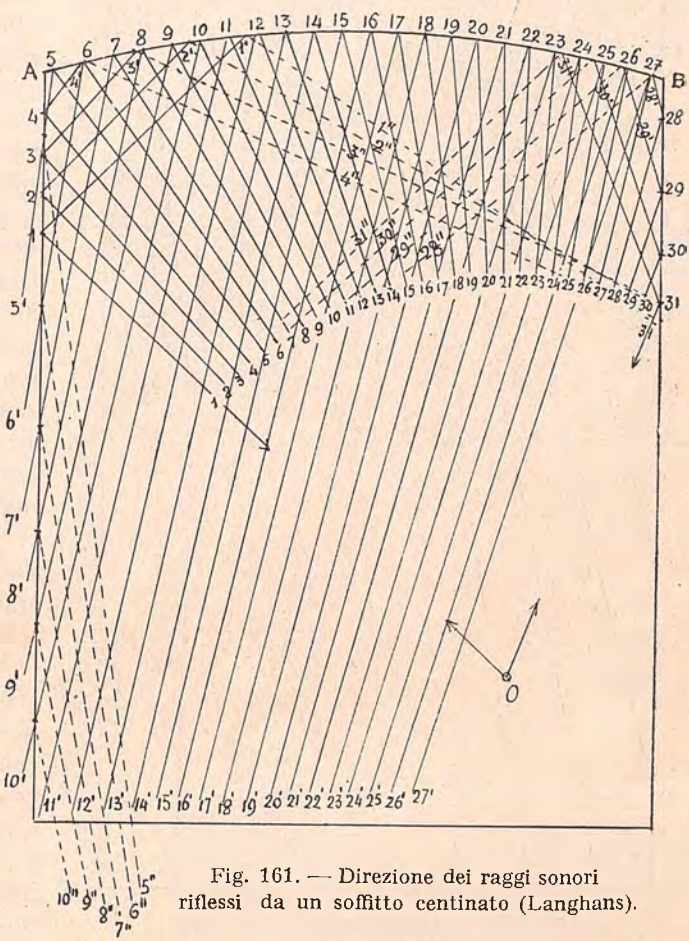


Fig. 161. — Direzione dei raggi sonori riflessi da un soffitto centinato (Langhans).

Esistono però dei locali di buona acustica nonostante che il loro soffitto sia piano (1), il quale non produce riflessione dannose: ciò che dipende soprattutto, o dalla natura dei materiali con cui il soffitto è formato, o da accidentalità della sua forma, come parti o decorazioni rilevate o incavate. Se la superficie di una volta invece di essere continua è provvista di nervature, come avviene, per es., per le volte gotiche, le onde sonore sono spezzate contro le nervature, e se tra queste gli spicchi sono concavi, come nella fig. 165, allora si ha una favorevole diffusione dei suoni. Di fatto i raggi diretti 1, 2 sono riflessi secondo le linee 1-1', 2-2', che si incrociano formando una concentrazione

(1) Piano è appunto il soffitto del teatro Scala di Milano (v. cap. XIX), il quale ha una buonissima acustica.

in prossimità della vòlta. La concentrazione avverrà tanto più in alto quanto maggiore è la concavità dello spicchio, o della calotta, perchè maggiore la divergenza dei raggi riflessi. Anche le scanalature producono un effetto di dispersione e così pure le colonne tonde (fig. 166 a) e quelle a fascio dello stile medioevale e gotico (fig. 166 b).

f) *Rifrazione dei suoni.* — Il suono è rifratto quando avendo una certa velocità

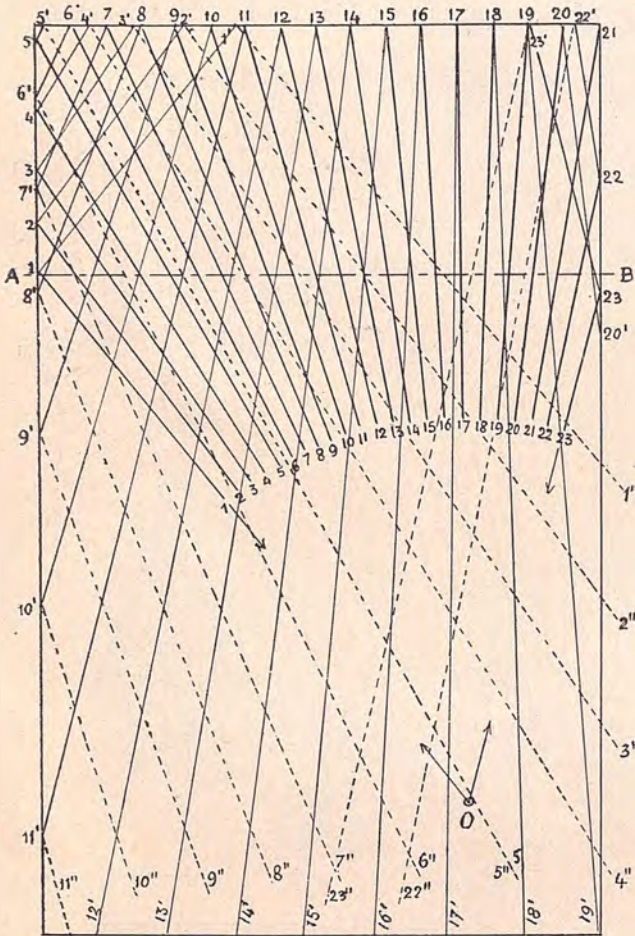


Fig. 162. — Direzione dei raggi sonori riflessi da un soffitto piano orizzontale (Langhans).

passa da un mezzo a un altro nel quale cambi di velocità. La rifrazione può essere contemporanea alla riflessione e questa sarà tanto minore quanto maggiore sarà la rifrazione. In una sala teatrale, per es., è assai difficile ottenere che non vi siano zone di aria più calde di altre, ancorchè esista un razionale sistema di ventilazione, come già accennammo trattando dei teatri, ecc. Se al di sopra del proscenio vi è una massa di aria più calda, essa produrrà rifrazione e riflessione dei suoni emessi sul proscenio, ove l'aria è meno calda. L'audizione sarà perciò molto disturbata.

g) *Inflessione dei suoni.* — Ha luogo quando il suono incontrando un ostacolo gli gira intorno perdendo di intensità.

h) *Condotta del suono.* — Un suono è condotto quando scorre, per così dire, lungo la superficie contro cui viene ad urtare e la conduzione è tanto maggiore quanto più liscia è la superficie (1). L'uditore posto in U'' (fig. 159) presso la parete BC riceverà il suono diretto O1 e il suono condotto CU'' poichè il raggio diretto O-1 si rifletterà in 1-1', ma in parte scorrerà lungo la parete fino all'angolo retto C, ove si rifletterà, ritornando a U'', secondo 1^o.

i) *Assorbimento del suono.* — Avviene quando il suono cade sopra una superficie non più atta a trasmetterlo, come già accennammo in a). Tutti i corpi soffici, anelastici,

(1) Se, ne ha prova nelle cosiddette *sale parlanti*, nelle quali parlando a voce bassa in un punto, senza che essa sia udita da una persona vicina, lo è invece da una che si trovi in un punto opposto. È un fenomeno che si nota, per es., nel S. Paolo di Londra, nella Galleria di Gloucester, nella cattedrale di Girgenti, nel Palazzo Ducale di Piacenza, nella Sala dei Giganti a Mantova, in una sala dell'Osservatorio di Parigi, nella Loggia dei Mercanti a Milano, di cui fa cenno il Cantù nella « Margherita Pusterla », ecc. Del resto è noto che se un suono colpisce la superficie di un'acqua tranquilla è udito a grande distanza, e che applicando l'orecchio sul terreno si sente distintamente il rumore prodotto da un lontano calpestio di cavalli.

incoerenti assorbono i suoni. Vedremo più innanzi la importanza di questa qualità dei corpi.

Dalle esperienze di Wallace Sabine, dell'Università di Harward, risultano i poteri assorbenti del suono secondo la tabella riportata a pag. 179, in cui è ritenuto uguale a 1 l'assorbimento completo di una finestra aperta, della grandezza di un metro quadrato.

Se quindi si vuol smorzare un suono e impedire riflessioni ed echi, si deve ricorrere all'impiego di materiali, materie e corpi, che abbiano un sufficiente potere assorbente. Dalla tabella risulta che il vetro è fra i materiali più riflettenti. Una vetrata assorbe 30 volte meno il suono di una finestra aperta. È per questo che le grandi vetrate, e soprattutto quelle dei soffitti, sono così nocive all'acustica. Sono quindi in errore quegli architetti, che volendo seguire certe mode architettoniche, progettano edifici, pei quali l'acustica è condizione capitale, come chiese, teatri, sale per concerti e simili, con pareti quasi completamente vetrate.

l) *Interferenze.* — Se le onde emananti da diversi centri s'incontrano, vi sarà rinforzo, o annullamento di suono, secondochè vi sarà sovrapposizione dei ventri oppure un ventre coinciderà con un nodo. Due onde sonore si distruggono per effetto di interferenza quando i suoni siano all'unissono ed abbiano la medesima intensità.

m) *Risonanza.* — È noto che se in un locale chiuso, piuttosto grande e alto, privo di persone, spoglio di mobili e di ogni addobbo si emette un suono, si ode un

prolungato rimbombo e si dice che il locale produce *risonanza*. Questa è dovuta alle onde diffuse in numero infinito, provenienti da una moltitudine di echi elementari che si sovrappongono, ma anche dallo scotimento del volume d'aria contenuta nel locale, come dalla vibrazione dei materiali impiegati nella costruzione di esso, e dalla condotta del suono lungo le pareti, il soffitto o la volta del locale. Come avviene per gli strumenti a cassa (violino e simili) nella quale si produce la risonanza dovuta alla vibrazione dell'aria contenuta nella cassa e al legno di cui questa è formata, così la risonanza di un locale, quando è contenuta nei dovuti limiti, è favorevole all'audizione, mentre le è dannosa quando quei

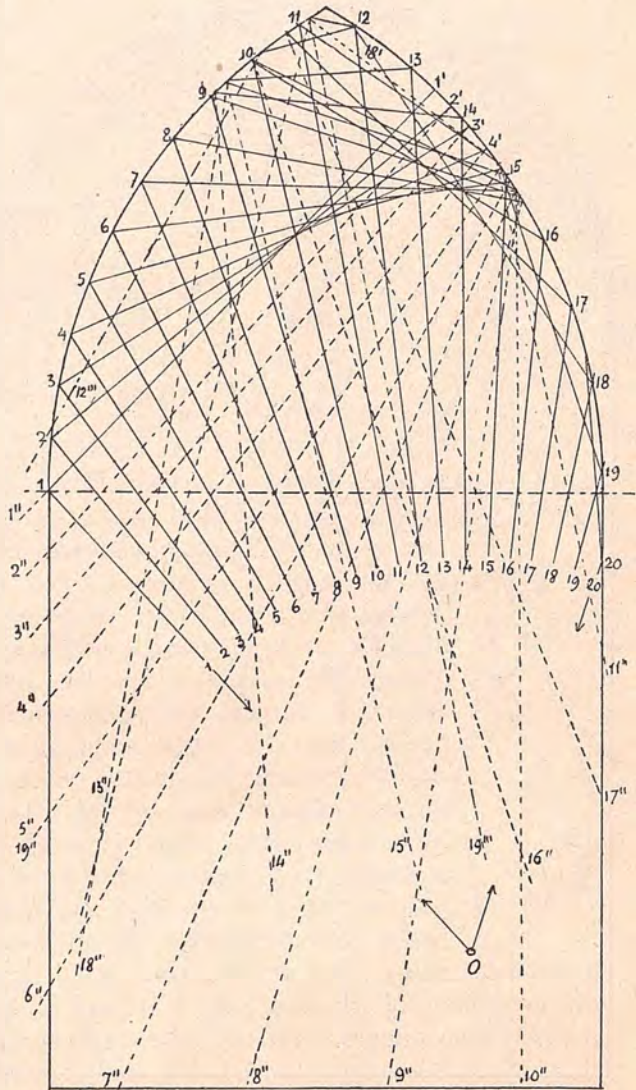


Fig. 163. — Direzione dei raggi sonori riflessi da una volta a sesto acuto (Langhans).

limiti sono sorpassati, cioè quando vi è *eccesso di risonanza*, perchè in tal caso nasce confusione di suoni. Questo eccesso può essere cagionato dalla grande vastità del locale, da vuoti o cavità esistenti intorno ad esso, dalla troppa altezza del locale, da umidità dei

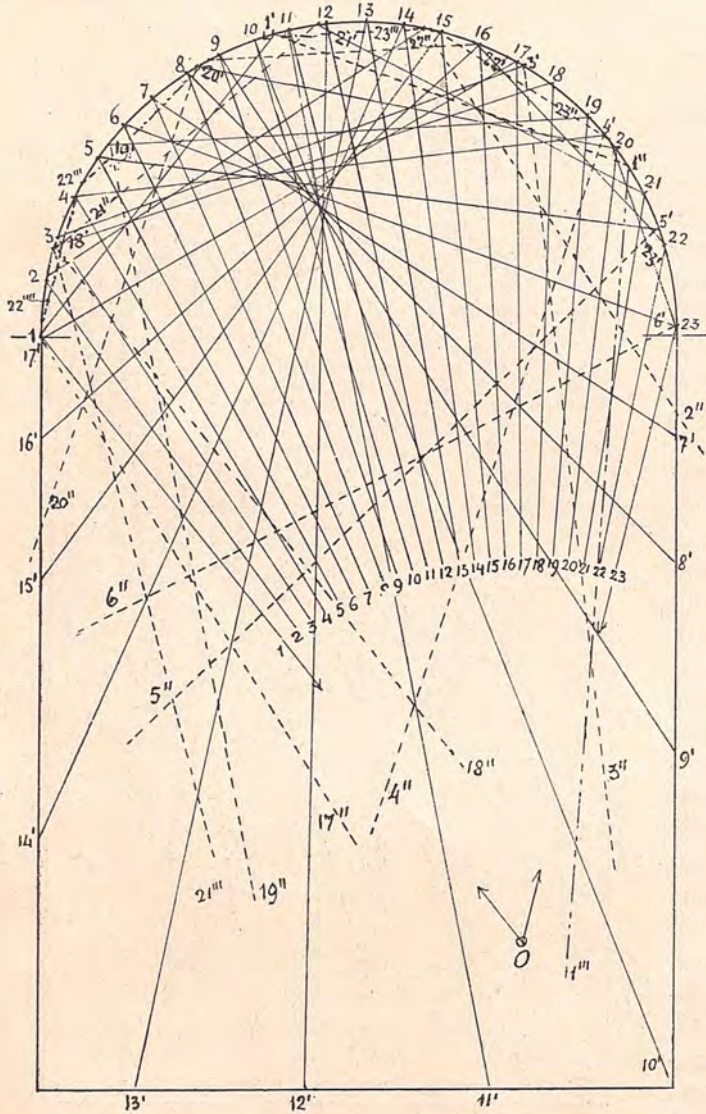


Fig. 164. — Direzione dei raggi sonori riflessi da una volta a botte a pieno centro (Langhans).

come ne furono trovati in chiese di Danimarca, Svezia e Russia. Ma J. P. Schmit nel suo « Manuale dell'architettura dei monumenti religiosi » rigetta l'idea che quei laterizi servissero all'acustica, asserendo che essi si adoperarono per rendere più leggere le volte, come abbiamo mostrato essersi fatto per il *S. Vitale*, a Ravenna (vedi cap. II, XI, pag. 488).

n) *Suono residuo*. — La risonanza ha per effetto di prolungare il suono, ma tale prolungamento non deve durare più di mezzo secondo a uno. Il Sabine, che ha fatto studi ed esperienze in proposito, come il Kaye in Inghilterra, il Lyon e il Marage in

muri, in cui le malte non siano ancora asciutte, da cassettoni nei soffitti, da nicchie nelle pareti, da grandi strombature di aperture. Ne risultano tanti volumi d'aria che vibrano di vibrazioni proprie sotto l'influenza delle onde sonore e vengono ad aggiungersi alla risonanza propria del locale, aumentando la confusione dei suoni.

A proposito della risonanza rammentiamo qui l'espedito, già ricordato trattando dei Teatri (cap. XIX), al quale hanno ricorso i Greci e i Romani nei loro teatri per rinforzare i suoni. Alludiamo a quei vasi acustici disposti sotto i sedili, a cui accenna Vitruvio e da qualcuno ammessi, da altri negati, e fra questi ultimi il Garnier. I detti vasi dovevano vibrare a l'unisono coi suoni prodotti secondo il *diapason* proprio alla specie del teatro. Pare che nel medioevo si ricorresse a dei laterizi apposti, detti *echea*, i quali si collocavano nei muri per accrescere la sonorità delle chiese. Si trovarono difatti nella *Chiesa des Récollet*, a Anversa, in quella abbaziale di Orval, nella *Chiesa di Montaux-Malades*, a Rouen, ecc.,

TABELLA III. — *Potere assorbente del suono di vari materiali e corpi.*

CORPO	Potere assorbente
Finestra aperta di 1 m ²	1,000
Uditorio per metro quadrato	0,960
Donna isolata	0,540
Uomo isolato	0,480
Uditorio per unità	0,440
Tappeti orientali molto pesanti per m ²	0,290
Sedili imbottiti, crine e cuoio per posto di persona per unità	0,280
Quadri a olio colle rispettive cornici per m ²	0,280
Tende per m ²	0,230
Linoleum sul pavimento per m ²	0,120
Rivestimento di legno di pino di essenza forte per m ²	0,061
Vetro di semplice grossezza per m ²	0,027
Gesso su laterizio per m ²	0,033
Mattoni cementati con cemento Portland per m ²	0,023

Francia, il Liffschitz in Russia, nota che il suono residuo deve essere smorzato rapidamente. La durata del suono di risonanza varia colla *intensità*, coll'*altezza* e col *timbro* del suono emesso, ciò che spiega come una sala può essere buona per un oratore e non per una orchestra (1). Il Sabine osserva che conoscendosi la durata del suono di risonanza per un locale vuoto, si può dedurre quella del locale pieno di uditori quando si conosca il grado di assorbimento del locale stesso e di quanto contiene. Il Marage, impiegando una sirena a vocali, munita di un risuonatore boccale, emetteva le diverse vocali durante tre secondi e misurava il prolungamento del suono dovuto alla risonanza. Ha così esaminato sei sale differenti di volume variabile da m³ 63.000 a 646. Nell'immensa sala del *Trocadero* (2) del volume di m³ 63.000 e capace di 4500 uditori, trovò la durata della risonanza di secondi 1,4 ÷ 1,5 a sala piena e a seconda delle vocali: per la vocale *e* giunse perfino a 2'' ÷ 3'', in relazione alla posizione occupata dall'uditore. Tale risonanza ha per origine la cupola che è all'altezza di 55 metri e le grandi vetrate delle finestre; essendo la sala circolare non è possibile evitare le riflessioni sulla grande parete circolare, come si è visto colla fig. 160; riflessioni che rimandano le onde sonore nell'interno della sala. Per farsi comprendere l'oratore deve parlare lentamente e senza alzare la voce.

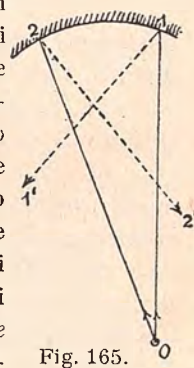


Fig. 165.

Nel grande *anfiteatro della Sorbona*, del volume di m³ 13.600, capace di 3000 uditori, con un soffitto vetrato di m² 150 all'altezza di 17 metri, trovò la risonanza variabile, secondo le vocali, da 1'',8 ÷ 2'',8 a sala vuota, e di 0'',9 ÷ 1'' a sala piena,

(1) L'*intensità*, o forza del suono, dipende dall'ampiezza delle oscillazioni e non dal loro numero. L'*altezza* è l'impressione che risulta, per l'organo dell'udito, dal numero maggiore o minore di vibrazioni in un dato tempo: il maggiore produce i suoni *acuti*, il minore quelli *gravi*. Il *tono* è il grado di altezza del suono. Il *timbro*, o *metallo*, o *tempera*, è la natura intima, la qualità particolare e intrinseca dei suoni ed è indipendente dalla loro intensità e dalla loro gravità od acutezza. Due suoni di uguale altezza e intensità, prodotti da due diversi strumenti, possono essere perfettamente distinti. Così è per la voce umana: ogni persona ha una voce di timbro proprio, ciò che le fa distinguere l'una dall'altra.

(2) V. vol. II, parte I, cap. XX, pag. 656.

e ciò perchè lungo le pareti stavano uditori, i quali hanno sempre un grande potere assorbente, mentre dal soffitto non può provenire un'eco dannosa. Perciò l'acustica della sala si riconobbe buona.

Il Marage ha riscontrato poi la durata di $1''{,}2 \div 1''{,}6$ a sala vuota, e di $0''{,}7 \div 0''{,}6$ a sala piena, per l'anfiteatro di fisica della Sorbona, che ha un volume di $m^3 890$. Per l'anfiteatro di fisiologia di $m^3 646$ ha trovato che la durata è di $1''{,}4$ quando la sala è vuota e $0''{,}7$ quando è piena, e ciò per tutte le vocali.

Perchè in un locale l'audizione sia buona la durata del suono di risonanza deve essere sensibilmente costante per tutti i posti e per tutte le vocali.

a) Portata dei suoni. — Trattando dei saloni per concerti abbiamo già indicati quali siano i limiti di una buona audizione all'aria aperta secondo Saunders e Orth.

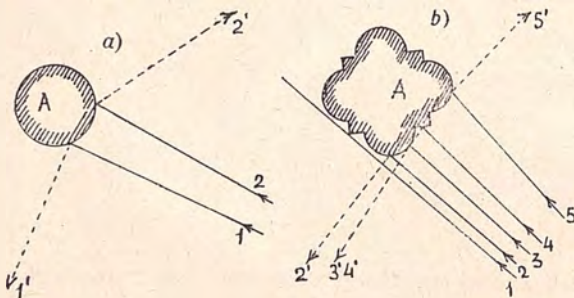


Fig. 166 a, b.

Per i locali chiusi tali limiti sono assai variabili, dipendendo dalle condizioni del locale, cioè dalla sua forma, struttura, ampiezza, ecc.

Da quanto sopra è detto si conchiude che in un locale chiuso in cui si produce un suono continuo, regolare, si possono intendere tre sorta di vibrazioni: 1^a l'onda diretta; 2^a le onde diffuse, in numero infinito, prodotte dalle riflessioni delle pareti, del soffitto, del

pavimento, dei mobili, producenti la risonanza; 3^a le onde riflesse producenti echi distinti. Perciò la buona acustica richiede:

a) che non vi siano echi e che il suono di risonanza sia così breve da rinforzare soltanto il suono emesso, senza sovrapporsi al successivo:

b) che si faccia assegnamento soltanto sui suoni diretti, e se le dimensioni del locale fossero tali da non assicurare che essi arrivino agli uditori più lontani dal centro fonico, si rinforzino nel luogo di emissione piuttosto che con suoni riflessi, e se si trovasse convenienza di ricorrere all'effetto di questi ultimi si dovrà sempre fare in modo che non producano vera eco distinta, come abbiamo già notato trattando dei teatri (vol. II, parte I, sez. IV, pag. 367).

B) — Applicazioni.

I quesiti che si presentano all'architetto sono i seguenti:

1° Progettare gli edifici destinati ad audizioni, come locali per insegnamento, per conferenze, adunanze, per aule parlamentari e simili, saloni per concerti, teatri, chiese, in modo che siano soddisfatte nel massimo grado le esigenze dell'acustica;

2° sopprimere i difetti acustici che si verificassero nei locali di cui sopra, sia esistenti, sia di nuova costruzione;

3° impedire la trasmissione dei rumori e dei suoni da un locale all'altro, come nelle case di abitazione, negli alberghi, nelle prigioni, nelle scuole, negli ospedali, ecc.

1°. — Dalla esposizione fatta si comprende quanto sia ardua la soluzione del primo problema, giacchè l'acustica può essere agevolata, o ostacolata, da molte cause: la vastità del locale, i parassiti volumi d'aria, i materiali di costruzione, la forma del locale e le condizioni delle sue pareti, del soffitto, o della volta, il modo di illumina-

zione naturale e artificiale, il riscaldamento e la ventilazione, sono tutte cause che possono essere completamente sfavorevoli alla buona acustica, oppure in parte favorevoli. Come evitare le cause dannose e servirsi delle vantaggiose?

Prima di tutto è da considerare la forma, la quale dipende soprattutto dall'uso del locale, che dovrà essere di maggiore o minore grandezza a seconda della quantità di pubblico che dovrà contenere e del genere dell'audizione. Tale grandezza riuscirà limitata quando si tratti di aule d'insegnamento, specialmente se disposte ad anfiteatro, di locali per conferenze, per musica da camera, per adunanze di soci di una associazione: in tal caso si può già esser certi che saranno evitati i veri e propri echi, poichè la differenza fra i percorsi delle onde dirette e delle riflesse sarà sempre inferiore a metri 22, a causa della poca vastità del locale.

Ad ogni modo siccome nei locali piccoli l'intensità dei raggi più volte riflessi conserva una certa forza, converrà evitare le molteplici ripercussioni producenti, come si è detto la risonanza, ciò che si ottiene diminuendo il potere riflettente e conduttivo delle pareti e del soffitto, mediante tappezzerie, panneggiamenti, risalti architettonici, décorazioni in rilievo; sopprimendo gli angoli retti fra le pareti e fra pareti e soffitto mediante superficie curve di raccordo, e inclinando il pavimento verso la parete di fondo del locale, per la ragione di migliore visibilità, avendo osservato che chi vede bene ode meglio. Trattando dei saloni per adunanze, concerti, festeggiamenti, abbiamo già indicate quali siano le forme comunemente adottate per ragioni di visibilità, di comodità, di estetica e anche di acustica, nonchè le dimensioni più convenienti, ed abbiamo anche indicati i limiti di udibilità. La forma Saunders e la trapezia con podio per orchestra e cori, o tribuna per oratore, sono le meglio adatte sotto il punto di vista dell'acustica: ma abbiamo visto le dannose concentrazioni di suono che si producono nelle sale circolari e quindi se si ricorre alla forma Saunders si deve impedire nei modi già detti le riflessioni dalla parete circolare. Ciò vale anche per la forma trapezia.

La fig. 167 mostra le ripercussioni generate dalle pareti inclinate e da quella curva di fronte al centro fonico, supposto il suono unico. Un uditore A riceve il raggio diretto O B ma non il suo riflesso dalla parete P Q; esso si riflette in B B' e da B', secondo B' B'', verso il podio R P.

Siccome però il suono emesso da O si diffonde secondo tanti raggi che colpiscono la parete S Q, nonchè la parete R S, ve ne saranno di quelli che, riflettendosi una volta da S Q e due volte da S R e S Q, andranno a colpire l'orecchio dell'uditore A. Se le differenze dei percorsi fra il raggio diretto O A e i riflessi è maggiore di m. 22, A percepirà, oltre il diretto, due echi di esso a intervalli più o meno lunghi. È quello che avviene appunto nel caso della figura.

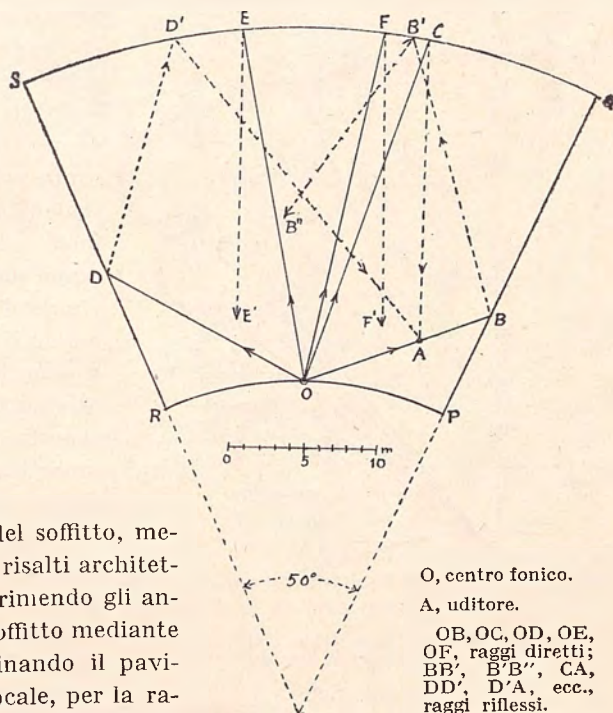


Fig. 167.

O, centro fonico.
A, uditore.
OB, OC, OD, OE,
OF, raggi diretti;
BB', B'B'', CA,
DD', D'A, ecc.,
raggi riflessi.

Se le pareti laterali presentano degli sfondi, come ad esempio nicchie (fig. 168), allora lo spettatore A percepirà il suono diretto O A, più quello riflesso C B A, senza eco, ma anzi con rinforzo del suono diretto. Però riceverà anche il raggio riflesso 7 A del suono diretto O 7 e siccome $(O 7 + 7 A) - O A$ può essere alquanto maggiore di m. 22, così l'uditore sentirà un'eco. Come si vede dalla figura i nicchioni, ed anche le colonne poste ai lati di essi, sono atti a disperdere i suoni, ma resta sempre conveniente di sopprimere le riflessioni dalla parete S Q, e di impedire con statue od altri

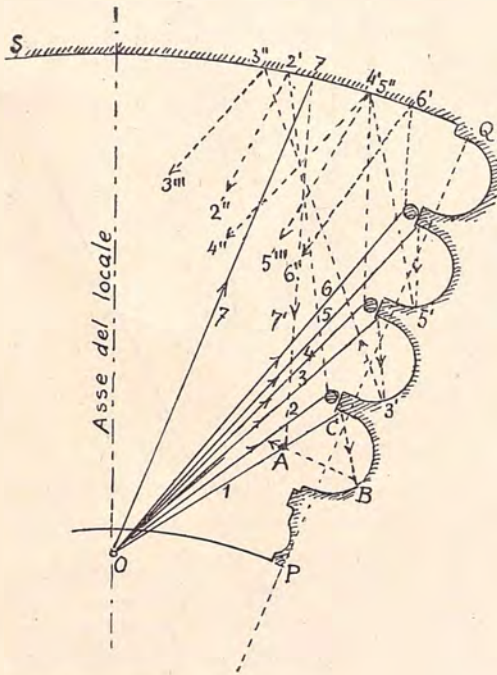


Fig. 168.

Sala trapezia con pareti laterali a nicchioni.

O, Centro fonico. — A, Uditore. — 1, 2, 3... 7, raggi diretti. — CB, BA, riflessioni del raggio 1. — 2' 2'', 3' 3'' 3''', 4' 4'', 5' 5'' 5''', ecc., riflessioni dei raggi 2, 3, 4, 5, ecc.

oggetti anche le riflessioni delle nicchie, ciò che appunto fu fatto nel teatro del Principe reggente, a Monaco (v. vol. II, cap. XIX).
Nelle aule disposte ad anfiteatro non conviene il soffitto piano orizzontale, non soltanto per ragioni di acustica, ma anche per ragioni economiche. Un risultato acustico molto soddisfacente abbiamo ottenuto nell'aula del nuovo *Istituto di Fisiologia* della Università di Padova (fig. 169 a, b) disponendo il soffitto inclinato, e seguendo presso a poco la pendenza della gradinata. Si è già osservato che un grande volume d'aria sopra la testa di un oratore, di un cantante, o sopra un'orchestra, è nocivo all'acustica. La convenienza quindi di ridurlo, ottenendosi anche il vantaggio di economizzare nelle spese di costruzione e di riscaldamento. Oltre a ciò l'aria calda invece di accumularsi nello spazio sovrastante all'oratore, e di rimanervi quasi stagnante quando non esista un sistema di ventilazione appropriato, sale lungo il soffitto agevolando la circolazione e distribuendosi più uniformemente nel locale. Nella fig. 169 a si vedono tracciati i raggi diretti partenti dall'oratore e i rispettivi raggi riflessi dalle volte rampanti sottostanti ai vari piani inclinati, che formano la copertura dell'aula, larga m. 13,60. Tale copertura è costituita da 5 alte travi sorreggenti le solette inclinate, il tutto di calcestruzzo armato. Le volte rampanti sono di struttura leggera e mentre contribuiscono alla coibenza, anche per lo strato d'aria contenuto fra esse e le sovrastanti solette, servono pure a rendere più sonoro il locale, sia per la stessa materia con cui sono formate, sia per l'esistenza del suddetto strato d'aria. Le onde riflesse dalla voltina sopra l'oratore servono in parte ad aumentare l'intensità della di lui voce, e in parte ad accrescere i suoni per gli uditori dei primi banchi. Le onde riflesse dalle altre volte servono allo stesso scopo per gli uditori disposti nei successivi banchi salenti fino alla sommità dell'anfiteatro, senza produrre nè echi nè concentrazioni di suono. Si è soppresso ogni lucernario perchè le vetrate da soffitto producono maggior risonanza delle vetrate verticali, e talvolta anzi quell'eccesso di risonanza che abbiamo visto essere dannoso alla buona acustica. Le vetrate verticali offrono anche il vantaggio di essere più facilmente chiuse da tende opache durante le proiezioni luminose, come si vede dalla fig. 169 b e di disperdere meno calore di quello che disperderebbe un lucernario da soffitto ancorchè a doppia vetrata. Nella stessa figura sono indicati i raggi visuali

diretti agli oggetti P posti sulla cattedra, o al capo O del professore. La gradinata dell'anfiteatro è stata disegnata secondo la curva audito-visuale a suo luogo descritta.

Le aule parlamentari e le grandi aule di adunanze si usa di illuminarle dal soffitto, mediante lucernario, e con finestre laterali, come si è visto per il Trocadero e per certe sale di concerto delle Esposizioni (v. vol. II, cap. XI). Per ciò che si è detto nelle generalità, ed anche or ora, il sistema di illumina-

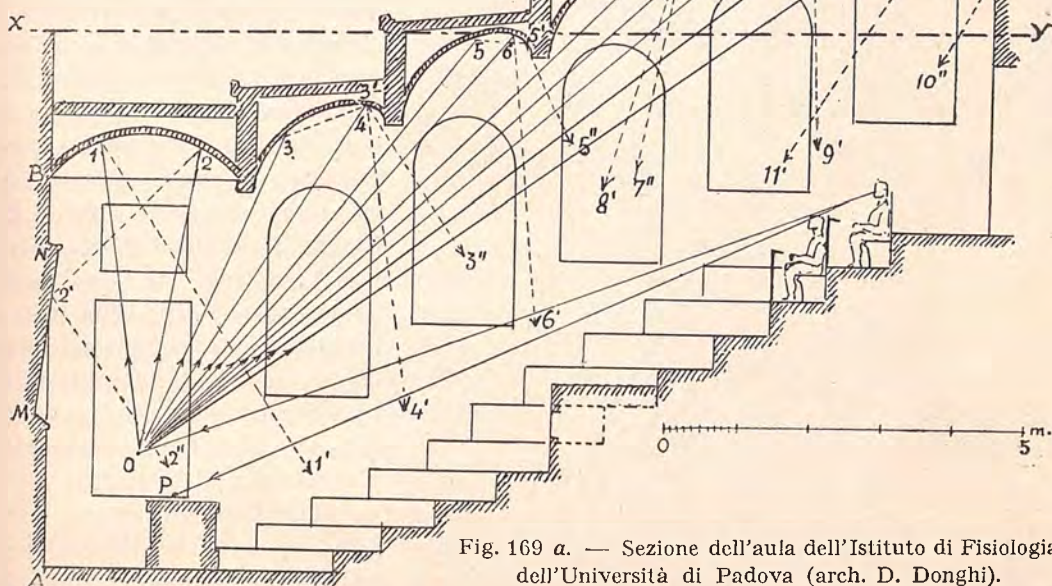


Fig. 169 a. — Sezione dell'aula dell'Istituto di Fisiologia dell'Università di Padova (arch. D. Donghi).

O, centro fonico. — 01, 02... 011, raggi diretti. — 1', 2', 3'... 11', raggi riflessi. — P, oggetto. — MN, schermo per le proiezioni. — XY, posizione di un soffitto piano.

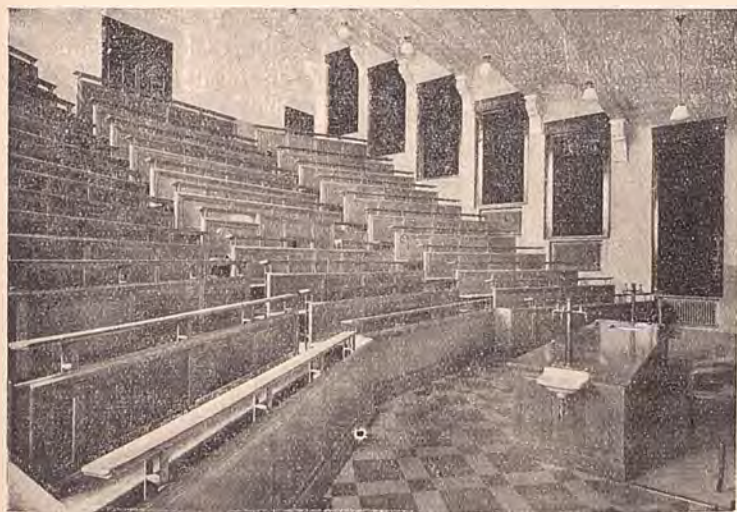


Fig. 169 b. — Istituto di Fisiologia. Veduta dell'aula ad anfiteatro.

zione dal soffitto è da abbandonare per la eccessiva sonorità a cui dà luogo. La differenza che passa fra le aule di insegnamento o per conferenze, e le aule parlamentari, o di adunanze per discussioni, sta in ciò: che nelle prime il centro fonico non si sposta, mentre nelle altre esso si sposta secondochè parla l'uno o l'altro degli intervenuti. Sarebbe quindi bene che per le aule parlamentari si adot-

tasse sempre il sistema della tribuna, alla quale debba salire ciascun oratore.

Favaro riporta schematicamente la forma che, secondo Lachez, dovrebbe avere un'aula parlamentare. La riproduciamo nelle fig. 170 a, b. L'uditorio trova posto sopra

gradini paralleli e circolari, che si sviluppano soltanto sopra $\frac{1}{3}$ o $\frac{1}{4}$ di cerchio, formanti una gradinata con centro unico disposta secondo la *curva isacustica* o *audito-visuale*.

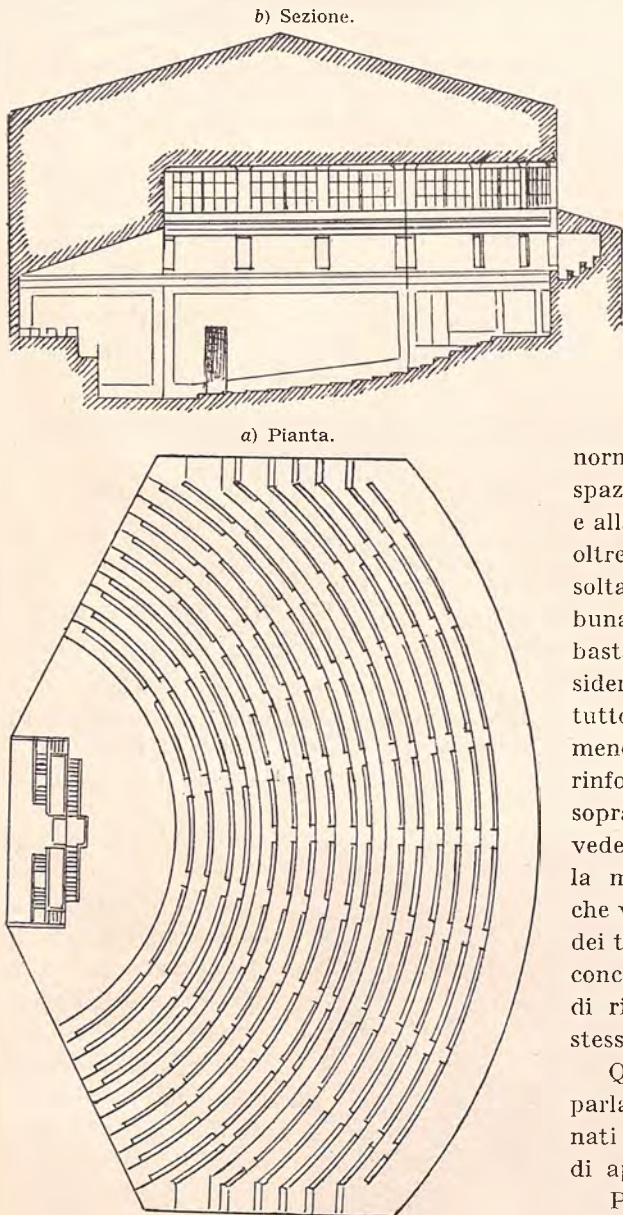


Fig. 170 a, b. — Schema di un'aula parlamentare (Lachez).

Presso il centro si trovano la tribuna e la presidenza, e ciascun uditore risulta in tale posizione rispetto a detto centro, da permettergli di veder bene l'oratore in faccia, così da udirne la voce nel modo più diretto e favorevole, potendosi considerare senza effetto l'obliquità dei fianchi. Questi partono dalla tribuna e servono a sopprimere gli spazi laterali che risulterebbero se il muro di fondo, dietro alla tribuna, fosse

normale all'asse trasversale dell'aula, spazi che sarebbero nocivi all'acustica e alla visibilità. L'altezza della sala non oltrepassa i 15 metri e la luce è fornita soltanto da finestre perimetrali. La tribuna e il tavolo presidenziale sono abbastanza in alto perchè l'oratore e il presidente possano domare, per così dire, tutto l'uditorio e anche per rendere meno inclinata la gradinata. Affine di rinforzare la voce la porzione del soffitto sopra la tribuna è inclinata, come si vede nella sezione, in modo da ottenere la migliore e più utile riflessione, ciò che vedemmo già farsi per il proscenio dei teatri e per il podio delle sale da concerti. Si soddisfa così alla condizione di rinforzare le onde sonore nel luogo stesso della loro emissione.

Quello che si è detto ora per le aule parlamentari vale per gli edifici destinati alla giustizia, come tribunali, corti di appello, ecc.

Per i teatri e per le sale da concerto ci riferiamo a quanto abbiamo esposto nei capitoli XIX e XX, e a ciò che qui dicemmo nelle generalità.

Chiese. — Gli esempi di chiese riportati nel capitolo che tratta degli edifici religiosi, mostrano come gli architetti si siano preoccupati soprattutto dell'estetica e ben poco o nulla dell'acustica, cosicchè vi sono chiese nelle quali il predicatore, o l'officiante la Messa, non sono uditi che dai devoti posti a poca distanza da essi, mentre gli altri o non odono nulla affatto, oppure odono un debole suono, o rumore, continuato, od anche a intervalli come di tuono che brontoli in lontananza. Per ciò che si è detto è facile

comprendere, specialmente osservando le figure 161, 162, 163 e 164 quanta influenza abbiano il soffitto, sia a travi visibili, sia piano, sia cassettonato, o le volte, sia a botte a tutto sesto, a sesto scemo o acuto, sia a crociera o a vela, e quanta ne abbiano la forma planimetrica della chiesa e l'altezza dell'interno di essa.

Dai detti esempi di chiese risulta essere preferita la pianta rettangolare divisa in tre navate, a meno che si tratti di una chiesa di piccole dimensioni, o di un oratorio, oppure di una cappella. È certo che la forma oblunga coll'altare collocato all'estremo della navata centrale e all'inizio dell'abside del coro. È favorevole all'acustica, poichè le onde sonore vengono condotte lungo la navata e le colonne dividenti le navate servono ad evitare la formazione di echi dannosi, mentre la parete dell'abside contribuisce a rinforzare la voce dell'officiante all'altare e il canto del coro. Però l'altezza della navata non deve esser tale da formare un grande volume d'aria, il quale produrrebbe un dannoso eccesso di sonorità. In molte chiese vi sono gallerie lungo i muri laterali nel caso di una sola navata, o sopra le navate laterali come in molte chiese medioevali, ove la galleria, detta *matroneo* era destinata alle donne. In tali gallerie l'audizione è sovente migliore che non al piano della navata centrale e al di sotto delle dette gallerie, e ciò perchè la voce o i suoni tendono verso l'alto. Ciò avviene specialmente per la voce del predicatore, il quale nel parlare rialza la testa. Trattando delle chiese si è fatto cenno alla

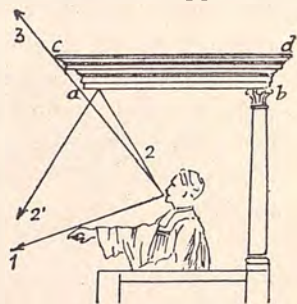


Fig. 171. — Baldacchino orizzontale per pulpito.

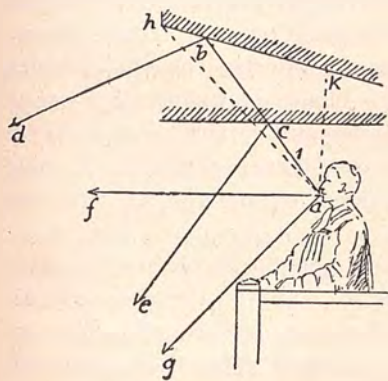


Fig. 172.

Baldacchino inclinato per pulpito.

funzione del pulpito, alle sue dimensioni, all'altezza sopra il pavimento, ed abbiamo anche notata la convenienza del riflettore, o baldacchino, da collocare ad una certa altezza sopra il predicatore. A differenza di quanto avviene nei locali rettangolari destinati ad adunanze, a concerti e simili, nei quali generalmente il centro fonico è ad un estremo del locale, cioè verso uno dei lati minori, nelle chiese il pulpito è su uno dei lati maggiori a distanza più o meno grande dall'altare, sicchè vi è maggior quantità di ascoltatori ai lati del pulpito che non di fronte. In questo caso è quindi più sentito il bisogno di ottenere il miglior risultato acustico. Perciò l'architetto, pur volendo adottare un determinato stile, si deve preoccupare bene della questione acustica, la quale, anche se lo stile non le fosse favorevole, potrà sod-

disfare mediante gli accorgimenti a cui abbiamo già accennato, che servono pure a migliorare le condizioni acustiche di altri locali difettosi.

L'espedito per migliorare la forza della voce è quello del riflettore sopra il pulpito. La fig. 171 mostra l'effetto del baldacchino orizzontale e la fig. 172 quello del baldacchino inclinato all'insù, in confronto dell'orizzontale. Nella prima disposizione il raggio 2 è riflesso in basso sull'uditorio, ma il raggio 3 tangente allo spigolo superiore del riflettore è perduto per l'uditorio, poichè sale verso il soffitto, e se questo è riflettente verrà riflesso in basso producendo eco distinto, o confusione. Perchè la riflessione sia completa bisogna che la superficie inferiore *ab* del riflettore sia liscia e niente elastica, come sarebbe una lastra di marmo, oppure una superficie di stucco lucido, e che tutta la parte del cappello superiore a tale superficie sia piena di sostanza anelastica. Si eviteranno così nocive risonanze. Il cappello può anche essere di legno purchè levigato:

è specialmente consigliabile quando si tratta di rinforzare una voce esile, perchè la risonanza del legno contribuisce a rendere più rotonda la voce dell'oratore.

Col baldacchino inclinate all'insù (fig. 172) i raggi sonori come ab vengono riflessi più lontano di quello che lo siano secondo la figura 171, ciò che è tanto più necessario quanto più grande è lo spazio occupato dall'uditorio davanti al predicatore. È però anche necessario che il cappello sia collocato più alto sopra la testa dell'oratore e il suo spigolo anteriore sia così sporgente da rendere minima la perdita dei raggi che, tangenti ad esso, andrebbero al soffitto.

Favaro mostra il grande vantaggio che si può ottenere da simili riflettori e ricorda come si siano studiati riflettori parabolici coll'intenzione di riflettere in direzioni parallele i raggi emessi dall'oratore posto nel fuoco, ed altri iperbolici, ottenendosi talvolta effetti notevoli. Osserva però anche che furono per lo più abbandonati e che ad ogni modo non dovrebbero essere fissi, ma mobili, così da poterli mettere o levare secondo i casi. Ricordiamo come l'idea di servirsi della parabola per la forma delle sale teatrali sia pure sorta negli architetti (v. cap. XIX), ma le difficoltà pratiche che s'incontrano per la sua attuazione, la necessità che il centro fonico sia nel fuoco, poichè uno spostamento di esso comprometterebbe l'effetto desiderato, non la rendono consigliabile, a meno che la si adotti soltanto per rinforzare i suoni nel luogo di loro emissione. Questo avviene appunto per i baldacchini, per i nicchioni delle orchestre, per i proscenî, dove si forma una specie di imbuto che, a guisa di un portavoce, serve a condurre e dirigere i suoni. È per tale scopo che torna conveniente la forma trapezia delle sale teatrali, e che lo sarebbe per le sale da concerti, o di grandi adunanze, quale del resto abbiamo visto essere adatta per le aule parlamentari, quando però siasi adottato il sistema della tribuna a cui sale il deputato che deve parlare. Con un riflettore leggermente curvo, ottenuto con una curva a due centri, Favaro dimostra che alla distanza di metri 50 si ottiene dai raggi riflessi una intensità che è paragonabile a quella prodotta dai raggi diretti alla distanza di circa m. 29. Saggiunge che « ove il centro fonico deva, per esigenze imprescindibili, collocarsi a poca altezza dal piano sul quale trovasi l'uditorio, si consiglia come opportuna la posizione in opera di un riflettore al di sotto del pergamo ».

È facile comprendere che il baldacchino deve essere spoglio di ornamenti, panneggiamenti e simili per non frapporre nessun ostacolo al cammino dei raggi riflessi, come già si è osservato precedentemente. Se lo si vuol decorare, le decorazioni devono essere al di sopra del cappello e la sua faccia inferiore, dovendo esser liscia, non sarà cassettonata, o provvista di riquadri e cornici, ma tutt'al più decorata con pitture o intarsi, il cui disegno non sarebbe di effetto se non quando il pergamo, o la tribuna, fossero illuminate con luce artificiale dal leggio dell'oratore. Se dietro all'oratore vi è uno schermo, utile talvolta nei riguardi dell'eco, esso non dovrà porsi immediatamente vicino all'oratore, perchè un certo volume d'aria fra esso e lo schermo, nonchè col riflettore, è sempre necessario.

In quanto all'organo, che in molte chiese è posto sopra la porta principale d'ingresso, è assai meglio collocarlo nell'abside del coro. L'effetto dello strumento sarà di molto aumentato, e lo si manterrà meglio intonato, se le pareti del vano, in cui è contenuto, siano foderate con assicelle ben connesse, e nel caso in cui non sia situato in una galleria, dovrà sempre trovarsi sopraelevato di alquanto dal pavimento.

Del resto riguardo all'organo ricordiamo quanto già abbiamo detto trattando delle chiese nel vol. II, cap. II (*Edifici religiosi*). Aggiungeremo che una certa sonorità del locale non è dannosa al suono dell'organo, anzi esso diventa più dolce e pastoso. Non si può dire altrettanto per altri suoni e specialmente pei trilli di una cantante.

Nel suddetto capitolo abbiamo pure tenuto parola dei campanili e del suono delle campane. A tal proposito osservammo che in molti paesi, e specialmente in Francia, si usa di munire le aperture della cella campanaria, in corrispondenza delle quali sono collocate le campane, con delle specie di gelosie dette *abat-son* (fig. 173), formate con tavole di legno ricoperte di metallo, piombo, ad es., e talvolta formate da lastre interamente metalliche. Lo scopo è di dirigere il suono verso il basso: ma quando si vuole che il suono delle campane giunga lontano allora è necessario che le aperture della cella campanaria siano completamente libere, e per rinforzare il suono conviene che la cella non abbia soffitto ma sopra di essa vi sia un buon volume d'aria, il quale si può ottenere colla cuspide vuota nell'interno. Può essere anche utile di fare a vetri tutto il soffitto della cella campanaria a fine di ottenere maggior effetto di risonanza.

2° — Per migliorare le condizioni acustiche di un locale difettoso bisogna evidentemente conoscere il difetto. Ora questo può esistere a locale vuoto e scomparire a locale occupato dalle persone, come si è a suo tempo notato: per cui è necessario procedere a un esperimento. In tal caso si tratta di eccessiva risonanza e per quello che si è già detto, se il difetto persiste a locale occupato, si ricorrerà all'impiego di sostanze anelastiche disposte sulle pareti, sul pavimento, ecc., a rilievi sul soffitto e sulle pareti, e ad oggetti che impediscano la formazione di quelle molteplici ripercussioni originanti la risonanza. Non bisogna però distruggere quello che riuscirebbe utile al rinforzo dei suoni. Se il locale è, come si suol dire, sordo, allora si ricorrerà alle sostanze che eccitate dal suono vibrano insieme con esso: tali, fu già detto ripetutamente, sono i rivestimenti di legno dolce, specialmente di abete, formati con strette tavolette ben connesse a colla, così da formare come una superficie unica. Si ricorrerà pure a nicchioni a volta e a parete curva di legno, abbraccianti il centro fonico, nonchè alle camere d'aria in cui essa vibra, come abbiamo visto per le orchestre dei teatri, sempre ricordando che si deve preferire il sistema di rinforzare il suono nel luogo di emissione, piuttostochè in altro modo.

Vi è anche il mezzo di utilizzare le onde riflesse che riuscirebbero nocive, obbligandole a riflettersi secondo date direzioni. Così, per es., Orth nota che si può ricorrere ai

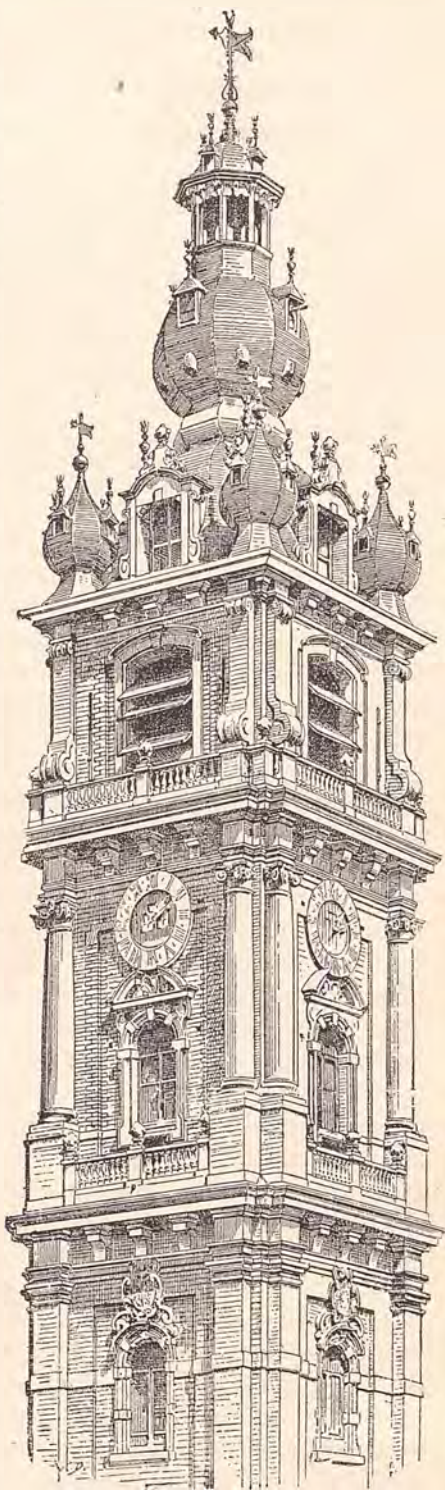


Fig. 173. — Torre del comune di Mons.

mezzi indicati nelle figure 174, 175 e 176. La prima indica la maniera di disporre a sega la parete di fondo di una sala per poter riflettere i raggi diretti sulle ultime file di posti, mentre la parete a piano verticale li avrebbe riflessi nell'interno della sala, od anche sui posti anteriori. Così facendo si ottiene non soltanto di rinforzare il suono per gli uditori

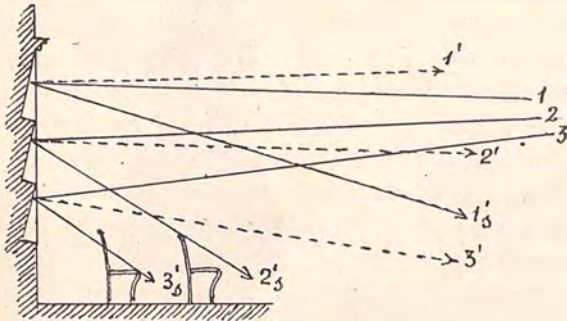


Fig. 174. — Modo di riflettere i suoni secondo volute direzioni.

più lontani, ove esso potrebbe arrivare indebolito, ma di impedire il lungo percorso dei raggi riflessi che andrebbero a colpire l'orecchio degli uditori posti presso al centro fonico, colla conseguente produzione di eco, la quale non si produce più per gli uditori posteriori, a causa del breve percorso dei raggi riflessi. La fig. 177 mostra come si potrebbe formare la parete a sega mediante un motivo decorativo.

Colle fig. 175 *a, b* è indicata la maniera di ottenere un risultato consimile soffittando a piano inclinato il soffitto sotto a una galleria di teatro, di chiesa, di salone per concerti, o sopra una gradinata.

Quando gli schienali dei posti di un anfiteatro hanno sovrapposto un leggio, la faccia inferiore di questo può essere utilizzata come riflettore (fig. 176). Nei saloni e gallerie, il loro parapetto si fa a superficie ondulata o curva, affine di interrompere le onde dirette e impedire le nocive riflessioni. Si può anche formare il parapetto a giorno, purchè le porzioni traforate, ossia a giorno, siano provviste di stoffa, come abbiamo fatto per il Teatro di Rovigo.

Il grande nemico della buona acustica è l'eco, ed è peggiore quando è prodotto dalla riflessione dei raggi sonori da un soffitto collocato troppo alto. Si cita in proposito la sala di lettura del Museo Britannico, nella quale, se pochi sono gli astanti, si osserva una ripetizione notevolissima. Stando nel mezzo gli echi sembrano venire dal coronamento

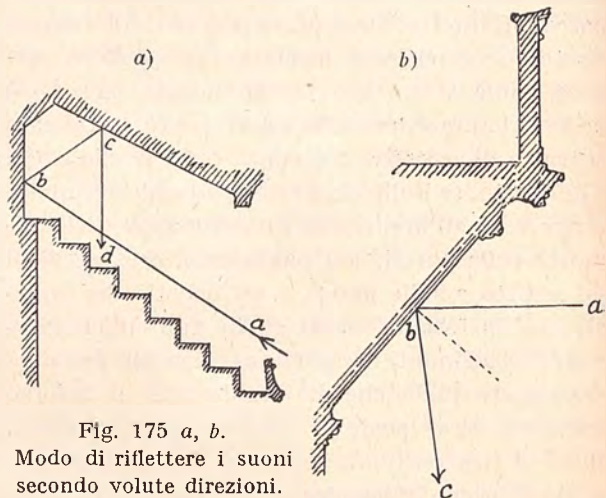


Fig. 175 *a, b*.
Modo di riflettere i suoni secondo volute direzioni.

della cupola; stando invece da una parte sembrano venire dal lato opposto. Del resto di questo fatto abbiamo già tenuto parola trattando dei teatri (cap. XIX, pag. 367). Perciò quanto più basso nelle sale sarà il soffitto, tanto minore sarà il pericolo di produzione dell'eco, e se non si potrà evitare che il soffitto raggiunga una certa altezza, sarà però conveniente disporlo in modo da non offrire superficie riflettenti tali da far piovere il suono riflesso sull'uditorio.

Specialmente nelle chiese a vòlta, come, ad es., le chiese gotiche, nei grandi saloni pure a vòlta, come quelli di Padova e di Vicenza, nei saloni con soffitto a lucernario, l'eco vi si produce in modo fastidiosissimo anche quando il locale è affollato. Ciò dipende, come già si è notato, dal grande volume d'aria che sta sopra la testa degli uditori e sopra il centro fonico. Si è pensato perciò di arrestare la propagazione delle onde sonore entro quel volume, mediante un soffitto trasparente, e quindi quasi invisibile, posto

ad una certa altezza e formato da tanti fili ora metallici, ora di cotone, ora di seta, tesi attraverso il locale. Una delle prime notizie di tale espediente data dal 1874, ed è ricordata in un articolo del *Scientific American*, nel quale Allen descrive l'applicazione fatta dei fili dal Rev. Joseph P. Taylor, con ottimo successo, nella *Chiesa di S. Paolo*, a Brunswick (Mc.) e nella *Brown Memorial Church*, a Baltimora. Analogo sistema fu adottato da Allen nell'*Asylum Hill Congregational Church*, a He ford dove si tesero dei sottili fili di ferro del n. 21 alla distanza di m. 0,063 l'uno dall'altro, all'imposta della volta ogivale, ottenendone buon risultato. Così fu fatto anche nella *Chiesa di S. Tomaso*, a Berlino, tendendovi all'imposta della cupola un leggero velo invisibile; in parecchie chiese d'Inghilterra; nella *Chiesa della Maddalena*, a Parigi, ove si tesero dei fili di cotone grossi da 2 ÷ 3 millimetri; nella *Chiesa di Saint Fiubar* (Cork) ove si produceva un'eco assai fastidiosa: le voci del coro erano più distinte all'ingresso della chiesa, che verso il secondo terzo della navata, dove l'eco contrastava le onde dirette. Si tesero dei fili di cotone senza grande effetto, ma altri se ne disposero allora intorno al coro e attraverso la navata centrale e le laterali, ottenendone un buon risultato. Il sistema fu adottato anche per il *Palazzo dell'Industria*, di Amsterdam, tutto in ferro e vetro, come quello di *Cristallo* di Londra, ottenendosi pure un buon effetto.



Fig. 176. — Riflessione dei raggi sonori dal dorso di un leggio.

Nella sala del *Consiglio Provinciale di Treviso*, si tesero dei fili di cotone di mm. 3 formando delle maglie di cm. 12 di lato: ma non essendosi ottenuto con un solo strato un effetto utile, si ricorse all'impiego di un cortinaggio di tela per ricoprire le pareti



Fig. 177. — Disposizione di una parete riflettente i raggi sonori in direzioni volute.

verticali all'ingiro e al di sotto del ballatoio, ripetendo sul cortinaggio i dipinti delle pareti, affine di non guastare l'estetica. Col supplemento del cortinaggio si ottenne lo scopo.

Nella sala del *Consiglio Provinciale di Padova* non si ottenne buon risultato e neppure nel *Palazzo della Ragione di Padova* (detto *Salone*) (v. vol. II, cap. XX, pag. 630), quando si volle destinato a concerti. Anche nell'aula del *Palazzo del Parlamento*, a Roma, si è ricorso al sistema dei fili, poichè il soffitto piano, con grande lucernario, produceva l'effetto di eco.

Circa la qualità e la grossezza dei fili non si può dire nulla di concreto e neppure sulla loro disposizione riguardo all'altezza e al posto in cui devono distendersi. Il Dolbear vorrebbe anzi che i fili fossero come quelli

del pianoforte e così tesi da emettere un grave suono musicale se pizzicati colle dita, e ciò perchè oscillino in modo simpatico colle onde sonore che sarebbero così migliorate. Il sistema dei fili è certamente utile, ma per accertarsi che abbia effetto conviene, mediante un esperimento, ricercare la causa dell'eco, o della eccessiva risonanza, ciò che fece il Taylor quando fu chiamato a dare il suo parere circa il caso dell'*Asylum* sopra citato. In quanto alla qualità dei fili proposta dal Dolbear può darsi che qualche volta siano giovevoli e altre no. Anche in questo caso è necessario ricorrere a esperimenti.

3° — Sopprimere completamente la trasmissione dei rumori da un locale all'altro, o ad altri locali, traverso muri, pareti e soffitti non è cosa tanto facile nè sempre possibile, mentre però vi è modo di attutire abbastanza bene i rumori forti, e di rendere i deboli quasi del tutto, e anche del tutto, impercettibili. Zwaardemaker è riuscito a realizzare una camera acustica perfettamente silenziosa. Formò le pareti con muri doppi composti di materiali isolanti e separati l'uno dall'altro da un sottile strato di aria. Il muro interno era fatto di crine e di tufo dal dentro all'infuori: l'esterno di legno, sabbia, pietra pomice e gesso. Così si avevano sei strati di materiali oltre quello d'aria. Soffitto e

pavimento erano formati nello stesso modo. La camera era di metri $2,25 \times 2,20 \times 2,25$ e vi si entrava da una doppia porta: si è ottenuto che nessun rumore esterno penetrava nella camera e che le pareti, il soffitto e il pavimento non rinviavano nessun suono. La silenziosità era tale che nell'interno un orecchio normale non percepiva se non un leggero rumore sordo continuo. Avvicinando all'orecchio una di quelle conchiglie con cui i ragazzi amano udire il « rumore del mare » la conchiglia restava muta.

È un simile sistema che si dovrebbe adottare quando si tratta di rendere silenziosi dei motori rumorosi e il cui rumore, anche se posti in un sotterraneo, si farebbe sentire ai piani superiori, tanto più se i muri e i solai sono di calcestruzzo semplice, o armato, cioè sono di natura monolitica. Aspiratori o ventilatori usati per ventilazione, o per introduzione d'aria, nonchè per la posta pneumatica e altri simili impianti, sono assai rumorosi, per cui è necessario rinchiuderli entro grandi casse debitamente imbottite di lana, cotone, lana minerale, ossia con sostanze eterogenee e afone, oppure entro camera come sopra descritta. Anche la loro fondazione non deve trasmettere rumore e perciò si deve interporre uno strato di sughero « Corfundo » tra il letto di fondazione e il blocco su cui appoggia il motore, assicurandosi che le chiavarde fissanti la suola del motore al detto blocco non arrivino a toccare lo strato isolante (1).

È noto che appoggiando l'orecchio ad un muro di laterizi, o anche di pietrame ma ben connesso così da formare come un masso monolitico, si odono i rumori, le voci e perfino talvolta le parole che vengono prodotti e pronunciate in un locale superiore o inferiore, e che la percezione riesce maggiore ancora quando si appoggi l'orecchio a un condotto aperto nel muro, sia gola di camino, o canna di calore o altra simile. Si trova nel *Builder* (1847) la descrizione del modo con cui fu ovviato all'inconveniente delle comunicazioni che avvenivano fra i carcerati delle prigioni nella Contea di Berks, per mezzo delle canne di ventilazione. In ogni cella ne sbocavano due: una comunicava col canale interno dell'aria, l'altra coll'esterno. Dentro le canne, in appositi allargamenti furono collocati dei riflettori parabolici ottenendosi un perfetto isolamento acustico delle celle. Tanto col sistema di riscaldamento ad aria calda con canne nei muri, come con quello a vapore e ad acqua calda, esiste la possibilità di comunicazioni fra carcerati, poichè i tubi sono pure buoni conduttori dei suoni, a meno che siano così riparati da impedire di avvicinarli colla bocca o di percuoterli con qualche strumento determinando così dei segnali. L'architetto dovrà quindi preoccuparsi della cosa, già notata trattando degli stabilimenti carcerari (vol. II, cap. VII).

I fabbricati costruiti con calcestruzzo cementizio armato trasmettono suoni e rumori più di quelli costruiti con altri sistemi costruttivi. Ciò dipende dalla omogeneità della struttura, che trasmette benissimo, anche in locali lontani, il rumore prodotto per es. dall'acqua cadente da una cannella in una bacinella, e specialmente nei locali soprastanti alla bacinella (2). La trasmissione dei suoni è tanto più fastidiosa nei fabbricati destinati a scuola, soprattutto per le Accademie o Licei musicali, ad abitazioni, ad alberghi, a studi di professionisti, ecc. Per sopprimerla, o diminuirne l'effetto, si deve ricorrere a rivestimenti dei muri e delle pareti mediante sostanze morbide; a muri doppi con interposto strato d'aria, o di materia incoerente, come carbonella, trucioli di legno, ritagli di sughero, lana minerale, segatura di legno, pula di riso, sabbia grossa e simili; a strati di materiali afoni distesi sopra il piano di calcestruzzo dei solai; a camere

(1) Cfr. KATEL I., *Les graves inconvénients de la résonnance dus aux machines installées dans les bâtiments*, Paris, Béranger, 1932.

(2) Per diminuire o impedire i rumori dovuti alle condotture d'acqua vedere l'articolo di KATEL sul *Génie Civil* del 20 agosto 1932.

d'aria però non stagnante, poichè in tal caso l'aria vibrerebbe come una corda musicale fissata alle estremità e trasmetterebbe le sue vibrazioni alle pareti che la contengono. Torna anche utile il pavimento di piastrelle di marmo o di cemento, o di doghe di legno, tutti posati sopra strato di asfalto naturale. Ne abbiamo già trattato anche nel vol. I, cap. I, G, descrivendo i vari sistemi di soffitti e pavimenti. Le porte di passaggio da un locale all'altro si provvedono di doppio uscio, oppure di uscio foderato di panno (v. vol. I, parte II, cap. I), o di due tavolati con interposta imbottitura di materiale isolante.

Per i fabbricati scolastici, in cui le aule sono adiacenti fra loro, si impedirà la trasmissione dei suoni dall'una all'altra aula mediante muri doppi con interposta aria o con riempimento del vano con materiali afoni, come si è detto prima pei fabbricati in genere. Lo stesso si farà naturalmente pei solai quando il fabbricato sia a due o più piani. L'isolamento dovrà essere ancora maggiore nel caso di aule di istituti musicali, nei quali poi si dovranno allontanare quanto meglio è possibile i locali d'insegnamento di istrumenti molto rumorosi da quelli di suono delicato. L'isolamento oltre che col sistema costruttivo e coi materiali si otterrà anche meglio intercalando fra le aule locali in cui non si suonino istrumenti e non si canti: quali gabinetti pei maestri, spogliatoi, depositi di musica e di istrumenti e così via. Importante è l'annullamento dei rumori negli ospedali e negli alberghi, poichè agli ammalati è necessaria la maggior quiete e negli alberghi ogni disturbo dev'essere evitato. Nel primo caso le infermerie devono essere collocate lontane dalle strade ove i rumori, specialmente oggi, sono inevitabili, continui e assai molesti anche pei sani. Nel secondo le stanze da letto saranno pure disposte preferibilmente verso cortili o giardini, e non in prossimità di locali di servizio, di gabinetti per W.-C. e così via.

I rumori provenienti dall'esterno si possono fino a un certo grado attuire con vetrate doppie, le quali riducono i rumori di un decimo all'incirca con muri di ambito esterni grossi, ma meglio a parete doppia, contenenti nel vano soltanto aria o sostanze isolanti e coibenti (v. vol. I, parte II, cap. I). Le lastre di vetro saranno fissate a mastice per impedire le trepidazioni e il conseguente rumore che producono quelle poste semplicemente in scanalature, a meno che fra lastra e telaio vi sia una imbottitura di cotone, o di feltro, o di altra sostanza atta a impedire la detta trepidazione. I tratti di via lungo fabbricati di ospedali, scuole, case di cura, dovrebbero essere pavimentati con materiale insonoro, e i regolamenti cittadini prescrivere ai conduttori di veicoli l'astensione da richiami con trombe, fischi, campanelli e simili.

Il rumore prodotto dal tuono si può attuire, specialmente per l'ultimo piano, costruendo il solaio di sottotetto con pavimento e soffitto indipendenti e soffittando pure le falde del tetto. Parecchi sono i materiali isolanti messi in commercio, la maggior parte a base di sughero. L'*antivibrite* è un tessuto speciale compresso e imbevuto di bitume, a forma di lastre di varia grossezza e che può reggere pressioni di 90 kg.cm². Il *corfundo* è costituito di striscie di sughero riunite per mezzo di un telaio di lama leggera di ferro. Il *corsilo* è pure formato con sughero, e il *corsasfalto* si forma con due strati di corsilo, uniti con mastice speciale e ricoperti con feltro incatramato. Il *corsasfalto*, può sopportare carichi di 8 ÷ 10 kg.cm². Con un'alga marina impaccata in cuscinetti ricoperti di carta si fabbrica l'isolante detto *cabot*, specialmente usato per pareti. L'*assorbite* è costituita da strati sovrapposti di cartone ondulato, formante lastre di m. 1 × 1,50 e grosse da 1 a 5 cm.: si chioda come il legno oppure si fissa mediante bitume o cemento. La *cocoibile* si usa per pareti e soffitti mentre il *weco* è più indicato per pavimenti, sebbene serva anche per pareti: esso si fonda sulla proprietà che ha l'aria contenuta nelle intercapedini lasciate fra diversi strati del materiale: serve bene anche

contro l'umidità, quando sia impregnato di materie impermeabili. Le lastre di *solomit*, e di *eraclit*, già descritte, sono anche buoni materiali isolanti, fra cui è da ricordare il *linoleum*. Eccellenti isolatori sono poi il *piombo* e il *cautchouc*.

Tutto quello che abbiamo esposto mostra la grande attenzione che deve usare l'architetto nel progettare fabbricati in cui l'acustica ha esigenze affatto speciali, senza però dimenticare che all'esigenza relativa alla trasmissione dei suoni, si deve soddisfare in quasi tutti i fabbricati che siano abitati in modo continuo o temporaneo.

BIBLIOGRAFIA

Oltre alle pubblicazioni registrate nei capitoli XIX e XX (*Edifici per pubblici spettacoli; Edifici e impianti per trattenimenti, festeggiamenti, ecc.*) nelle quali l'argomento dell'acustica è più o meno trattato, aggiungiamo le seguenti che se ne occupano particolarmente, tralasciando di registrare quei periodici, specialmente tedeschi, inglesi e americani e gli atti di sodalizi scientifici, che in articoli appositi danno notizie di studi e applicazioni riguardanti l'acustica.

Pubblicazioni italiane.

- BASILE G. B., *Atti del Collegio degli Ingegneri ed Architetti in Palermo*, Palermo, ottobre 1878.
 BLASERNA, *La teoria del suono nei suoi rapporti colla musica*, Milano 1875.
 CAVALIERI B., *Lo specchio ustorio, ecc.*, Bologna 1632.
 CAVERNI, *Problemi naturali di Galileo Galilei, ecc.*, Firenze 1874.
 DOLBEAR A. E., *Il telefono - Descrizione dei fenomeni di elettricità, magnetismo e suono, ecc.*, Firenze 1878.
 FAVARO A., *L'acustica applicata alla costruzione delle sale per spettacoli e pubbliche adunanze*, Torino 1882.
 TACCANI, *Sulla forma della platea e del proscenio d'un teatro più proprio alla propagazione del suono, ecc.*, Milano 1840.
 VALLE C., *Acustica*, 1930.

Pubblicazioni francesi.

- BOURDAIS H. I., *Théorie des sons*, (Encyc. de l'Arch., article Acoustique).
 CLOQUET L., *Traité d'Architecture*, Tome cinquième, Paris et Liège 1901.
 GARNIER CH., *Le Théâtre*, Paris 1870.
 GUADET, *Éléments et théorie de l'Architecture*, Paris.
 HASSENFRAZ J. H., *Mémoire sur la propagation du son* (Institut des Sciences, etc.). Tome II, Paris 1811.
 KATEL I., *Les bruits dans les bâtiments*, Beranger, Paris 1929.
 ID., *L'isolement sonore et l'acoustique des théâtres et cinémas sonores*, Beranger, Paris 1931.
 LACHEZ TH., *Sur l'optique et acoustique des salles de réunion publique*, Paris 1881.
 LACOUR A., *L'optique et l'acoustique au théâtre* (Conférence). Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, luglio 1908, Paris.
Le palais du Trocadéro. Exposition universelle de 1878, Paris 1878.
 LYON G., *L'acoustique architecturale*. Film et technique, Paris 1932.
 MARAGE, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, avril 1906.
 MOIGNO, *Sur le mouvement et la sensation du son*, Paris 1875.
 QUÉTELET A., *L'acoustique* (Physique par J. Plateau et A. Quételet - Première partie), Bruxelles, Jamar.
 RADAU, *L'acoustique ou les phénomènes du son*, Paris 1867.
 SAVART F., *Recherches sur les vibrations de l'air* (Annales de Chimie et Physique). Tome 24, Paris 1823.
 VAULABELLE et HEMARDINQUER, *La science au théâtre, ecc.*, Paris 1908.

Pubblicazioni tedesche.

- BERGER R., *Die Schalltechnik*, Braunschweig 1926.
 CHLADNI, *Die Akustik*, Leipzig 1802.
 ID., *Neue Beiträge zur Akustik*, Leipzig 1817.
 EICHORN A., *Die Akustik grosser Räume nach akustischer Theorie, etc.*, Berlin 1888.
Handbuch der Architektur, III, 6, Darmstadt 1884.

- HELMHOLTZ H., *Die Lehre von den Tonempfindungen, etc.*, Braunschweig 1877.
 LANGHANS C. F., *Ueber Theater oder Bemerkungen über Katakustik*, Berlin 1810.
 LANGHANS C. G., *Vergleichung des neuen Schauspielhauses zu Berlin mit verschiedenen älteren und neueren Schauspielhäusern in Rücksicht auf akustische und optische Grundsätze*, Berlin 1800.
 LANGHANS, *Principien der Akustik und ihre Anwendung bei Theaterbauten*, 1860.
 MICHEL E., *Hörsamkeit grosser Räume*, 1921.
 ORTH, *Die Akustik grosser Räume mit speciellem Bezug auf Kirchen*, Berlin 1872.
 POGGENDORFF J. C., *Ueber die Refraction des Schalles* (Annalen der Physik und Chemie), Leipzig 1852.
 RHODE J. G., *Theorie der Verbeitung des Schalles für Bankünstler*, Berlin 1800.
Ueber die Akustik der Säle, St. Gallen 1886.
 WEIHER H., *Richtlin isolieren*, 1930.
 WEISBACH F., *Bauakustik*, Springer, Berlin 1913.
 WETTER J., *Untersuchungen über die wichtigsten Gegenstände der Theaterbaukunst, der vortheilhaften formen des Auditoriums und der zweckmässigen Accordung der Bühne und des Proscenium, in optischer und akustischer Hinsicht*, Mainz 1829.

Pubblicazioni inglesi e americane.

- ALLEN J. M., *Acoustics of public buildings - Defects and remedy* (Scientific American, vol. XXX), New-York 1874.
 BARLOW, *On the Pneumatic Action which accompanies the Articulation of Sound by the Human Voice, as exhibited by a Recording Instrument* (Proceedings of the Royal Society, vol. XXII), Londra.
 BLACKBURN J., *Description of a Parabolic sounding-board erected in Attercliff Church*, London 1829.
 DAVIS A. H., *The acoustics of building*, 1929.
 FLETCHER BARRET W., *Acoustics and Buildings* (The Builder, 1869).
 GURNEY, *The power of Sound*, London 1880.
 HENRY J., *On acoustics applied to public buildings*. Annual report of the Smithsonian institution, etc., Washington 1857.
 ID., *Researches on sound*. Annual report of the Smithsonian institution, etc., Washington 1879.
 MILLER, *The Science of Musical Sounds*, New-York 1926.
 RAYLEIGH, *The Theory of Sound*, London 1926.
 SABINE W., *Architectural Acoustic*, parte 1^a. *Reverberation of the American architectural acoustic*, 1900.
 SAELTZER A., *Treatise on acoustics in connection with ventilation*, London 1873.
 SMITH T., *On acoustic*, Builder, vol. 18, pag. 815, 833.
 SMITH T. R., *A rudimentary treatise on the acoustics of public buildings*, London 1861.
 SAUNDERS G., *A Treatise on Theatres, including some experiments on sound*, London 1870.
 TYNDALL, *Sound. A course of eight lectures delivered at the Royal Institution of Great Britain*, London 1868.
 WATSON F. R., *Acoustics of Auditorium*, J. B. Lippincott Company, 1924.

II. — OTTICA

L'ottica in architettura si riferisce alle questioni che interessano la visibilità e la illuminazione naturale e artificiale, sia esterna sia interna.

Della illuminazione artificiale già trattammo particolarmente nel vol. I, parte II, sez. II, nonchè nella descrizione dei varii edifici (vol. II, parte I) dove si è considerata specialmente la questione della illuminazione naturale, soprattutto in casi particolari, quali musei, pinacoteche, negozi, scuole, studi di professionisti e artisti; illuminazione ottenuta con finestre, con lucernari e con prismi atti ad aumentare l'intensità luminosa (vol. I, parte II, sez. I e II).

Della illuminazione naturale si riparla in questa appendice nel capitolo relativo alla igiene.

Sulla visibilità nei locali di pubblici spettacoli, di aule scolastiche, parlamentari e simili, di saloni per concerti, conferenze, si è già mostrato in qual modo si deve disporre il pubblico, cioè sopra sedili formanti gradinata più o meno inclinata e colle file di sedili in linea retta oppure curva, cosicchè ogni persona possa veder bene tanto la scena, o lo schermo di cinema, quanto il podio o la cattedra o il banco presidenziale o l'oratore. Se banco, podio, cattedra, sono alquanto sopraelevati sull'uditorio, come il predicatore sul pulpito, allora i sedili si possono disporre anche su un piano orizzontale poichè le visuali delle persone sono tutte rivolte all'insù.

Circa la visione degli edifici sotto il punto di vista della impressione estetica che devono produrre, impressione dovuta all'ambiente, alle occultazioni, alle condizioni prospettiche e alle illusioni ottiche, se ne tratta nel vol. II, parte II (*Estetica architettonica*) e in quest'Appendice nel capitolo dedicato all'*Urbanistica*.

Perciò riguardo all'ottica nulla sarebbe da aggiungere a quanto fu già detto. Non dimeno riteniamo opportuno di fornire qualche informazione sulle illuminazioni pubbliche di edifici, in occasione di feste, anniversari e simili.

Un tempo tali illuminazioni si ottenevano con torcie e candele poste sui davanzali o ai fianchi delle finestre e delle balconate, sulle cornici, ecc., ed anche con lumini a olio per formare emblemi, stemmi e simili. Il gas illuminante si sostituì poi a tali mezzi e a sua volta fu sostituito dalla luce elettrica. La facilità con cui si può oggi con lampadine elettriche di varia intensità e colore illuminare linee architettoniche e decorazioni, condusse a quelle deplorabili illuminazioni così dette architettoniche, le quali sono un vero insulto all'architettura e all'estetica, tanto più quando le condutture elettriche e le lampadine, o i portalampade, sono lasciati fissi sugli edifici, deturpandoli in maniera veramente sconcia. Siccome però si è finalmente compreso che la illuminazione artistica di un edificio, o di un monumento, si ottiene illuminandone il suo insieme come farebbe la luce del giorno, e siccome tale effetto si può ottenere con adatti proiettori elettrici, così si fa ormai ricorso ad essi ricavandone ottimi effetti.

Le prove fatte sono riuscite convincenti, così è da sperare che saranno del tutto abbandonate le illuminazioni architettoniche, che, oltre ad essere agli antipodi dell'arte, sono anche assai più costose.

Due però sono le osservazioni da fare in proposito. Prima di tutto quando si tratta di edifici monumentali molto alti, riesce difficile di poter collocare i proiettori a tale altezza e in tali punti così da ottenere una luce che produca gli stessi effetti d'ombra quali li produrrebbe la luce diurna. Ne risulterà quindi un completo o parziale invertimento delle ombre, con effetti del tutto contrari a quelli che si era prefisso l'autore

dell'edificio o del monumento. La inversione potrà in certi casi tollerarsi, in altri no. In questo secondo caso si dovrà studiare bene il collocamento dei proiettori in modo da neutralizzare le ombre portate, magari con luci nascoste, così da riuscire invisibili, poste dietro o sopra le cornici o ad altri elementi sporgenti. La seconda osservazione è quella del colore della luce. La diurna non è una luce fredda come la elettrica: per ottenere quindi un buon risultato, specialmente quando il monumento ha delle parti colorate, come marmi, dipinti, ecc., è necessario che la luce del proiettore sia piuttosto calda, ciò che si può ottenere con schermi colorati, come abbiamo detto per gli effetti di luce nei teatri. Osservando poi che al tramonto il sole indora, come si suol dire, gli edifici, e che per la sua posizione prossima all'orizzonte non produce più nè grandi nè forti ombre, se non per oggetti molto staccati dal piano della facciata dell'edificio, ne consegue che se i riflettori non si possono collocare abbastanza in alto, si otterrà con essi un effetto simile a quello del sole al tramonto, purchè siano muniti di adatti schermi. C'è chi ritiene che la inversione degli effetti fornendo un'impressione di sorpresa affatto nuova, non sia condannabile: noi però riteniamo assai più soddisfacente una luce che produca effetti assai simili a quelli della luce diurna.

Due edifici resistono, e forse resisteranno ancora, al nuovo sistema: la Basilica di S. Pietro a Roma e quella di S. Marco a Venezia. Non v'ha dubbio che la illuminazione della prima con lantermoni e fiaccole, come si usava in antico, riesce spettacolosa e sorprendente, soprattutto nei riguardi della cupola, e che la illuminazione della seconda con fiaccole mobili e fuochi di bengala è di un effetto altamente suggestivo, affascinante e meraviglioso, specialmente per lo splendore che acquistano i marmi di vario colore e l'oro dei mosaici. Si tratta di casi affatto speciali e che non hanno nulla da vedere con le deprecate illuminazioni architettoniche.

CAP. III. — **L**igiene nella costruzione

(DANIELE DONGHI)

Generalità.

Nella prefazione di questo Manuale si è già osservato che l'architetto per ben progettare e costruire deve possedere anche le cognizioni relative all'igiene, e tanto nella descrizione dei materiali, quanto dei sistemi costruttivi si è pure fatto cenno alla questione igienica: questione non nuova, poichè gli Indiani e i Parsi si devono considerare già igienisti pratici se punivano coloro che in qualche modo avessero inquinato le acque o il terreno. Zoroastro voleva che all'acqua fosse conservata la massima purezza e a tutti son note le grandiose opere di carattere igienico dei Romani, i loro acquedotti, le loro fontane, le cloache, le lussuose terme. Vitruvio vuole che l'architetto sappia di medicina (leggi igiene) affinchè un fabbricato risulti salubre, e dopo il triste periodo del medio evo in cui l'uso del bagno fu abbandonato e ogni norma di igiene privata e pubblica trascurata, si manifestò la reazione, però ancora debole, nonostante che gli scrittori di arte architettonica, fra cui l'Alberti, ribadissero i consigli di Vitruvio e altri ne aggiungessero.

Ancora in secoli prossimi al nostro si vedevano scorrere in mezzo alle strade rigagnoli di acque luride, come a Torino, in cui la via, detta ancora anni sono Doragrossa, ripeteva il suo nome da *Doira grossa*, cioè rigagnolo grande. Abitazioni malsane, umide, luride, oscure, in vie anguste, dove il sole non appariva mai, immondezze ingombranti le strade e lasciatevi imputridire; ecco il triste quadro che per fortuna cominciò a subire una trasformazione per merito degli igienisti e delle loro scoperte sulle cause delle malattie, specialmente delle epidemiche e contagiose, e della loro diffusione.

Ma se gli igienisti prescrivono delle norme, concretate in leggi e regolamenti, nello scopo precipuo di impedire lo sviluppo di malattie e di ottenere la conservazione della salute, è principalmente all'architetto che incombe il dovere di applicarle. Qualunque sia l'edificio o il fabbricato in cui l'uomo o animale debba vivere in modo permanente o temporaneo, individualmente o collettivamente, e qualunque sia il centro abitato, villaggio o città, spetta all'architetto di ottenere, mediante la ubicazione dei fabbricati e delle strade, le loro disposizioni, gli appropriati materiali costruttivi, i migliori sistemi di smaltimento delle acque e dei rifiuti, di riscaldamento e di ventilazione, ecc., che siano soddisfatte tutte le condizioni di salubrità volute dalla più rigorosa igiene.

Questa però, pur avendo fatto passi giganteschi, ha ancora molte questioni da chiarire e mano mano che studi ed esperienze vanno chiarendole, vengono a modificarsi e ampliarsi leggi e regolamenti, obbligando l'architetto a tenersi al corrente di tutto ciò che interessa l'igiene, per studiarne le più pratiche e meno onerose applicazioni.

Ciò posto non è il caso di addentrarci nelle questioni igienico-scientifiche, nè di descrivere i modi e gli apparecchi con cui gli igienisti determinarono le proprietà igieniche del suolo, dell'aria, delle acque, dei materiali, ecc. Così pure tralascieremo di occuparci degli argomenti relativi alle condizioni igieniche delle vie, degli spazi pubblici in genere, degli agglomeramenti di abitazioni, dei varî servizi cittadini, ecc., ossia

di tutto ciò che ora fa parte del cosiddetto *urbanesimo*, al quale è destinato un capitolo di quest'*Appendice*.

Qui tratteremo principalmente dell'umidità sotto le varie sue manifestazioni, il peggior nemico della salute, dei requisiti igienici che devono avere il suolo, i materiali da costruzione, i sistemi costruttivi e i vari elementi costitutivi delle fabbriche, nonché della illuminazione naturale, del soleggiamento dei fabbricati e della migliore ubicazione di essi.

L'approvvigionamento dell'acqua per gli usi domestici, il riscaldamento, la ventilazione, lo smaltimento delle materie di rifiuto, sono argomenti trattati in appositi capitoli del Manuale e ad essi si rimanda, salvo ad aggiungere qui ciò che, sotto il punto di vista igienico, non vi fu considerato.

A) — **Influenza dell'umidità e del calore sulla salubrità.**

L'umidità sia che provenga da quella contenuta nel terreno, sia dall'acqua detta di costruzione, cioè adoperata per la costruzione di muri, pareti, soffitti, ecc., sia dall'acqua di pioggia o dalle nevi e da nebbie o da altre cause, raffredda l'aria colla evaporazione, caricandola di vapor acqueo più di quanto sia sopportabile e conveniente, agli organi della respirazione; rende più difficile la pulizia dei locali; promuove la formazione di muffe; facilita l'infracidimento e diffonde anche cattivi odori. Tutto ciò influisce sullo stato di salute delle persone, facilitando l'insorgere di malattie, fra cui le infettive, inquantochè l'umidità offre favorevoli condizioni di sviluppo di certe specie di microbi patogeni, alla cui esistenza è necessario un certo grado di umidità. Da questa dipende anche la formazione e la diffusione del fungo domestico, e se sulla sua dannosa azione diretta riguardo alla salubrità vi sono dispareri, non è però trascurabile la sua azione indiretta.

Riguardo all'influenza del calore rispetto alla salute, si ricorda anzitutto quella dovuta al riscaldamento artificiale dei locali, specialmente quando esso toglie all'aria il grado di umidità conveniente, e l'altra dovuta al brusco passaggio da una temperatura elevata ad una molto più bassa: ma è poi da tener presente che la temperatura ha un'influenza notevole sulla vegetazione dei microbi, il cui sviluppo massimo corrisponde a un dato grado di temperatura. I limiti di temperatura tra i quali è possibile la vita dei microrganismi sono, in generale, assai discosti fra loro, mentre assai più ristretti sono quelli entro i quali può avvenire la moltiplicazione dei microrganismi stessi.

È accertato che l'azione concomitante dell'umidità e del calore è assai meno benefica alla salute che non quella soltanto del caldo secco, e che l'azione simultanea del caldo e dell'umido, in quanto favorisce la vita dei microrganismi, trae con sé particolari pericoli per la salute, che non si verificano, o per lo meno in minor misura, col caldo secco.

Considerando che la conduttività dell'acqua per il calore è 20 volte maggiore di quella dell'aria e che per scaldare un peso d'acqua uguale a uno stesso peso d'aria occorre una quantità di calore 3,75 volte superiore, così la sottrazione di calore ai corpi che si trovano a contatto coll'umidità avverrà con una rapidità uguale a $\frac{20}{3,75}$, cioè più di 5 volte maggiore di quella che avverrebbe se quei corpi fossero a contatto coll'aria alla stessa temperatura dell'acqua. Siccome poi l'evaporazione lenta ha un'azione di raffreddamento, così terreni, pareti, muri che siano umidi, si dicono, in generale, freddi,

nello stesso modo che si ritengono freddi i pavimenti di marmo, di piastrelle ceramiche e simili, essendo materiali buoni conduttori del calore. L'umidità è generata tanto dal suolo semplicemente umido, a causa di infiltrazione di acque superficiali, o dall'esistenza di una o più falde di acqua freatica, nel qual caso l'umidità danneggia le fondamenta, quanto dall'acqua atmosferica, dalla permeabilità e igroscopicità dei materiali da costruzione, dall'acqua adoperata nella costruzione di muri, pareti, solai, ecc. e infine dalle condizioni climatologiche, dalla orientazione del fabbricato e dalla sua posizione per rispetto all'altimetria del terreno.

B) — Il suolo riguardo all'umidità e al calore.

Coloro che abitano in località basse, nel fondo di valli, al piede di declivi, sono predisposti a certe malattie assai più di coloro che abitano in località relativamente elevate, ciò che risulta anche dalle statistiche della mortalità. Tale fatto è in relazione alla qualità del suolo e all'acqua sotterranea, al livello di questa rispetto alla superficie del suolo, alle variazioni di tale livello e alle impurità che la inquinano. È evidente che l'inquinamento è maggiore nei bassifondi poichè ivi permangono più a lungo le acque meteoriche, o superficiali, contenenti impurità dell'aria e del suolo, e perchè le acque sotterranee, provenienti dai luoghi più elevati, specialmente se abitati, trascinano le impurità prodotte nei luoghi stessi.

1. — ACQUA DEL SOTTOSUOLO E CONSEGUENTE UMITÀ.

Le acque sotterranee vengono generalmente distinte in *sorgive* e *acquitrinose*; se tale distinzione non è rigorosamente esatta, si possono però ritenere come sorgive quelle che scaturiscono da fessurazioni e da stratificazioni di rocce, e come acquitrinose le acque che imbevono un terreno sciolto. L'esistenza di acquitrini presuppone quella di uno strato impermeabile del terreno, e quando a parecchi strati impermeabili sono intercalati strati permeabili, allora si hanno acque freatiche di prima, seconda, ecc. falda acqua sotterranea. Se gli strati sono orizzontali, oppure formano come un bacino, l'acqua freatica è *stagnante* o *dormente*: se sono inclinati l'acqua è più o meno in movimento secondo il grado di inclinazione. L'acqua stagnante subisce variazioni di livello, il quale si alza per effetto di infiltrazione di acque meteoriche, o di prossimi corsi di acqua, o di acqua proveniente da terreni più elevati, o per capillarità; ed anche per condensazione del vapor d'acqua contenuto nell'aria: si abbassa per evaporazione, o per assorbimento. Tali variazioni di livello contribuiscono a modificare le proprietà del terreno, variazioni che non avvengono quando le acque freatiche sono scorrenti, a meno che intervengano speciali elementi per modificarle.

L'acqua sotterranea è o non in pressione secondo la qualità e la direzione degli strati permeabili e impermeabili. Se è contenuta fra due strati impermeabili inclinati nel medesimo senso, ma dei quali il superiore è maggiormente inclinato, l'acqua fra essi interposta è in pressione e quando trova un'uscita vi si innalza e assume un livello superiore dell'acqua circostante, dando origine ai pozzi artesiani (v. cap. VII, vol. I, parte II).

La quantità di acqua che un terreno può contenere corrisponde al volume degli interstizi o pori, il quale varia a seconda delle diverse qualità del terreno.

Si è detto che l'acqua freatica è alimentata dall'acqua piovana, da acque scorrenti alla superficie del suolo e da condensazioni del vapor acqueo dell'aria, ma la infiltrazione avviene con una certa rapidità soltanto per lo strato superiore del terreno e più lentamente per gli strati profondi, ove può avverarsi temporaneamente un arresto, seguito poi da un rapido e talvolta subitaneo movimento di discesa. Si dice che l'acqua è *sospesa* quando si trova nello stato intermedio di riposo.

Sembra superfluo dimostrare che numerosi fattori influiscono sullo stato delle acque sotterranee, sulle loro proprietà, ecc. Tra i fattori permanenti stanno la configurazione del suolo (in declivio, a bacino, orizzontale), la orientazione e quindi l'intensità dell'azione solare, la permeabilità del suolo e i suoi caratteri mineralogici: tra i fattori transitori stanno le stagioni e la quantità di pioggia, nonchè il modo con cui essa è suddivisa durante l'anno. In molte località le variazioni di livello delle acque freatiche corrispondono colla quantità di pioggia e coi periodi di siccità, mentre in altri luoghi fra una variazione e l'altra interviene un intervallo di tempo più o meno lungo.

Sebbene non si possano precisare in modo assoluto le malattie causate dalla qualità e condizione del terreno, è certo che in esso si svolgono la vita e la diffusione di microrganismi dannosi, per il fatto di impurità specialmente di natura organica, che si decompongono, si putrefanno e originano gaz, ecc., dannosi alla salute. In generale i terreni alluvionali (ghiaie, sabbie, argille, limo, terreno vegetale, ossia l'*humus*, o misto con residuo di piante, ecc.) trattengono più facilmente maggiore quantità di acqua e insieme di impurità se maggiore è il volume dei loro pori. La capacità per l'acqua è molto maggiore nei terreni a grani piccoli che non in quelli a grani grossi.

Secondo vari sperimentatori (Flügge, Schwarz, Renk) si ebbero i seguenti risultati:

TABELLA IV. — Porosità dei terreni.

QUALITÀ DEL TERRENO	Grossezza dei grani in mm.	Porosità per cento
Ghiaia comune	—	38,3 ÷ 40,1
Id.	< a 7	36,7
Id.	< a 4	36
Sabbia grossa	1 ÷ 2	35 ÷ 40,8
» media	1 ÷ 0,3	55,5
» fina	< 0,3	55,5
Ghiaia e sabbia in parti uguali	—	23,1 ÷ 28,8
Argilla	—	36,2 ÷ 42,5
Terreno argilloso privo di sostanze organiche	—	45,1
» cretaceo con sostanze organiche	—	52,7
» argilloso sabbioso a grana fina povero di <i>humus</i>	—	55,3
» argilloso calcareo ricco di <i>humus</i>	—	56,8
» paludoso contenente l'82 % di materie organiche	—	84

Celli sperimentando su diversi terreni disgregati ha ottenuto i risultati riportati nella tabella V.

L'acqua può penetrare dall'alto o dal basso e mentre si comprende che la capacità per trattenere l'acqua sia maggiore nei terreni di maggior volume complessivo dei pori, si osserva che tale capacità è maggiore quando l'acqua penetra dal basso che non dall'alto. La quantità di acqua che in contrasto colla gravità è trattenuta nel terreno, vi rimane sia per adesione ai granelli racchiudenti i pori, sia per azione capil-

TABELLA V. — Porosità di materiali del terreno.

Ciottoli alluvionali di cm ³ 1-5 con sabbia e argilla	49,7
Ciottoli alluvionali e sabbia	32,9
Sabbia quarzosa (grani mm. 0,5 ÷ 2)	34,5
» fina con tracce di argilla	43,2
» finissima	41,3
» argillosa	56,4
» » in polvere finissima	52,1
» ricca di argilla e marna	51,8
» argillosa (in parti uguali)	55,8
Suolo argilloso con tracce di sabbia	54,8

lare (degli spazi capillari dei pori), sia per la maggiore o minore igroscopicità degli elementi del terreno e delle sostanze estranee che può contenere. L'argilla e le sostanze organiche sono notevolmente igroscopiche.

L'azione dovuta al volume dei pori non dipende soltanto dalla quantità di impurità che detto volume può assorbire, ma dal fenomeno di evaporazione, dalla capillarità e dall'adesione superficiale di cui si è detto ora. Quanto maggiore è la porosità del terreno, tanto maggiore è il ricambio dell'aria, più favorita la evaporazione e quindi l'asciugamento e la trasformazione, sotto l'azione dell'ossigeno dell'aria, delle sostanze inquinanti il terreno, in composti minerali innocui (acido nitrico, acqua, acido carbonico, ecc.). La capillarità è maggiore nei terreni a grani fini che non in quelli a grani grossi: così nel terreno sabbioso più fino (groschezza dei grani un decimo di millimetro) l'acqua risale per capillarità fino a circa 1 metro, mantenendo il terreno permanentemente imbevuto d'acqua a un metro circa sopra il livello della falda acqua sotterranea. Se la groschezza dei grani di sabbia è invece di mm. $\frac{1}{2} \div 1$, l'innalzamento dell'acqua si riduce a cm. 10 circa. Vi sono però terreni in cui per effetto di capillarità l'acqua può innalzarsi anche più di 2 metri e fino a 6 metri nel terreno torboso.

L'acqua che risale per capillarità riempie soltanto una porzione degli spazi vuoti, poichè nel momento in cui è raggiunto il riempimento totale, ha luogo la ricaduta in basso. Se la groschezza dei grani di sabbia varia da mm. $0,5 \div 5$, per cui il volume relativo dei pori varia da 41,3 ÷ 43,4%, la quantità di acqua capillare diminuisce dall'84% al 12,7%.

Nella stessa maniera che varia l'azione capillare, così varia la rapidità della sua azione in relazione alle diverse qualità del terreno. Nella sabbia l'acqua sale rapidamente, poi con minore velocità, mentre nel terreno argilloso la rapidità di ascesa è minore ma costante.

Oltre che per capillarità il terreno può contenere acqua per effetto di attrazione o di adesione sulla faccia inferiore dei grani, acqua che può provenire da diverse fonti, come da pioggia, e da condensazione del vapore d'acqua contenuto nell'aria che risale dagli strati più profondi e più caldi, quanto da quella più calda che penetra dalla superficie del terreno. Questo però non soltanto può assorbire umidità per effetto di condensazioni dipendenti da differenza di temperatura, ma può sottrarre umidità dall'aria anche quando esso abbia l'uguale temperatura di essa. Però tale umidità apparisce assai scarsa nel terreno sabbioso mentre ha qualche importanza in quello argilloso. Schübler trovò che in 72 ore un terreno argilloso soffice, più o meno grasso, aumentava di peso del $2,80 \div 4,90\%$ in seguito al detto assorbimento di umidità, mentre il terreno vegetale cresceva del 12% in peso.

Rispetto alla salubrità del terreno ha importanza non soltanto la quantità di acqua che un terreno può ricevere, il tempo in cui la riceve, e la permanenza della umidità, ma la sua capacità di asciugamento, cioè la diminuzione dell'umidità a contatto col'aria. Schübler sperimentando su terreni argillosi e vegetali ha trovato che in 4 ore con una temperatura di gradi 17,5 C. la sabbia quarzosa aveva perduto 88,4% dell'acqua assorbita, la sabbia calcarea 75,9%, l'argilla pura 52%, l'argilla fangosa 45,7% e l'*humus* 20,5%. I terreni sabbiosi-silicei e sabbiosi-calcarei si prosciugano più rapidamente degli argillosi e molto più ancora degli *humosi* e inquinati.

L'umidità del terreno non si trova uniformemente distribuita nella grossezza di esso ma generalmente in tre strati o zone, sovrastanti alla falda freatica. La zona superiore è quella di *evaporazione*, nella quale l'acqua che vi è giunta non discende negli strati sottostanti ma può evaporarsi; è per l'igiene una importante zona, perchè l'evaporazione aumenta il grado di permeabilità all'aria e quindi facilita lo scambio fra l'aria tellurica e l'atmosfera: specialmente quando il terreno è ricco di argilla perchè in tempi di siccità si formano delle crepature che servono a far comunicare l'ambiente esterno cogli strati profondi: infine perchè colle oscillazioni dell'umidità, si possono stabilire nel terreno condizioni favorevoli a processi bio-chimici, i quali possono acquistare anche un'importanza epidemiologica. L'evaporazione avverrà tanto più facilmente quanto meno umida, più mossa e meno fredda sia l'aria, e maggiore il soleggiamento del terreno. Alla evaporazione giovano le piantagioni e la vegetazione erbacea. Secondo Lawes l'agrifoglio evapora per 543 volte il proprio peso, il sicomoro 292, il frassino 203, l'abete 50, il larice 48 e la quercia 15. Si è pure notato che un girasole può evaporare 15 litri di acqua al giorno, una quercia di media grandezza 5, un salice un metro cubo in 15 giorni.

Sotto alla zona di evaporazione e sopra quella di capillarità sta la zona di *passaggio*, tanto più grossa quanto più profondo è il livello dell'acqua sotterranea. Tale grossezza può variare da pochi centimetri a molti metri e quindi rappresentare un grandissimo serbatoio di acqua: in un metro cubo di terreno finemente sabbioso, la cui porosità sia del 50%, vi possono essere perfino 350 litri di acqua.

Anche tale zona è importante nei riguardi dell'igiene, come del resto la zona sottostante di *capillarità*, nella quale l'acqua della sottostante falda freatica è innalzata, come vedemmo, e tenuta sospesa, e può essere portata molto in alto fino alla fondazione dei fabbricati, compromettendone anche la stabilità. Risalendo poi in tali muri rende umidi quelli del pianterreno e i locali fra essi racchiusi.

Si può sommariamente avere un indizio dell'umidità di un suolo dal genere dei vegetali che crescono su di esso. Tali i giunchi, la tussilago farfara, la incensaria, il radicchio selvatico, la coda di cavallo, l'erba rustica, il ranuncolo acre, il ranuncolo di palude, l'angelica arcangelica, e altri.

2. — STATO TERMICO DEL TERRENO.

Da quanto precede risulta che in quanto alle cause e agli effetti dell'umidità del suolo, si tratta di un complesso di fenomeni, di cui si può aver cognizione soltanto in ogni caso particolare, tanto più che a quei fenomeni si aggiunge quello del calore del terreno, la cui azione non è indifferente. La temperatura del suolo origina tanto dal soleggiamento, quanto dal calore interno del globo, e dai processi fisici e chimici che avvengono nel suolo medesimo. È noto che la temperatura del terreno va aumentando con una media di circa 1 grado ogni 30 ÷ 35 metri di approfondamento, sebbene da

terreno a terreno si abbiano al riguardo differenze notevoli. Il calore prodotto da assorbimento di gaz e di liquidi, da condensazione di vapore, da processi chimici e biochimici è, si può dire, trascurabile, mentre ha importanza quello prodotto dal soleggiamento, il cui effetto è maggiore quando più perpendicolari alla superficie del suolo cadono i raggi solari. I processi chimici avvengono specialmente nei terreni inquinati da materie animali di rifiuto: nella loro decomposizione si produce calore, ma esso non può avere notevole influenza se non quando si tratta di un inquinamento straordinario. I terreni molto inclinati e rivolti a sud hanno perciò una temperatura sensibilmente più elevata di quelli in pendio dolce od in piano, e mentre i terreni rivolti a nord sono freddi, quelli esposti ad est e ad ovest hanno una temperatura media.

Il calore viene assorbito dal terreno proporzionalmente alla sua capacità termica, la quale varia a seconda dei terreni, cioè del loro *calore specifico*. Delle due tabelle che seguono, la VI corrisponde ai risultati ottenuti da diversi autori, e la VII è dovuta a Galton, ma colle cifre ridotte in modo da essere paragonabili con quelle della VI: perciò si fece coincidere il valore indicato per la «sabbia pura» della tabella di Galton con quello della «sabbia quarzosa» della tabella VI. Le cifre sono riferite al calore specifico dell'acqua fatto uguale a 1.

TABELLA VI.

Calore specifico di alcuni terreni.

N. d'ordine	QUALITÀ DEL TERRENO	Quantità di calore
1	Torba	0,477 ÷ 0,529
2	Terreno granitico .	0,380
3	» calcareo . .	0,339
4	Terra d'erica . . .	0,312
5	Terreno argilloso vegetabile	0,310
6	Argilla marnosa . .	0,284
7	Creta sciolta . . .	0,259
8	(Aria)	0,238
9	Sabbia quarzosa . .	0,196
10	Sabbia calcarea . .	0,188

TABELLA VII.

Calore specifico di alcuni terreni (Galton).

N. d'ordine	QUALITÀ DEL TERRENO	Quantità di calore
11	Sparto pesante . .	0,109
12	Terreno vegetale .	0,398
13	Creta fina	0,316
14	Argilla pura	0,298
15	Terra argillosa . .	0,285
16	Argilla compatta .	0,274
17	Gesso	0,267
18	Argilla leggera . .	0,254
19	Sabbia calcarea . .	0,195
20	Sabbia pura	0,196
	—	

Liebenberg essiccando parecchi terreni all'aria ha ottenuto i seguenti risultati:

TABELLA VIII. — *Calore specifico di alcuni terreni (Liebenberg).*

N. d'ordine	QUALITÀ DEL TERRENO	Quantità di calore	N. d'ordine	QUALITÀ DEL TERRENO	Quantità di calore
1	Sabbia terziaria grossa . .	0,268	8	Marna diluviale	0,257
2	» » fina	0,275	9	Terreno basaltico	0,330
3	» diluviale grossa	0,192	10	» granitico	0,388
4	» » fina	0,162	11	Calcare conchigliare	0,351
5	» alluvionale	0,216	12	Terra da pascolo	0,365
6	» calcarea	0,191	13	Humus	0,444
7	Argilla gialla diluviale . .	0,225		—	

Le due tabelle VI e VII presentano una soddisfacente concordanza, anche colla tabella VIII. Le differenze si possono spiegare colla non identità del terreno sperimentato nei tre casi.

Le tabelle dimostrano che per un eguale riscaldamento, al terreno vegetale si deve fornire una quantità di calore circa doppia di quella occorrente a un terreno sabbioso; cosicchè il primo si dice freddo, e caldo il secondo. I terreni calcari ed argillosi stanno nel mezzo fra i due suddetti estremi. I terreni più umidi sono più difficili da riscaldare a causa dell'acqua che contengono, ma non si deve da ciò inferire che un terreno umido sia necessariamente freddo, poichè la quantità di calore che un corpo può ricevere in un dato tempo non dipende soltanto dalle unità di calore che effettivamente assorbe, ma anche dal grado di rapidità con cui il calore viene trasmesso alle altre parti del corpo stesso, cioè dalla sua conduttività. Perciò, se a un elevato grado di calore specifico si aggiunge una maggiore conduttività, si può avere lo stesso risultato di un calore di grado minore congiunto con una minore conduttività. In certi casi può dunque essere *caldo* un terreno umido: di regola si deve però ritenere che un terreno umido è *freddo* e uno secco è *caldo*, cosicchè in generale si dicono freddi i terreni argillosi e quelli compatti che trattengono l'umidità, e caldi invece i terreni sabbiosi asciutti.

Anche il colore del terreno concorre a determinarne il calore. I terreni quarzosi, calcari od argillosi di colore oscuro, a pari circostanze, sono riscaldati dai raggi solari circa il 20% di più di quelli di color chiaro. Gasparin ricoprendo con uno strato bianco di carbonato di magnesia e uno nero di nerofumo alcuni terreni, trovò i valori seguenti in gradi centesimali:

TABELLA IX. — *Calore di alcuni terreni, in gradi centesimali, secondo il loro colore.*

QUALITÀ DEL TERRENO			QUALITÀ DEL TERRENO		
	Bianco	Nero		Bianco	Nero
Sabbia quarzosa grigia	43,0	50,9	Argilla grigia chiara	42,9	50,6
» calcarea bianca	43,0	51,1	» bianca calcarea	42,6	49,4
Gesso grigio chiaro	43,5	51,3	» bluastro	41,3	48,9

Il potere radiante del terreno oltre che dalla sua natura dipende anche dalla struttura del suo strato superficiale, e mentre è minore per le sostanze organiche, è maggiore per quelle minerali, diminuendo poi col crescere della sua compattezza.

Lo strato superficiale in seguito al calore solare può assumere temperature transitorie sensibilmente superiori a quelle dell'aria con cui è a contatto. A m. 0,50, o ad un metro di profondità cessa l'influenza delle variazioni diurne della temperatura: a m. 2 si fanno sentire ancora le variazioni di calore in relazione ai mesi, e a m. 4 soltanto quelle annuali, fatta naturalmente astrazione da speciali posizioni o qualità del terreno.

3. — IMPURITÀ DEL TERRENO.

Da un terreno inquinato possono esalare cattivi odori e gaz nocivi, quali acido solfidrico, gaz ammoniacco, acido carbonico, e avverarsi in esso condizioni favorevoli allo sviluppo di microrganismi. Le conseguenze dannose di questi fatti si risentono specialmente nella stagione fredda quando, in seguito al riscaldamento dei locali di un fabbricato, si produce un maggior richiamo dell'aria del sottosuolo, con effetti naturalmente più sensibili per i pianterreni.

Si può riconoscere se un terreno è inquinato tanto coll'analisi chimica quanto colla determinazione del contenuto in microrganismi. Per ciò che riguarda l'analisi chimica, la quantità di acido carbonico è un'indicazione attendibile, benchè non del tutto sicura, della impurità del terreno. Più sicuri indizi sono le quantità di materie organiche, di azoto, di cloro, di nitriti e nitrati. La quantità di germi contenuti in un terreno varia entro limiti molto discosti. Si può in generale osservare che quanto più un terreno è ricco di sostanze di origine organica, tanto maggiore è il numero dei microbi e reciprocamente. Appunto per questo fatto il numero dei microrganismi, che si riscontrano coll'analisi, può approssimativamente fornire una misura dell'inquinamento del terreno. Tuttavia esso non ha un'importanza diretta per la salubrità, giacchè questa è compromessa soltanto da alcune sorta di microrganismi e ha invece valore inquantochè se maggiore è il numero dei batteri verosimilmente sarà maggiore il numero di quelli perniciosi, che non in un numero minore. Nei terreni coltivati, nelle sabbie delle dune, nei terreni più o meno lontani da agglomeramenti colonici, il numero dei microrganismi da zero può salire fino a due migliaia per centimetro cubo: nel sottosuolo delle città raggiunge sovente parecchi milioni. Nel suolo di Torino se ne rinvennero 44.200.000, e in terreni coltivati di pianura 11.000.000.

Si è riconosciuto che quando il terreno ha un certo grado di umidità può cagionare la tubercolosi: che all'umidità trasmessa dal suolo alle abitazioni si devono le affezioni reumatiche, e anche le cancerose: che l'edema maligno è dovuto agli strati superficiali del suolo abitato e coltivato, oppure al terreno di riempimento, e infine che la causa della malaria e del tetano è pure da ascrivere alle condizioni del terreno e ai microrganismi che contiene.

4. — PROSCIUGAMENTO DI UN TERRENO UMIDO, RISANAMENTO DI UNO INQUINATO E PROVVEDIMENTI CONTRO L'UMIDITÀ E L'ACQUA DEL SOTTOSUOLO.

Nei regolamenti edilizi si trova molte volte prescritto che il piano di fondazione di un nuovo fabbricato stia almeno 30 ÷ 50 cm. sopra il livello massimo dell'acqua freatica, come abbiamo già detto trattando delle fondazioni (vol. I, p. I). Tale prescrizione, di carattere generale, non può fornire l'assoluta garanzia, poichè se fosse pur noto il detto livello massimo, le fondamenta potrebbero essere raggiunte ed assorbire l'umidità dovuta all'azione capillare del terreno, che, come vedemmo, lo fa imbevare di acqua sopra la falda acqua sotterranea. Si dovrebbe quindi prescrivere un'altezza minima del piano di fondazione sopra il massimo livello a cui può giungere l'acqua per azione capillare, e per maggior sicurezza stabilirla caso per caso, dopo uno scrupoloso esame del terreno, dalla cui qualità si potrà giudicare l'altezza di detto livello.

Vi sono però dei mezzi con cui si può artificialmente abbassare il livello della falda acqua sotterranea, mediante i cosiddetti *pozzi di assorbimento*. Quando lo strato impermeabile non è a troppo grande profondità e sotto di esso non esiste una falda acqua in pressione, ma terreno permeabile, allora si può praticare un pozzo, od anche più pozzi di assorbimento. Consistono in un tubo aperto alle estremità, e se occorre munito anche di fori verso l'estremità inferiore, che si affonda attraverso lo strato impermeabile fino a raggiungere quello permeabile, nel quale si smaltirà l'acqua contenuta nello strato sovrastante a quello impermeabile.

Se in vicinanza al luogo su cui si deve fondare, vi è un corso d'acqua con livello inferiore a quello della falda acqua sotterranea, si può abbassare il livello di questa bonificando il suolo mediante condotti di assorbimento inclinati, che smaltiscano

l'acqua nel detto corso, oppure entro tubi di assorbimento verticali, che a lor volta la smaltiscano nella falda acquea inferiore, come si è detto sopra. Circondando il fabbricato con condotti di bonifica, o con pozzi assorbenti, si può ottenere un sufficiente prosciugamento del terreno sottostante al fabbricato. Per diminuire poi il tributo di acqua che possono portare le acque superficiali dovute a pioggia, scioglimento di neve, ecc., è sempre conveniente ricorrere a canaletti scoperti, o anche coperti, che raccolgano tali acque e le smaltiscano convenientemente.

Per garantirsi dall'invasione di acqua sotterranea nei muri di fondazione e nelle cantine, si può anche sopraelevare il terreno per tutta la zona corrispondente alla fabbrica e per una certa zona circostante: ma perchè le fondazioni abbiano la voluta resistenza bisognerà che il terreno trasportato per il sopraelevamento sia abbastanza compatto da offrire la resistenza voluta per sopportare il peso della fabbrica.

In ogni caso è della massima importanza di allontanare il più rapidamente possibile le acque di pioggia provenienti dalla copertura del fabbricato, come quelle cadenti liberamente sul terreno, le quali, se il terreno è in pendio, tendono a scorrere verso il fabbricato sorgente al basso, recando con loro le impurità del terreno soprastante. Si può rendere meno freddo un terreno compatto ed umido mescolandovi della sabbia, ove ciò sia possibile, e quando non si possa fare a meno di costruire sopra di esso, sarà anzi qualche volta necessario di sostituirlo completamente con un terreno di adatto calore specifico.

Considerando che i mezzi artificiali sopra indicati non presentano sempre la certezza dell'esito sperato, e che l'effettivo risultato si può conoscere soltanto più tardi quando tornerebbe difficile, o impossibile, di riparare ad errori o a mancanze, si consiglia di non fare soverchio assegnamento su detti mezzi.

Se però furono adottati e si manifestassero inconvenienti più o meno gravi dovuti alla semplice umidità del terreno, o addirittura alla falda freatica di livello superiore a quello delle fondamenta e del piano delle cantine, allora si dovrà ricorrere ai provvedimenti indicati nel cap. II, vol. I, p. I, § VII. Invece delle protezioni con catrame, cartoni asfaltati, ecc., come in quel capitolo è detto, alcuni suggeriscono le lamiere di piombo. Esso ha certamente le qualità della impermeabilità e della duttilità, ma sia perchè si deve ricorrere a lamiere piuttosto grosse, sia perchè sotto e sopra di esse si deve distendere uno strato di catrame grasso, sia perchè a lungo andare questo può fessurarsi e lasciar passare acqua, o umidità, al cui contatto il piombo finisce per bucarsi, infine perchè il mezzo è molto costoso e non dà l'assoluta garanzia, non è usato che raramente.

Secondo il Nussbaum catrame, asfalto e piombo non corrispondono allo scopo di impedire la diffusione dell'umidità quando sono messi a contatto di malta comune o di cemento. Gli alcali di questi materiali saponificano l'olio di catrame, togliendo a questo ogni efficacia: il piombo ne è intaccato e gli strati di asfalto non sono impermeabili. Suggerisce la cera fossile detta *ceresina*, che non è intaccata nè da alcali nè da soluzioni acide. La difficoltà consiste nell'impregnare il materiale colla cera fossile, poichè si deve imbeverlo a saturazione quando la ceresina è al punto di ebullizione.

Allorchè sia scomparsa ogni causa di inquinamento, un terreno inquinato può col tempo ritornar puro sotto l'azione della purificazione spontanea, la quale mineralizza le materie organiche per mezzo di reazioni chimiche e dell'opera dei microrganismi. Secondo il grado e genere di inquinamento il processo di purificazione avviene in un tempo più o meno lungo, prolungandosi talvolta di parecchi anni.

Per impedire l'ulteriore inquinamento della zona circostante al fabbricato conviene renderla impermeabile mediante una adatta pavimentazione e deviare, come si disse, le acque del sottosuolo che potrebbero essere inquinate da pozzi neri, depositi di stal-

latico, o di rifiuti in genere. Quando si tratta di villaggi o di città, il miglior mezzo per impedire inquinamenti è quello di una razionale fognatura dei fabbricati e delle strade, del che si è trattato nel cap. X, vol. I, p. II.

Come abbiamo precedentemente osservato le piantagioni contribuiscono molto al prosciugamento e al risanamento di un terreno, dal quale assorbono acqua sia per la loro crescita, sia per versarla nell'atmosfera. Quindi intorno ai fabbricati conviene provvedere a impiantare piante e arbusti, non però in tale quantità, e così vicine una all'altra, da impedire il movimento d'aria e il soleggiamento.

5. — SCELTA DELL'AREA PER FABBRICARE.

I casi sono due: quello in cui la scelta è perfettamente libera, come ad es. per fabbricati di campagna, o da erigersi alla periferia di centri abitati, e quello in cui la scelta è obbligata, come avviene per l'interno delle città o dei paesi. Per ciò che fino ad ora si è detto, nel primo caso si eviteranno le bassure, il fondo di valli, terreni freddi e acquitrinosi, sottratti all'effetto dei venti determinanti un'aereazione favorevole alla evaporazione e al prosciugamento del terreno. Si eviteranno del pari i luoghi culminanti esposti a venti violenti. Si sceglierà quindi un'altitudine media a mezza costa di colline sul versante sud-est. Dovendo costruire in pianura si dovrà assicurarsi che il terreno non sia imbevuto di acqua per scoli sotterranei sia o non di lontana provenienza, e si cercherà di restare lontani da corsi d'acqua e da canali con sponde permeabili, e di livello molto variabile, perchè coll'aumento di esso, avviene facilmente un ristagno della corrente sotterranea affluente verso il corso d'acqua. In tutti i casi si dovrà sempre restar lontani, e preferibilmente a monte, di fabbricati con stalle, concimaie, depositi di rifiuti, da fabbriche industriali, in cui si adoperino sostanze che o per via liquida o gasosa possono inquinare terreno e atmosfera. Si darà sempre la preferenza a terreni ghiaiosi e sabbiosi con falda acqua profonda.

Qualunque sia il criterio secondo il quale si può trarre un giudizio della qualità del terreno, sarà in ogni caso conveniente di procedere a un esame di esso mediante scavi e trivellazioni, come si è detto nel cap. XVI, vol. I, p. I.

Non si può in modo assoluto dire quale sia la migliore orientazione per un fabbricato ad uso di abitazione, poichè se per una data località l'esposizione di mezzodi può essere ottima, per un'altra può invece avere degli inconvenienti, quali si avrebbero per esempio dall'assenza di vicini boschi che arrestino la violenza di venti, e rinfrescando il luogo, diminuiscano l'effetto del torrido calore solare estivo. Così sarà da evitare la troppa vicinanza a strade di gran transito e quindi polverose, giacchè è nota quanto dannosa sia l'ingestione della polvere stradale, specialmente nelle vie di città.

Del resto nei capitoli in cui si descrivono le varie specie di fabbricati si è già indicata quale sia la migliore orientazione dei locali a seconda del loro uso, dal che si può dedurre la orientazione da darsi all'intero fabbricato.

Nel secondo caso, cioè quando la scelta dell'area non sia libera, come avviene per le città, converrà evitare i quartieri bassi, meno ben tenuti per rispetto alla pulizia, ecc.; insufficientemente alimentati di acqua potabile; abitati da una popolazione troppo densa e trascurante delle norme igieniche; infettati da industrie insalubri; attraversati da fossi o corsi d'acqua corrotta, proveniente da scarichi di industrie, e nei quali esistano acque stagnanti, e siano assolutamente privi di vegetazione, per l'inesistenza di giardini privati o pubblici, o anche di semplici piantagioni stradali.

C. — Proprietà fisico-igieniche dei materiali per costruzioni.

Le proprietà dei materiali di cui si serve la costruzione edilizia sono di diverso genere: resistenza ai carichi e agli agenti atmosferici, durezza, elasticità, conducibilità per il calore, per la luce, per l'elettricità, per il suono, col corrispondente potere emissivo, assorbente, riflettente, di diffusione, di porosità, di permeabilità ai gaz e ai liquidi, di diatermaicità, termocrocità, rugosità, gelività, igroscopicità, ecc. Tali proprietà sono in certi casi favorevoli e in altri sfavorevoli allo scopo per il quale i materiali si devono adoperare. È quindi necessario di conoscerle a fondo affine di poter scegliere, come per il terreno, i materiali più convenienti alla funzione che hanno da compiere.

Qui, naturalmente, ci occuperemo soltanto delle proprietà che interessano l'igiene e cioè: porosità, permeabilità ai gaz e ai liquidi, potere calorifero e conducibilità del calore, attitudine a contenere e a trasmettere microrganismi.

1. — POROSITÀ E PERMEABILITÀ.

α) — Porosità.

La porosità è data dal volume complessivo dei pori accessibili all'aria che si trovano in un dato materiale. Non si considerano perciò tutti i vacui non accessibili perchè chiusi o perchè troppo piccoli. La porosità non sempre corrisponde alla permeabilità, essendochè vi sono materiali che sono bensì porosi, ma i cui pori sono tanto esigui da non essere permeabili.

Si dice *grado di porosità* il rapporto fra il volume dei pori, o vacui, inclusi nel volume apparente di una sostanza, detto anche volume totale, e tale volume totale. Il grado di porosità si può quindi esprimere con $\frac{V - V'}{V}$ in cui V è il volume totale, o apparente del corpo, V' il volume della sua materia e $V - V'$ il volume dei pori.

Se il corpo è geometrico V si trova immediatamente: se non lo è si ricorre alla bilancia idrostatica: V' si conosce mediante i volumetri.

Conoscendosi la densità d del corpo da sperimentare e il peso p della porzione in esame si deduce $V' = \frac{p}{d}$.

Esprimendo con 100 il volume del materiale, Lang trovò i seguenti volumi relativi:

TABELLA X. — Volume dei pori di vari materiali (Lang).

N. d'ordine	MATERIALE	Volume relativo dei pori per 100	N. d'ordine	MATERIALE	Volume relativo dei pori per 100
1	Scorie bucherellate . . .	69,60	6	Arenarie bucherellate . .	21,65
2	Gesso	51,00	7	Mattoni compatti. . . .	12,72
3	Mattoni porosi	31,01	8	Arenaria compatta . . .	9,31
4	Malta aerea	26,00	9	Marmo di Carrara . . .	0,11
5	Scorie compatte	24,00	10	Granito a grana fina . .	0,05

Serafini per materiali del Lazio ha trovato:

TABELLA XI. — *Volume dei pori di vari materiali (Serafini).*

N. d'ordine	MATERIALE	Volume relativo dei pori per 100	N. d'ordine	MATERIALE	Volume relativo dei pori per 100
1	Tufo vulcanico litoide ros-sastro	44,62	9	Travertino (qualità più compatta)	4,48
2	Tufo vulcanico litoide giallastro	35,83	10	Travertino (qualità meno compatta)	4,67
3	Tufo analogo al peperino	31,10	11	Selce basaltico	3,74
4	Mattone rosso a mano	36,77	12	Marmo saccaroide	0,25
5	» » a macchina	32,79	13	Malta tolta da vecchio muro	33,88
6	» giallo a mano	43,75	14	Malta grassa preparata in laboratorio	35,55
7	» » a macchina	31,51			
8	Peperino dei colli Laziali	24,10			

β) — *Permeabilità all'aria.*

Dalla porosità e permeabilità dipende un possibile ricambio di aria fra l'interno di un fabbricato e l'atmosfera esterna. Si tratta cioè della cosiddetta ventilazione naturale o interstiziale, la quale manca affatto pei materiali compatti. Si tratterebbe quindi di un importante fattore per l'aereazione dei locali, specialmente quando manchino disposizioni adatte di ventilazione artificiale. L'importanza di tale fattore fu però troppo spesso esagerata, tantochè molti igienisti, fra cui Serafini (1), Recknagel (2), Wolpert, Flügge, Rubner, suggeriscono di non tenerne conto nei riguardi dell'aereazione.

Per determinare la permeabilità all'aria dei materiali si usarono parecchi procedimenti che non è qui il caso di descrivere, mentre però è necessario di conoscerne i risultati.

Siccome la resistenza all'attrito cresce in proporzione del percorso, così la quantità di aria che può passare attraverso a un materiale poroso è in proporzione inversa della grossezza del pezzo di materiale, o di una parete formata col materiale stesso. Supposto poi che la quantità di aria passante sia proporzionale alla differenza delle pressioni p e p' che si hanno sulle due faccie opposte della parete, Lang concluse che il volume di aria attraversante un corpo poroso sotto pressione è in rapporto diretto ad una costante di permeabilità, la quale dipende dalla natura del corpo e dalla differenza di pressione esistenti sulle faccie opposte del corpo, ed in ragione inversa alla grossezza dello stato poroso.

Il maggior riscaldamento, quanto la tensione del vapore acqueo contenuto nell'aria, producono differenze di pressione sulle due faccie opposte di una parete, cosicchè hanno la loro importanza nel passaggio dell'aria, indipendentemente dalla pressione.

Se si indica con m la quantità di aria che passa in un'ora attraverso una parete di m^2 1 di superficie e della grossezza g di 1 metro, e sotto una pressione di kg. 1 per m^2 (mm. 1 di colonna d'acqua) intendendosi che m ha un valore speciale per ogni singolo

(1) *Annali della Società degli Ingegneri e degli Archiletti italiani*, vol. V, fasc. V, Roma, 1890.

(2) *Theorie des natürl. Luftwechsels, in der Zeitsch. für Biologie*, Bd. 15.

materiale in relazione alla sua porosità, la quantità M di aria che in un'ora passerà con una differenza di pressione $p - p'$ tra le due faccie della parete sarà, secondo la conclusione di Lang:

$$M = m \frac{p - p'}{g} \quad (1).$$

L'unità m è il coefficiente costante di permeabilità che si indica con c . Il valore di M si può determinare in due modi: con misura diretta mediante un contatore di gaz: riempiendo di aria il materiale ed osservando il suo peso quando è privo d'aria e quando ne è saturato. Siccome la differenza di pressione $p - p'$ e la grossezza g della parete sono quantità note, dalla formola (1) si può ricavare M , oppure noto che sia M , ricavare m , cioè il coefficiente di permeabilità dalla formola:

$$m = \frac{M g}{p - p'} \quad (2).$$

Simili determinazioni vennero eseguite in gran numero da Lang, dalle quali ottenne i seguenti risultati:

TABELLA XII. — Valori in m^3 della quantità di aria passante attraverso a vari materiali in un'ora e per m^2 , sotto l'influenza di una differenza di pressione di 1 kg. per m^2 tra faccie opposte parallele, fra loro discoste di 1 metro.

N. d'ordine	MATERIALE	Coefficiente di permeabilità m	Valore di M per $g=0^m 25$ e $p-p'=1\text{kg.}$ m^3
1	Tufo calcareo	0,00798	0,0320
2	Scorie di alti forni	0,00760	0,0303
3	Id.	0,00169	0,0067
4	Malta aerea	0,00091	0,0036
5	Calcestruzzo (Cemento Portland)	0,00038	0,0015
6	Mattoni formati a mano, a forte cottura	0,00036	0,0010
7	Mattoni da paramento	0,00015	0,0006
8	Malta di cemento Portland (puro)	0,00014	0,00055
9	Mattoni compressi a macchina	0,00013	0,00053
10	Arenaria verde	0,00013	0,00052
11	Id.	0,00012	0,00042
12	Mattoni formati a mano, a debole cottura	0,00009	0,00036
13	Gesso colato	0,00004	0,00016
14	Legno di quercia	0,000007	0,00003

Nei suoi esperimenti Serafini si valse della formola $C = \frac{Qg}{Pq}$, in cui C è il coefficiente di permeabilità, Q la quantità di aria passata durante un'ora sotto una pressione P attraverso un pezzo di materiale grosso centimetri g e una superficie di $cm^2 q$. Fece $g = cm. 3$, $q = cm^2 25$ ossia (riportando anche la quantità di aria a tale unità di superficie) $= m^2 1$. La pressione la tenne uguale a una colonna d'acqua dell'altezza di mm. 100, molto prossima a quella usata da Lang (mm. 108), con i cui coefficienti si possono paragonare quelli compresi nella tabella XIII.

TABELLA XIII. — *Permeabilità all'aria di alcuni materiali (Serafini).*

N. d'ordine	SPECIE DEL MATERIALE	P	g	Q per q = m ² 1	Coefficiente di permeabilità
1	Tufo vulcanico litoide rossastro	Per tutti gli esperimenti P = kg. 0,010 per cm ³	Per tutti i pezzi cm. 3	122	0,036
2	» » » giallastro			98	0,029
3	Mattone giallo a mano			1131	0,339
4	» rosso » »			222	0,066
5	» giallo a macchina			348	0,104
6	» rosso » »			120	0,036
7	Tipo analogo al peperino			72	0,021
8	Peperino dei colli Laziali			65	0,019
9	Travertino (risultato medio delle due qualità)			11	0,003
10	Marmo saccaroide			0	0,000
11	Malta grassa preparata nel laboratorio			3700	1,110
12	» tolta dal muro			15667	4,700

De Blasi e Castiglia giudicando inesatta la formola del Lang, si accontentarono di registrare la quantità di aria in litri, passata in un'ora e per m² attraverso a diversi campioni di materiali usati a Palermo, e fornirono i seguenti dati:

TABELLA XIV. — *Permeabilità all'aria di vari materiali (Blasi e Castiglia).*

N. d'ordine	SPECIE DEL MATERIALE	Groschezza in centimetri	Pressione in colonna d'acqua	Quantità di aria in litri passata in 1 ora e in m ² 1	
1	Tufo di aspra, qualità corrente	Per i 15 materiali cm. 15	Per tutte le esperienze pressochè m. 0,080	120,00	
2	» » » normale			105,80	
3	» » » d'intaglio.			90,00	
4	» » Solanzo smarrato			72,00	
5	» » » d'intaglio			32,70	
6	» dell'Isola delle Femine.			32,14	
7	» di Favarotta			31,00	
8	» » Carini			22,50	
9	» » Cava Acquasanta			16,50	
10	» » » Fossa			14,70	
11	» » Cinisi			11,10	
12	Malta idraulica	Per i 15 materiali cm. 15	Per tutte le esperienze pressochè m. 0,080	2,80	
13	» ordinaria			1,70	
14	» semidraulica			1,60	
15	Impasto di cemento			1,20	
16	Mattone pantofolone di Palermo			5,00	1,30
17	» » uso Livorno			5,50	0,53
18	» a tre buchi			5,00	0,89
19	» a sei buchi			6,50	1,10
20	» palmare doppio			2,20	0,35

Schürmann attraverso un muro della grossezza di 1 metro e della superficie di m² 1 sotto una pressione d'acqua di mm. 0,1 notò passare le quantità di aria risultanti dalla tabella XV.

Dalle tabelle XIII, XIV, XV si vede che la malta aerea ha una permeabilità molto elevata, da tre volte e mezza a dieci volte quella delle qualità dei mattoni sperimentati. Una forte cottura dei laterizi ne aumenta la permeabilità all'aria fino a quando non si

TABELLA XV.

QUALITÀ DEL MATERIALE	m ³ di aria
Muro di mattoni	0,257
» » pietra arenaria	0,498
» » di argilla cruda	0,510
» » tufo	0,647
Malta calcarea	0,869

raggiunge una concrezione della massa, nel qual caso i pori si rimpiccioliscono, od anche scompaiono del tutto.

Però anche mattoni parzialmente cotti fino alla concrezione presentano pur sempre un volume di pori relativamente grande.

La permeabilità all'aria della malta di puro cemento Portland e del calcestruzzo di cemento Portland è anche relativamente elevata: ma questo vale

soltanto pel cemento Portland indurito all'aria, poichè se viene indurito nell'acqua la porosità scompare. Elevata è la permeabilità all'aria delle scorie. Il calcestruzzo di cemento e la malta di scorie sono quindi — contrariamente ad un'opinione assai diffusa — ineccepibili sotto il punto di vista igienico, rispetto alla permeabilità all'aria. Quando un intonaco di calce abbia la stessa elevata permeabilità all'aria della malta aerea, allora alla proprietà dell'intonaco di calce di essere un buon disinfettante si potrebbe aggiungere quella dipendente dalla sua permeabilità.

Il gesso colato, come si rileva dalla tabella XII, è straordinariamente compatto: se lo stesso si verificasse pei rivestimenti di pareti ed in genere per gli intonachi di gesso, si dovrebbe giudicarlo sfavorevole nei riguardi dell'effetto della permeabilità all'aria. Tuttavia pel gesso sono a considerarsi anche altre proprietà vantaggiose, delle quali si dirà in seguito. Del resto sulla permeabilità del gesso influiscono fattori assai variabili (provenienza, modo di cottura, preparazione dei pezzi, ecc.), cosicchè non pare possibile di esprimere un giudizio assoluto. Neppure favorevoli alla permeabilità all'aria si giudicano le pietre arenarie essendovi però notevoli differenze fra le loro qualità. Quasi impermeabili all'aria si possono ritenere il marmo di Carrara, il granito a grana fina, e il legno di quercia.

Si usano oggi nella costruzione edilizia dei materiali per intonachi, rivestimento di pareti, pavimentazione, ecc., che si possono considerare impermeabili: fra essi il *linoleum*, a causa della sua composizione a base di olio di lino, le piastrelle di maiolica smaltata, le piastrelle greificate, compresse, ecc. Si osserva però che gli smalti di maiolica fortemente cotta non sono da ritenersi del tutto impermeabili, mentre l'aria non passa, o ben poco, attraverso la migliore maiolica inglese.

Sulla questione della permeabilità il Devos (1) osserva quanto segue:

« Fu stabilito che le deduzioni di Lang non erano assolutamente esatte e che, se nei limiti ordinari di impiego dei materiali usuali, la quantità di aria passata può essere proporzionale al tempo, alla sezione della parete, e a rigore, alla pressione sotto cui il fenomeno si produce, ciò che però non sarebbe di esattezza assoluta, non si può ammettere senza restrizioni il rapporto inverso fra la grossezza del corpo attraversato e la quantità di aria passata ». Ricorda appunto che Hudelo e Somasco sperimentando sopra una pietra calcarea e facendo variare la grossezza del pezzo da 1 a 5 a 25 trovarono che i volumi di aria passata erano nel rapporto dei numeri 4, 2, 1 e cioè che quando

(1) Cfr. *Trailé de technique sanitaire*, 4^e partie « Propriété physique des matériaux de construction », Paris et Liège, Béranger, 1927.

la grossezza del pezzo era 5 volte maggiore il volume di aria passato diminuiva soltanto della metà. Converrebbe dunque, soggiunge il Devos, che i coefficienti fossero stabiliti operando su grossezze di materiali comparabili sensibilmente a quelle corrispondenti ai materiali generalmente impiegati nelle costruzioni, stabilendo diversi coefficienti quando tali grossezze fossero molto differenti fra di loro.

In generale le cifre della tabella XII danno una permeabilità all'aria inaspettatamente bassa dei materiali da costruzione. Un esempio metterà meglio in evidenza il fatto. Si abbia un muro di mattoni di tre teste, cioè di m. 0,38 di grossezza e di m² 20 di superficie, e si ammetta che le connessure rappresentino un quinto della superficie totale. All'interno della parete si abbia una temperatura di + 20°, all'esterno di — 10°.

$$\text{La superficie dei mattoni sarà di } \frac{4}{5} \times 20 = \text{m}^2 \text{ 16}$$

$$\text{La superficie della malta aerea sarà di } \frac{1}{5} \times 20 = \text{m}^2 \text{ 4}$$

La pressione dell'aria dovuta alla differenza di temperatura è uguale alla differenza di peso dell'aria da una parte e dall'altra del muro. Supponendo che l'aria sia egualmente satura di umidità al 70% tanto all'esterno quanto all'interno, nel qual caso

$$1 \text{ m}^3 \text{ di aria esterna pesa kg. 1,3405}$$

$$1 \text{ m}^3 \text{ di aria interna pesa kg. 1,1969,}$$

la maggior pressione dell'aria esterna in confronto dell'interna sopra m² 1 di parete sarà di kg. 0,1436 ossia mm. 0,1436 di colonna d'acqua. Sostituendo questi valori nella formola $M = m \frac{p - p_1}{g}$ e ritenendo che i mattoni del muro sieno molto cotti (n. 6 della tabella XII) la quantità di aria che passerà in un'ora attraverso la parete dall'esterno all'interno sarà:

$$\left(16 \times 0,0010 \times \frac{0,1436}{0,38}\right) \times \left(4 + 0,0036 \times \frac{0,1436}{0,38}\right) = 0,378 \times (0,0160 + 0,0144) = \text{m}^3 0,00115 = \text{litri 1,15.}$$

Si tratta di una quantità così minima, che conferma pienamente l'apprezzamento sulla scarsità della ventilazione naturale in quanto sia prodotta solamente dalla differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno. L'esempio prova che al risultato contribuiscono in misura quasi eguale la superficie dei mattoni e quella delle connessure, sebbene i mattoni sieno ritenuti di maggior permeabilità all'aria: la proporzione è di 10 a 9. Con mattoni meno porosi la superficie delle connessure contribuirebbe con una corrispondente maggiorazione rispetto alla superficie del muro.

Le circostanze cambiano, quando entri in campo la pressione del vento. Una brezza moderata di circa m. 10 di velocità, secondo le esperienze di Smeaton, esercita una pressione di 12 kg. per m²; un vento fresco di circa m. 20 di velocità esercita una pressione di 100 kg.; un vento di bufera di m. 35 di velocità agisce con 170 kg. di pressione. In queste tre circostanze, e per un muro come il precedente, la formola fornisce le seguenti quantità di aria passate in un'ora:

$$\left(16 \times 0,0010 \times \frac{12}{0,38}\right) + \left(4 \times 0,0036 \times \frac{12}{0,38}\right) = 0,508 + 0,457 = \text{m}^3 0,965$$

$$\left(16 \times 0,0010 \times \frac{100}{0,38}\right) + \left(4 \times 0,0036 \times \frac{100}{0,38}\right) = 4,211 + 3,789 = \text{m}^3 8,00$$

$$\left(16 \times 0,0010 \times \frac{170}{0,38}\right) + \left(4 \times 0,0036 \times \frac{170}{0,38}\right) = 7,157 + 6,442 = \text{m}^3 13,60.$$

Hudelo ha trovato che un muro di pietra tenera di cm. 50 di grossezza e di m^2 1 di superficie lascia passare in un'ora, sotto pressioni varianti da mm. $1 \div 30$ di acqua, da $12 \div 350$ litri di aria. Serafini sperimentando su un muro costruito da un anno, e nella cui costruzione entravano $\frac{1}{5}$ di malta di calce e $\frac{4}{5}$ di mattoni gialli, con una depressione di cm. 10 di acqua determinò un passaggio di aria di m^3 600.

Anche queste cifre benchè notevolmente più elevate di quelle dell'esempio antecedente, sono ancora basse, quando si paragonano colla quantità di aria occorrente per conservare un certo grado di purezza all'aria nell'interno dei locali.

Grande influenza esercitano sulla permeabilità all'aria la forma e la grandezza degli interstizi di un materiale, ed è questo che generalmente spiega le differenze che si riscontrano nella permeabilità di due materiali, ancorchè abbiano lo stesso volume di pori. Quanto più regolare è la forma e quanto maggiore la capacità degli interstizi, tanto più il materiale lascia passaggio all'aria e viceversa. Il legno tagliato perpendicolarmente alle fibre è molto permeabile, naturalmente secondo l'essenza: tagliato invece parallelamente alle fibre è quasi impermeabile all'aria. Questo per il legno nuovo: per il legno vecchio l'impermeabilità cresce per l'aria e per l'acqua.

2. — INFLUENZA DELL'UMIDITÀ DEI MATERIALI SULLA PERMEABILITÀ ALL'ARIA.

Si comprende come uno stato di umidità dei materiali influisca sul passaggio dell'aria, per cui le cifre contenute nelle tabelle precedenti riferentisi a materiali allo stato di secchezza debbano quindi subire modificazioni di una certa entità a seconda del grado di umidità dei materiali stessi.

La misura secondo cui la permeabilità all'aria è indebolita a causa dell'umidità interna del materiale fu determinata da Lang sottoponendo prima il campione di materiale secco ad una pressione (su una faccia) di kg. 108 per m^2 e trovando la quantità di aria passante: poi imbevendolo di acqua e procedendo analogamente. Ottenne i risultati qui sotto riportati:

TABELLA XVI. — Diminuzione di permeabilità all'aria per materiali umidi (Lang).

N. d'ordine	MATERIALE	Quantità varia in litri passante per m^2 1 di superficie	
		secca	umida
1	Tufo calcareo	478,8	233,2
2	Mattoni, cottura debole	19,3	7,8
3	Arenaria verde della Svizzera	7,1	2,1
4	Mattoni chiari	23,3	5,1
5	» compressi a macchina	7,9	1,7
6	Arenaria verde di Baviera	7,8	1,4
7	Conglomerato di scorie (Osnabrück)	93,0	15,8
8	Mattoni a forte cottura	9,6	1,5
9	Conglomerato di scorie	105,0	15,4
10	» » (Osnabrück)	113,4	10,2
11	» » (Haardt)	445,9	41,0
12	Malta aerea	54,4	3,9
13	Conglomerato di scorie (inglese)	158,0	1,1
14	Malta di cemento Portland	8,2	0
15	Calcestruzzo » »	15,5	0

La diminuzione di permeabilità varia da 51,3% a 100%, cioè dalla metà circa al totale.

Pei mattoni e l'arenaria verde la perdita di permeabilità è relativamente moderata, poichè per i mattoni è fra 59,6% e 84,4%, e per l'arenaria fra 70,5 e 82,1%. La malta aerea perde molto della sua permeabilità, l'82,9%; la malta di cemento ed il calcestruzzo perdono interamente la loro permeabilità.

Ha importanza anche la questione relativa al tempo secondo cui la permeabilità perduta per l'inumidimento del materiale può essere riacquistata; ovvero quanto tempo si richiede per l'essiccamento di un dato materiale dopo che è stato bagnato. Anche su questo punto Lang istituì delle esperienze, esponendo il pezzo di materiale bagnato per un certo numero di minuti (che variava da 59 a 329) ad una corrente costante di aria essiccata attraverso l'acido solforico, e dividendo l'accrescimento del passaggio di aria (in litri) verificatosi dal principio alla fine dell'esperimento per il numero di minuti che questo aveva durato: così Lang poté ottenere, espresso in litri, l'aumento al minuto della permeabilità all'aria. Le cifre ottenute sono le seguenti:

TABELLA XVII. — *Accrescimento della permeabilità all'aria (Lang).*

N. d'ordine	MATERIALE	Accrescimento della permeabilità all'aria — litri per minuto
1	Conglomerato di scorie	5,5584
2	Tufo calcareo	2,0500
3	Conglomerato di scorie	0,4950
4	Mattoni a debole cottura	0,1452
5	Conglomerato di scorie (Osnabrück) . .	0,1442
6	» » »	0,1051
7	» » (inglese)	0,0781
8	Mattoni chiari	0,0309
9	» a forte cottura	0,0071
10	Arenaria verde di Baviera	0,0065
11	Mattoni, compressi a macchina	0,0059
12	Malte aeree	0,0056
13	Arenaria verde Svizzera	0,0051

Da queste cifre di valore relativo non si possono ricavare valori assoluti del tempo necessario per l'essiccamento di un materiale. I dati raccolti permettono soltanto questa conclusione: che un materiale, il quale precede nella serie delle tabelle, viene essiccato in più breve tempo di uno che segue. I mattoni a debole cottura, ed anche i conglomerati di scorie, asciugano più facilmente che i mattoni a forte cottura; le arenarie verdi asciugano lentamente, e assai più lentamente (in un tempo triplo all'incirca) la malta aerea. Questa circostanza, posta in relazione con quella provata dalla tabella XVI, che coll'inumidimento diminuisce di molto la permeabilità all'aria della malta aerea, limitano assai il valore di tale permeabilità nei muri dei fabbricati in confronto dei mattoni, per quanto si riferisce alla ventilazione naturale.

Riguardo alle cifre delle tabelle relative alla permeabilità dell'aria si osserva che esse devono servire soltanto come criterio generico, poichè sono ottenute su pezzi relativamente piccoli, corrispondenti a poche qualità di materiali della stessa natura,

ma di diversa provenienza, e perchè in pratica quasi sempre si ha da fare con composti di materiali differenti, per cui riesce quasi impossibile determinare la permeabilità del composto.

Ma se l'impermeabilità all'aria avrebbe importanza soltanto sulla questione del ricambio dell'aria, e se, come vedemmo, non è il caso di tener conto di esso, l'impermeabilità può avere non poca importanza quando si tratta di fluidi gassosi entro serbatoi, condotti e simili, destinati a contenere o a trasportare prodotti putrescibili o atti a sprigionare gaz nocivi alla salute.

In questo caso rientrano i tubi di condutture per gaz illuminante, per scarico di materie fecali, ecc. Per queste ultime si usa la ghisa, il grès, il cemento, l'eternit e ciascuno di tali materiali, a seconda della lavorazione, può avere un certo grado di permeabilità di cui è bene assicurarsi.

3. — RAPPORTO FRA I MATERIALI E L'ACQUA.

I materiali possono contenere acqua per varie cause: i litoidi rimasti a contatto del terreno umido in cui giacciono, possono contenere l'acqua assorbita, ossia l'*acqua di cava*, la quale evapora quando il materiale scavato è portato all'aria. Tutte le rocce, specialmente quelle profonde, contengono acqua di cava in maggiore o minor quantità a seconda della compattezza della roccia. Il costruttore non dovrebbe mai adoperare pietre e marmi appena scavati, ma soltanto quando si sia assicurato che abbiano perduto l'acqua di cava. La trachite, per esempio, nei versanti settentrionali dei Colli Euganei ha bisogno di essere *stagionata* più di quella che si estrae dalle cave verso mezzogiorno.

Un'altra acqua che i materiali contengono, ma che perdono poi per evaporazione, è quella adoperata nelle costruzioni, sia per gli impasti di malte e calcestruzzi, sia per inumidire pietre e mattoni affinchè le malte facciano su di essi miglior presa, sia per intonachi, per pavimenti, per coperture, ecc. La quantità di acqua in tali casi può elevarsi fino a $\frac{1}{4}$, e anche più, del peso del materiale impiegato.

Le murature di fondazione oltre all'acqua di costruzione contengono anche quella che assorbono dal terreno più o meno umido, nonchè quella di pioggia penetrante nel terreno. Anche le costruzioni fuori terra possono essere inumidite e imbevute dalla pioggia, penetrante attraverso a giunti, fessurazioni e simili.

Oltre a queste cause di umidificazione c'è da considerare tanto il *potere igroscopico* dei materiali, cioè la facoltà di appropriarsi in una certa misura del vapor d'acqua contenuto nell'aria, quanto l'effetto della *condensazione*, la quale avviene quando l'aria è satura di vapor d'acqua e questo si condensa sulle pareti fredde che poi assorbono il vapore condensatosi in acqua.

Si dovrà quindi esaminare i materiali sotto il punto di vista della *capillarità*, *capacità idrica*, *facoltà di assorbimento* e di *trattenuta* dell'acqua, *igroscopicità*, *permeabilità* e del loro potere di *evaporazione* e di *essiccamento*.

I muri di fondazione, a seconda del grado di umidità del terreno, potranno ricevere acqua per capillarità e igroscopicità, oppure contemporaneamente per assorbimento. I materiali di condotte per canali, serbatoi e simili la riceveranno per assorbimento, e la penetrazione sarà sempre maggiore quando l'acqua è in pressione, poichè difficilmente il materiale, per grande che sia la sua compattezza, è assolutamente privo di pori, benchè questi col tempo vadano otturandosi per i depositi formati dall'acqua, specialmente se a contatto con cemento.

Crediamo superfluo intrattenerci sulla determinazione del *potere capillare* e del *potere assorbente per capillarità* dei materiali: quello che interessa soprattutto è la loro *capacità di assorbimento*, ossia *capacità idrica*, la quale si riferisce ai seguenti elementi:

- a) rapidità colla quale l'acqua può essere assorbita e poi abbandonata;
- b) quantità di acqua che un materiale può trattenere in modo permanente (saturazione).

La determinazione dell'elemento a) si ottiene facilmente facendo sgocciolare da una determinata altezza dell'acqua sul materiale e misurando poi l'aumento di peso verificatosi in un dato tempo. Quanto maggiore è tale peso altrettanto maggiore è la rapidità di assorbimento di acqua, ma anche maggiore il tempo nel quale essa viene eliminata, ossia in cui il materiale ritorna secco.

In quanto alla quantità di acqua che un materiale può trattenere durevolmente è determinata dal volume dei pori, riguardo al quale abbiamo già fornito i dati. Per molte pietre la capacità per l'acqua è nota, come risulta dalla seguente tabella:

TABELLA XVIII.

N. d'ordine	MATERIALE	Capacità di acqua in litri per m ³	N. d'ordine	MATERIALE	Capacità di acqua in litri per m ³
1	Granito	0,5 ÷ 8,6	13	Arenaria giurassica .	42 ÷ 68
2	Sienite	4,7 ÷ 13,8	14	» di Solling . .	69 ÷ 238
3	Gabro	6,0 ÷ 7,0	15	» » Naundorf .	132 ÷ 244
4	Porfido	4,0 ÷ 27,5	16	» » Postelwitz	160
5	Fonolite	20 ÷ 45	17	» » Nebra . .	255 ÷ 269
6	Basalto	6,3 ÷ 9,5	18	Arenarie diverse . .	54 ÷ 169
7	Lava basaltica	44 ÷ 56	19	Dolomite	15 ÷ 222
8	Marmo bianco	1,1 ÷ 5,9	20	Pietra calcarea	15,4 ÷ 177
9	Schisto argilloso . . .	5,4 ÷ 7,0	21	Tufo »	202 ÷ 322
10	» siliceo	8,5 ÷ 27	22	Creta	279 ÷ 439
11	Arenaria	6,2 ÷ 14,4	23	Arenaria alto Giura .	49
12	» carbonifera .	14,1 ÷ 19	24	» francese . .	398

Molti dati di questa tabella esprimono dei limiti, i quali dipendono dal numero delle prove eseguite su varie qualità di uno stesso materiale: le cifre uniche sono dovute invece a una sola prova di un medesimo materiale. La tabella mostra che soltanto per poche pietre la capacità di trattenere acqua è piccola e contenuta entro limiti ristretti, come per es. nelle rocce gabro, basalto, schisto argilloso, mentre nel granito, sienite, porfido la capacità è pure relativamente piccola, ma varia entro larghi limiti. Le pietre arenarie e calcari hanno una capacità idrica media, ma solamente per alcune specie di arenarie si mantiene discretamente costante, mentre per altre specie e per le calcari si notano grandi variazioni. Alcune specie di arenarie assorbono poca acqua e perciò sono più ricercate; altre invece ne assorbono molta ma sono ugualmente usate. Massima capacità di assorbimento presentano il tufo calcareo e le pietre cretacee.

Si imbevono più facilmente le rocce di porosità fine, che non quelle a cavernosità distinte. Le rocce porose, ricche di argilla, imbevendosi aumentano di volume, e si contraggono disseccandosi, cosicchè coi ripetuti passaggi dallo stato umido al secco possono parzialmente disgregarsi.

L'*igroscopicità*, ossia la facoltà di appropriarsi del vapor d'acqua dell'aria, è grande specialmente pei legnami, ed i corpi igrometrici conservano una umidità permanente

talvolta considerevole. Le sostanze organiche, in generale, soffrono gli effetti dell'umidità, come ad es. la seta, i peli, il feltro che cambiano di volume all'aria: lo stesso avviene per le sostanze vegetali, corde, stoffe, tele, carta. Queste ultime materie si allungano o si accorciano secondo il modo con cui sono tessute. I metalli non sono igrometrici, mentre lo è il vetro, e talune materie inorganiche, soda, potassa, calce e altri sali. Certe pietre e certi materiali da costruzione sono pure igroscopici, ciò che costituisce talvolta un grave difetto quando la costituzione di essi impedisce la pronta evaporazione dell'acqua assorbita per igroscopicità, o per semplice assorbimento; conservano un'umidità permanente che impedisce la permeabilità all'aria, li rende freddi e cattivi conduttori del calore. Essi rendono pure umidi i muri, e, per la maggiore facilità con cui le polveri vi restano aderenti, favoriscono la produzione di muffe e di vegetazioni che crescono nei giunti e nelle eventuali fessurazioni. Oltre ciò tali materiali, conservandosi freddi, favoriscono la condensazione del vapor d'acqua dell'aria e il conseguente assorbimento dell'acqua formatasi.

Permeabilità. — Quando un materiale è saturo di acqua, se riceve altra acqua questa trapela nella stessa quantità con cui è entrata: avviene allora il fenomeno della permeabilità. Il passaggio dell'acqua si effettua in un tempo che dipende non soltanto dalla natura del corpo, dalla sua superficie e dalla sua grossezza, ma anche dalla sua tessitura e dalla pressione esercitata sul liquido. Le stesse formole che servono per la permeabilità all'aria possono servire anche per quella dell'acqua. Essa si misura calcolando la quantità di acqua che in un dato tempo, sotto una data pressione, passa attraverso il campione preso in esame. L'apparecchio che si usa è quello di Palazzo, nel quale V è il volume di acqua passata nel tempo t , s la superficie del campione cioè un disco di un dm^2 e di grossezza l , h la differenza di pressione: il coefficiente c di permeabilità si ricava dalla formola $c = \frac{lV}{sh t}$.

Evaporazione dell'acqua assorbita e rapidità di essiccamento. — La perdita dell'acqua di cui un materiale è imbevuto avviene per evaporazione, per riscaldamento e per contatto con altri materiali meno umidi o secchi. L'evaporazione è tanto maggiore quanto più grande è la superficie del corpo imbevuto, minore il potere di trattenuta del corpo, maggiore la sua temperatura e quella dell'aria dell'ambiente, più secca l'aria stessa e più frequente il rinnovamento di essa sulla superficie del corpo suddetto. La rapidità di essiccamento dipende dalle circostanze di cui sopra, dalle diverse proprietà del materiale, e dalla proporzione di acqua che esso perde in un medesimo tempo. Per determinare la facoltà di evaporazione si tagliano dei campioni di ugual forma e volume e si imbevono di acqua fino a saturazione. Si pesano e dopo averli posti in un cilindro di vetro orizzontale si fa passare in questo dell'aria secca mantenuta a temperatura costante fra i 18° e i 20° C. Dopo mezz'ora si ripesano e si ripete l'operazione tante volte fino a quando il peso diventa costante. Il tempo trascorso fra la prima pesata e la prima delle pesate costanti fornisce la rapidità di asciugamento. Le tabelle XIX e XX sono dovute a Pellegrini e a Poincarè.

Il sistema di ottenere il disseccamento mediante il calore non è, secondo Knapen, quello che può dare un buon risultato, come vedremo più innanzi trattando dell'asciugamento dei muri umidi. Il sistema di mettere i corpi secchi a contatto con corpi umidi affinché il corpo secco possa appropriarsi una parte dell'umidità dell'altro, non raggiunge neppur esso lo scopo, trattandosi soltanto di una ripartizione di liquido fra vari materiali, ma la quantità del liquido rimane la stessa. Non si ricorre alle sostanze igrometriche per l'asciugamento dei corpi umidi, se non in casi speciali, e lo stesso si dice per l'asciugamento ottenuto mediante il vuoto.

TABELLA XIX (Pellegri).

MATERIALI	Vo- lume ap- pa- rente (a)	Peso del cam- pione	Peso del cam- pione imbe- vuto di acqua (b)	Rap- porto $\frac{b}{a}$ tenore in acqua	Peso dopo essere stato in corrente di aria secca per ore							
					0,30	1	2	3	4	4,30	5	5,30
Marmo bianco saccaroide	17,93	45,9934	46,538	0,0033	46,0269 <i>0,0269</i>	46,0141 <i>0,0128</i>	45,9963 <i>0,0178</i>	45,9933 <i>0,0030</i>	—	—	—	—
Marmo bianco chiaro ordi- nario	19,82	51,1352	51,2294	0,0048	51,1944 <i>0,0350</i>	51,1732 <i>0,0212</i>	51,1600 <i>0,0132</i>	51,1356 <i>0,0244</i>	—	—	—	—
Xilolite	17,52	18,8706	23,3251	0,2543	23,1001 <i>0,2250</i>	22,7816 <i>0,3185</i>	21,9861 <i>0,7955</i>	20,8946 <i>0,9085</i>	19,7613 <i>1,1333</i>	19,1411 <i>0,6602</i>	18,9797 <i>0,1614</i>	18,8709 <i>0,1088</i>
Mattoni per pavimenti di S. Giuliano (Pisa)	16,62	35,2839	40,1239	0,2912	39,1463 <i>0,9776</i>	38,7654 <i>0,3819</i>	37,4213 <i>1,3441</i>	36,8861 <i>0,5352</i>	35,8762 <i>1,0099</i>	35,2837 <i>0,5925</i>	—	—
Mattonelle di cemento Via- nini (Roma)	18,61	50,7466	50,8323	0,0046	50,8216 <i>0,0107</i>	50,8118 <i>0,0098</i>	50,8032 <i>0,0076</i>	50,7843 <i>0,0189</i>	50,7461 <i>0,0382</i>	—	—	—

NB. - Le cifre in corsivo rappresentano le quantità di acqua levate dopo ciascun periodo di tempo.

TABELLA XX (Poincarè).

Durata della evaporazione	a) Perdita di peso sofferta in giorni successivi dai materiali sotto l'influenza dell'evaporazione. b) Peso dell'acqua conservata dopo ciascun giorno. c) Perdita di peso sofferta alla fine di ogni giorno dopo l'inizio delle prove.																					Temperatura del locale	Grado igrometrico del locale			
	Pietra di Balin			Pietra di Raffroy			Pietra di Chau- mont			Pietra di Chal- vraine			Pietra di Savon- nière			Pietra di Enville			Malta							
	1			5			3			4			2			6			7							
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c					
4 ore	0			0	26		0	51		0	34		1	43		2	26		3	27						
1 giorno	6	34	6	7	19	7	10	41	10	8	26	8	7	36	8	10	16	12	7	20	10	14	0,60			
2 giorni	7	27	13	8	11	15	12	29	22	10	16	18	11	25	19	9	7	21	9	11	19	15	0,58			
3 "	7	20	20	4	7	19	11	18	33	8	8	26	9	16	28	3	4	24	6	5	25	14	0,56			
4 "	7	13	27	3	4	22	9	9	42	4	4	30	9	7	37	1	3	25	4	1	29	14	0,53			
5 "	3	10	30	1	3	23	5	4	47	3	3	33	3	7	40	1	3	26	0	1	14	0,55				
6 "	5	5	35	2	1	25	3	1	50	1	1	34	3	3	43	2	2	28	0	0	14	0,59				
7 "	0		0			0			0			0			0			0			15	0,58				
Perdita totale e defi- nitiva	35			25			50			34			43			28			29							
Quantità di acqua assorbita anterior- mente	40			26			51			34			44			28			30			Ricavate dalla tabella re- lativa all'assorbimento a saturazione.				

Gelività. — Certi materiali molto igroscopici e con pori tali per cui l'acqua in essi contenuta si congela al sopravvenire di forti freddi, si screpolano, e si sfaldano. Il fatto interessa il costruttore e l'architetto piuttosto che l'igienista; siccome però nelle fessure e nei vani formati dalle sfaldature, si depositano polveri e penetrano gaz e acqua, la salubrità se ne risente, giacchè le murature rimangono umide, i gaz possono passare dall'esterno all'interno, trascinandovi anche le polveri contenenti eventualmente dei microrganismi. La gelività si accompagna sempre colle rocce porose, poco coerenti quali molassa, calcare molto tenero, tufo arenaceo e vulcanico e tufo calcareo non cristallino. Salmoiraghi (1) aggiunge « che l'effetto della porosità può essere eliso da una discreta coesione, per la quale appunto lava scoriacea, travertino e tufo calcareo cristallino non sono diaccioli: che infine le rocce compatte e coerenti non soffrono mai il gelo, a meno vi si spongano coll'acqua di cava, o abbiano una scistosità facilissima, o contengano suture argillose, ocracee o cloritiche, peli od altri difetti, in generale avvertibili prima dell'impiego ».

4. — RAPPORTO COI MICRORGANISMI.

Negli igienisti si è affacciata la questione se la porosità dei materiali può permettere il passaggio, la trattenuta e lo sviluppo di microrganismi, e se questi possono trovarsi già negli stessi materiali. La questione fu studiata da Hesse, Emmerich, Montefusco, Serafini, Casagrandi. Serafini ha osservato che nell'interno dei materiali, quali si trovano nei cantieri, si rinvenivano microrganismi, eccetto nella malta, la quale ha una potente azione antisettica per l'ossidrato di calce che contiene, quasi nella proporzione del 40%. Però più che la esistenza dei microrganismi dentro ai materiali da costruzione, e quindi nei muri, importa soprattutto di sapere se detti microrganismi possono penetrare nell'interno dei locali abitati, trasportativi dall'aria che attraversa i materiali; se i microrganismi contenuti nell'aria esterna possono penetrare nell'interno; se quelli contenuti nell'aria interna possono fissarsi nei muri. È certo che l'aria dei locali abitati è più ricca di microbi che non l'esterna, e pertanto questa non aumenterà la ricchezza dei microbi dell'aria interna. Nelle esperienze si è poi stabilito che le correnti di aria della ventilazione naturale hanno velocità così limitata da non provocare il passaggio di batteri attraverso un muro: possono spingerli contro la superficie del muro, e fissarveli, cosicchè su di essa si sviluppano o periscono secondo la natura e la condizione della parete. Emmerich ritiene che se lo stato umido di essa provocasse lo sviluppo ed anche una penetrazione dei batteri nel muro, ciò non avrebbe grande importanza a causa dell'azione disinfettante dell'ossidrato di calce che si trova sempre nelle murature, o si forma in quelle umide, azione che impedisce lo sviluppo dei microrganismi. Emmerich esprime anzi l'opinione che riguardo ad esso siano favorevoli le pareti impermeabili, perchè facilmente sulla loro faccia interna si deposita umidità, la quale può trattenere i microrganismi dell'aria interna e favorirne lo sviluppo, ciò che non avviene colle pareti porose.

In quanto al risultato delle esperienze relative all'azione disinfettante dell'idrato di calce vi è ancora un dubbio; se cioè ne persista sempre nel muro la quantità necessaria e se esso si trovi in tutti i pori della muratura, ciò che non si può assicurare per le murature formate con grandi conci di pietra da taglio. Del resto può anche darsi il caso in cui la calce anidra della muratura venga neutralizzata da qualche sostanza,

(1) F. SALMOIRAGHI, *Materiali da costruzione*, Hoepli, Milano, 1892.

come ad es. l'acido solforico, che è un componente di alcune specie di pietre arenarie, oppure l'orina della quale in molti casi si impregnano le murature.

Serafini ha poi anche ricercato il modo di diffondersi dei batteri sospesi nei liquidi attraverso i materiali da costruzione ed è venuto alle seguenti conclusioni: che l'aria attraversante i muri non trasporta nell'interno delle abitazioni nè i microrganismi ch'essa teneva sospesi all'esterno, nè quelli che incontra nei materiali: e che quanto alle possibilità di venire i materiali da costruzione attraversati dai microrganismi sospesi nei liquidi, ciò può avvenire per alcuni materiali, difficilmente per un muro sopratterra, e facilmente per certi muri sotterranei, quali per es. quelli dei pozzi neri, con conseguente inquinamento del terreno ad essi circostante.

D. — Proprietà termiche dei materiali da costruzione.

La conoscenza delle proprietà termiche dei materiali da costruzione è indispensabile nei riguardi igienici, poichè essa ci permette di scegliere quei materiali dal cui potere assorbente di calore, e da quello emissivo, dipendono la salubrità delle abitazioni, e la possibilità di regolare nella conveniente misura la conducibilità delle pareti per l'aria, l'umidità e il calore, modificandone a volontà, entro certi limiti, la loro capacità calorifica.

Il calore *emesso* da una sorgente qualsiasi, è, in generale, composto da raggi calorifici aventi proprietà diverse, e quando esso colpisce un corpo, si *riflette* in parte o si *diffonde*, e il resto penetra nel corpo ove è *condotto* più o meno profondamente nella sua massa. Di questa seconda parte del calore una porzione è *assorbita* riscaldando così il corpo a un certo grado, e l'altra porzione lo *attraversa intieramente* senza aumentarne il calore. Allorchè questi ultimi raggi. escono dalla sostanza che hanno attraversata, possiedono analoghe proprietà, fra cui quella di attraversare facilmente nuove grossezze della stessa sostanza diatermica, subendo perdite sempre minori, raggi che sono detti *termocroici* mentre la sostanza si dice possedere la *termocrosi*.

Non crediamo necessario di soffermarci sulle ricerche fatte circa il potere emissivo assoluto e relativo dei corpi e sulle sue variazioni in relazione alla natura della superficie radiante e all'inclinazione dei raggi emessi, nè su quelle relative al potere assorbente riflettente, diffusivo e diatermico dei materiali, alla rifrazione e alla termocrosi. Ci limiteremo a considerare il *calore specifico* dei corpi e la loro *conducibilità per il calore*, aggiungendo qualche osservazione intorno al *calore radiante* e *trasmesso*.

1. — CALORE SPECIFICO.

Il *calore specifico* è la quantità di calore occorrente per elevare da 0° a 1° C. la temperatura di 1 Kg. di un dato corpo, prendendo per unità di misura quella dell'acqua. Crescendo le temperature il calore specifico varia; ma siccome la variazione è piccola e le temperature che si hanno nelle costruzioni si contengono entro limiti non molto estesi, si può fare praticamente astrazione dalla variabilità del calore specifico.

Quanto più compatto è un materiale, tanto maggiore è il suo calore specifico: i materiali costruttivi porosi, aerati, presentano quindi il più basso calore specifico. Seguono qui appresso le cifre relative al calore specifico dei più importanti materiali da fabbrica; per alcuni di essi sono indicati soltanto i limiti entro i quali varia il loro calore specifico. Per materiali con peso specifico poco elevato, i dati si riferiscono

al metro cubo, per gli altri, con peso specifico elevato, si riferiscono ad 1 Kg. Circa l'influenza che esercitano il peso specifico e la composizione chimica di un corpo è superfluo osservare che nei dati si riscontrano spesso delle differenze, le quali si spiegano colla provenienza del materiale, coi suoi componenti e col metodo adottato per la determinazione del calore specifico.

TABELLA XXI. — *Calore specifico di diversi materiali.*

N. d'ordine	MATERIALE	Calore specifico unità calorifiche	N. d'ordine	MATERIALE	Calore specifico unità calorifiche
	A. Calori specifici riferiti a 1 m ³ di materiale:			B. Calori specifici riferibili a 1 Kg. di materiale:	
1	Acqua	1000	1	Acqua	1,000
2	Aria atmosferica	0,312	2	Aria atmosferica	0,2377
3	Marmo di Carrara	785	3	Piombo	0,0314
4	Granito	601 ÷ 753	4	Vetro (assai variabile)	0,1777
5	Arenaria verde	614 ÷ 665	5	Ghisa	0,1298
6	Dolomite	613	6	Acciaio	0,1185
7	Pietra calcare	500 ÷ 766	7	Ferro dolce	0,1138
8	Carbonato di calce	350	8	Stagno	0,0957
9	Laterizi	340 ÷ 742	9	Zinco	0,0956
10	Legno secco	230 ÷ 380	10	Rame	0,0951
11	» di quercia	439	11	Ottone	0,0939
12	Legno	280			
13	Gesso	630			
14	Quarzo	502			

Da questa tabella risulta che per riscaldare il legno occorre solamente metà della quantità di calore occorrente pei laterizi, mentre le pietre calcari porose ed il quarzo ne richiedono circa una volta e mezza. Le quantità di calore richieste dalle pietre poco porose, come dolomite, arenaria verde e marmo compatto, stanno fra una volta e mezza e due volte quelle occorrenti pei laterizi porosi; perciò dette pietre naturali, come in generale tutte le pietre compatte, si dicono *fredde*.

Fra i metalli il piombo si riscalda in modo straordinariamente facile: seguono rame, zinco, stagno, che si riscaldano quasi nell'identica misura; viene poi il ferro e finalmente il vetro il quale richiede circa tre quarti della quantità di calore che occorre all'aria atmosferica per un medesimo aumento di temperatura.

2. — CONDUCIBILITÀ TERMICA.

Mentre col calore specifico si misura la capacità di un materiale a ricevere calore, si determina anche la capacità di trasmettere il calore da una faccia del corpo alla faccia opposta attraverso alla grossezza del materiale, cioè la *conducibilità pel calore*.

Tanto minore è il calore specifico ed insieme la capacità calorifica di un materiale, tanto meno calore è necessario perchè questo ne conservi una certa quantità, così che la temperatura permanente è in proporzione inversa di quei due fattori,

ciò che si esprime colla formola: $t = \frac{1}{ab}$, in cui a è il calore specifico e b la conducibilità calorifica.

La conducibilità calorifica di un materiale si determina secondo la stessa formola fondamentale usata per la permeabilità all'aria:

$$M = c \frac{l - l_1}{g}$$

nella quale c è il coefficiente di conducibilità e g la grossezza del corpo. In seguito a diverse osservazioni si deve però ammettere che la conducibilità termica di un materiale si comporta alquanto diversamente dalla legge indicata con $\frac{1}{g}$, cioè al crescere di g , diminuisce meno rapidamente che nel rapporto $\frac{1}{g}$.

La costante c dipende, come il coefficiente di permeabilità, dalla grossezza del materiale, cresce cioè e diminuisce con esso, e dall'umidità essa è modificata soltanto di una piccola percentuale. Il materiale umido è alquanto miglior conduttore che non quello secco, a causa della maggiore conducibilità termica dell'acqua. I materiali di fabbrica porosi sono quindi preferibili ai compatti, non soltanto rispetto alla permeabilità all'aria, ma anche alla difesa contro il calore, ossia alla mitigazione delle variazioni di temperatura. Una importante prerogativa dei materiali porosi all'infuori della permeabilità all'aria, del minore calore specifico e della minore conducibilità termica, consiste nel perdere rapidamente l'umidità.

Le due seguenti tabelle contengono un certo numero di coefficienti di conducibilità. Per alcuni materiali, specialmente pei metalli, si ottennero coefficienti alquanto diversi da quelli qui riprodotti, essendosi usati mezzi sperimentali differenti.

TABELLA XXII. — *Conducibilità termica (valore della costante c) per diversi materiali.*

N. d'ordine	MATERIALE	Coefficiente di conducibilità termica c	N. d'ordine	MATERIALE	Coefficiente di conducibilità termica c
1	Rame	69	16	Legno di pino tagliato parallelamente alle fibre . . .	0,093
2	Ferro	28	17	Legno di quercia perpendicolarmente alle fibre . .	0,211
3	Zinco	28	18	Sughero	0,143
4	Stagno	22	19	Mattoni pestati, grana grossa	0,139
5	Piombo	14	20	» » » fina	0,165
6	Marmo grigio a grana fina	3,48	21	Polvere di mattoni fina, spappolata	0,140
7	Marmo bianco a grana grossa	2,78	22	Creta in polvere compressa	0,103
8	Pietra calcare a grana fina	1,70 ÷ 2,08	23	Genere di legna	0,060
9	Vetro	0,75 ÷ 0,88	24	Segatura	0,065
10	Calcere del Lias a grana grossolana	1,36	25	Carbone di legna polverizzato	0,079
11	Gesso impastato coll'acqua	0,33	26	Carbone coke polverizzato	0,160
12	» » coll'allume	0,63	27	Tela	0,039
13	Argilla cotta	0,51 ÷ 0,63	28	Carta grigia, senza colla .	0,034
14	Sabbia quarzosa	0,27	29	Colla d'amido	0,425
15	Legno di pino tagliato trasversalmente alle fibre .	0,17	30	Aria tranquilla	0,040

I pochi coefficienti di conducibilità che seguono, determinati da Lang, sono riferiti ad un'altra unità e quindi non si possono istituire confronti tra i numeri della

tabella XXIII e quelli della XXII. I dati ottenuti da Lang presentano però speciale interesse perchè si riferiscono a materiali di uso molto frequente e fanno conoscere anche l'influenza dell'umidità sulla conducibilità.

TABELLA XXIII.

N. d'ordine	MATERIALE	Conduttività del materiale	
		secco	umido
1	Marmo di Carrara	100,0	102,1
2	Granito	92,9	93,6
3	Arenaria verd	92,9 ÷ 97,1	93,1 ÷ 98,5
4	Pietra calcare	94,4	97,1
5	Mattoni formati a mano	88,0	92,1
6	» » a macchina	87,4	91,6

La tabella XXII mostra che i metalli sono ottimi conduttori; prima di tutti sta il rame, che si raccomanda quindi particolarmente per i corpi riscaldanti. La conducibilità termica dello zinco e del ferro non arriva neppure a metà di quella del rame, pure essendo tali metalli ancora buoni conduttori: perciò sotto ai tetti coperti con questi materiali la temperatura si alza fortemente. Il vetro possiede assai scarsa conducibilità, ma ha un calore specifico elevato, cosicchè trattiene il calore, ciò che è favorevole nelle stagioni fredde, e può essere sgradevole nelle stagioni calde; in ogni caso però difende dai rapidi cambiamenti di temperatura. La carta da parati ha una conducibilità limitata, mentre invece è assai alta quella della colla d'amido; perciò pareti tappezzate con carta sono relativamente fredde. La limitata conducibilità della carta è messa a partito nei tetti di cartone bituminoso (*Holzement*), poichè i molteplici strati di carta sovrapposti servono a tenere relativamente freschi d'estate e caldi d'inverno i locali sotto tetto. Anche una ricopertura di tela forma un isolante relativamente efficace contro le variazioni di temperatura. I materiali segnati dal n. 20 al 25 sono fra quelli coibenti pel caldo; dalle cifre corrispondenti emergono le forti differenze di efficacia tra un materiale e l'altro. Un eccellente isolante è l'aria tranquilla (vedi n. 30, tabella XXII). Esso si ottiene coi mattoni cavi e coi muri doppi.

Grünzweig ha istituito una serie di esperienze sulla conducibilità termica di diversi materiali, per stabilirne il valore relativo a quella del mattone di sughero. Ancorchè tutte le prove non siano state eseguite su di un numero di campioni abbastanza grande perchè i risultati si possano ritenere certi, essi hanno però importanza sufficiente per essere qui ricordati. Si riferiscono in parte a singoli materiali, in parte a strutture miste. Per evitare l'influenza dovuta alle fessure, specialmente nelle malte, si interpose un foglio di carta tra il campione da provare e la sorgente di calore, il che nella tabella XXIV è indicato coll'aggiunta della lettera c. L'unità di misura per questi numeri è la conducibilità termica di una lastra, o mattone di sughero, della grossezza di cm. 4.

Dalla prima parte A della tabella si rileva la conducibilità termica elevatissima dell'aria in movimento, e quella pure elevata della carta sottile, mentre è scarsissima la conducibilità dell'aria in riposo. La conducibilità dei mattoni cavi non è così bassa come sembrerebbe dover risultare da quanto precede; è dubbio se, in riguardo alla difesa dal calore, i muri di mattoni cavi abbiano lo stesso valore di quelli di mattoni pieni, quando sia stabilito qualche interstizio riempito d'aria tranquilla, o sta-

TABELLA XXIV. — *Conducibilità termica di materiali e costruzioni (secondo Grünzweig).*

N. d'ordine	A. — MATERIALI	Conducibilità pel calore	N. d'ordine	A. — MATERIALI	Conducibilità pel calore
1	Mattone di sughero della grossezza di 4 cm.	1,00	10	Tufo grosso cm. 12	1,19
2	Aria mossa	6,93	11	Tavola senza conness. grossa cm. 4 (c)	1,14
3	Carta sottile	3,03	12	Cannicci della grossezza di cm. 5 (c) .	1,12
4	Due strati di carta sottile con interstizio di 6 cm.	2,17	13	Mattone di sughero grosso cm. 4 (c) .	1,07
5	Mattone grosso cm. 6,5	2,09	14	» » » 3 (c) .	1,03
6	» cavo » 6,5	1,97	15	» » » 4 (con intonaco di gesso sulle due faccie)	0,83
7	» pieno » 12	1,60	16	Mattone di sughero grosso cm. 6,5 (c)	0,80
8	» cavo » 12	1,53	17	» » » 6,5 (con intonaco di gesso sulle due faccie)	0,65
9	Cannicci » 3 (c)	1,42	18	Mattone di sughero grosso cm. 12 .	0,52
B. — COSTRUZIONI			B. — COSTRUZIONI		
1	Mattone di sughero grosso cm. 4 . .	1,00	15	Carton cuoio con fodera di lastre di sughero della grossezza di cm. 4 e intonaco su canniccio (c)	0,77
2	Coperture di lamiera ondulata . . .	2,93	16	Tavole della grossezza di cm. 2,5 foderate da lastre di sughero di cm. 4 e intonaco su canniccio (c)	0,77
3	Tetto di tegole a sovrapposizione .	2,61	17	Tetto di tegole con triplice fodera e due strati d'aria interposti (cm. 2 ciasc.)	0,76
4	» » » (c)	2,00	18	Tetto di tegole con doppia fodera, uno strato d'aria di cm. 2,5 interposto e intonaco su canniccio sottostante (c)	0,70
5	Carton cuoio sopra tavole con sottostante intonaco su canniccio . .	1,37	19	Tetto di tegole con doppia fodera, interstizio di cm. 5 e intonaco su canniccio sottostante	0,65
6	Coperture di tegole a sovrapposizione con fodera di tavole	1,31	20	Tetto di tegole con triplice fodera senza interposizione di strati di aria	0,62
7	Tavole della grossezza di cm. 2,5 con connesure strette e intonaco su canniccio inferiormente (c)	1,29	21	Tetto di tegole con due strati di aria interposti da cm. 2 ciascuno	0,61
8	Copertura di lamiera ondulata su travicelli di cm. 3,3 e tavolette di sughero compresso	1,17	22	Tetto di tegole con intonaco su canniccio sottostante (c)	0,61
9	Copertura di tegole a sovrapposizione con fodera di tavole (c)	1,08	23	Tetto di tegole con fodera di canne intonacato della grossezza di cm. 4	0,61
10	Tetto di <i>Holzement</i> : quattro strati di carta ed uno strato di ghiaia della grossezza di cm. 6	1,04	24	Cartone catramato (<i>Holzement</i>) su fodera di tavole, 4 strati di carta, strato di ghiaia di cm. 6, altre fodere di lastre di sughero di cm. 4 e intonaco su canniccio sottostante (c) .	0,58
11	Tetto di tegole con fodera di tavole ed intonaco su canniccio sottostante (c)	1,04	25	Tetto di tegole con fodera di cm. 6,5 e intonaco di gesso su ambe le faccie della medesima	0,51
12	Tetto di tegole con doppia fodera e interstizio di cm. 2	0,86			
13	Doppio tavolato con interposto strato d'aria di cm. 3 e con intonaco su canniccio sottostante (c)	0,83			
14	Tetto di tegole su tavole di sughero della grossezza di cm. 4 (c)	0,80			

gnante. L'intonaco di gesso fa diminuire in modo abbastanza rilevante la conducibilità termica.

Colpisce pure in questa parte della tabella il fatto che la conducibilità (M) non diminuisce in ragione inversa della grossezza (g) del materiale, ma in minor misura.

Da molti dati della seconda parte B della tabella, si rileva l'influenza che la natura della copertura esercita sulla conducibilità del calore. La riunione di diversi materiali in una costruzione può comportarsi, rispetto alla conducibilità termica, in modo diverso da quello che poteva aspettarsi dalla conducibilità dei singoli materiali.

La tabella XXIV, come le altre, mostra che quanto maggiore è la porosità di un materiale, tanto minore è la sua conducibilità: tuttavia la diminuzione di questa procede in misura assai più lenta di quella che corrisponde all'aumento della porosità.

Per maggiori dati relativamente alla conducibilità aggiungeremo le seguenti tabelle:

TABELLA XXV (del Less). — *Conducibilità riferita a quella del marmo.*

N. d'ordine	MATERIALI	Peso specifico	Conducibilità
1	Marmo rosso e nero venato (Pirenei)	2,62	1000
2	» bianchissimo a grana molto fina (Carrara)	2,67	769
3	» bianco grigio a grana fina	2,68	763
4	Granito ricco di albite e alquanto micaceo (Sassonia)	2,63	804
5	Basalto nefelinico	2,85	600
6	Basalto	2,71	726
7	Ofiolite verde cupo con macchie gialle (Sassonia)	2,42	676
8	Gneiss rosso	2,54	696
9	» bigio	2,65	675
10	Arenaria grana fina	2,13	721
11	» » media	2,32	701
12	» » grossa assai porosa	2,00	487
13	» » » a cemento argilloso e con molti vacui	1,95	420
14	Lavagna nera, omogenea, molto scistosa (Boemia)	2,75	517
15	Argiloscisto venato (Turingia)	2,73	469
16	Argilla	2,00	275
17	Acero	0,57 ÷ 0,65	85 ÷ 192
18	Quercia	0,57 ÷ 0,62	75 ÷ 161

TABELLA XXVI (del Pécelet).

N. d'ordine	MATERIALI	Coefficiente di conducibilità in calorie	N. d'ordine	MATERIALI	Coefficiente di conducibilità in calorie
1	Marmo grigio a grana fina	3,5	14	Legno quercia	0,21
2	» bianco a grana grossa	2,8	15	Caoutchouc e guttaperca	0,17
3	Pietra calcarea	1,7 ÷ 2,7	16	Acqua	0,08
4	Gesso impastato ordinario	0,35	17	Cenere di legna	0,06
5	» » finissimo	0,52	18	Ghiaccio	0,63
6	Tufo	0,35	19	Tela, cotone, canapa, lana, ecc.	0,04
7	Mattoni e tegole	0,5 ÷ 0,7	20	Carta grigia senza colla	0,034
8	Vetro	0,8 ÷ 0,9	21	Rame	123
9	Argilla e sabbia	0,41	22	Ottone	38
10	» umida	0,46	23	Zinco	31 ÷ 37
11	Sabbia quarzosa	0,27	24	Stagno	21
12	Legno di abete, noce secondo le fibre	0,17	25	Ferro e acciaio	20
13	Legno di abete, noce normalmente alle fibre	0,10	26	Piombo	14

Certi igienisti inglesi, per dedurre il coefficiente di conducibilità, o meglio il numero delle calorie trasmesse in un'ora, si servirono di una lastra di materiale, avente

un pollice di grossezza, un piede quadrato di superficie e una differenza di 1 grado Fahrenheit tra le due faccie. Ottennero i risultati contenuti nella tabella XXVII.

Altri inglesi hanno considerato le perdite di calore subite per ogni ora e per metro quadrato, dai muri di mattoni e di pietrame aventi circa 13 metri di altezza e con 1° Fahrenheit di differenza tra le due faccie, e ottennero i risultati contenuti nella tab. XXVIII.

Serafini, mettendo in contatto un estremo del materiale con una sorgente costante di calore (vapor d'acqua a 100°) e misurando all'estremo opposto il comportarsi della temperatura, ottenne i risultati della tabella XXIX, paragonati alla conducibilità termica del marmo a cui diede il valore convenzionale 100 e a quella del sughero, col valore 1:

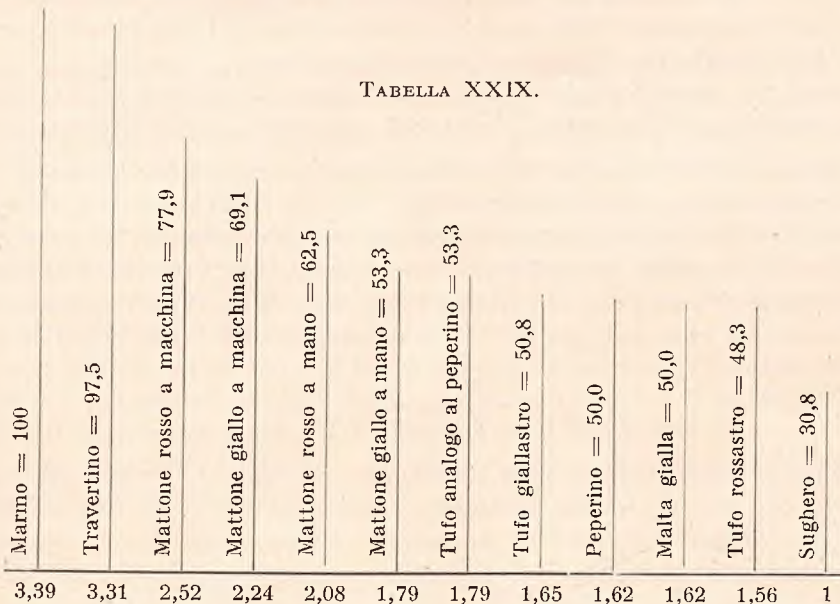
TABELLA XXVII.

N. d'ordine	MATERIALI	Calorie
1	Marmo grigio a grana fina	28,00
2	» bianco a grana grossa	22,00
3	Pietra da taglio	13,68
4	Gesso	3,86
5	Polvere di mattoni	1,33
6	Creta in polvere	87,00
7	Tavole di abete	1,37
8	Vetro	6,60

TABELLA XXVIII.

Muri di mattoni		Muri di pietra	
Grossezza in m.	Calorie	Grossezza in m.	Calorie
0,11	0,371	0,15	0,453
0,23	0,275	0,31	0,379
0,36	0,213	0,46	0,324
0,46	0,182	0,61	0,284
0,68	0,136	0,76	0,257
0,92	0,108	0,92	0,228

TABELLA XXIX.



Le cifre scritte lateralmente alle linee verticali rappresentano i rapporti di conducibilità dei vari materiali col marmo, e quelle ai piedi di dette linee, colla proporzio-

nale altezza di esse, i rapporti col sughero. Serafini nota che per le murature si deve tener conto tanto della legge che la dispersione del calore varia in ragione diretta del potere conduttivo dei materiali di cui sono formate, e della differenza di temperatura tra superficie interna ed esterna di esse, e in ragione inversa della loro grossezza, quanto della legge che un muro poco elevato perde per metro quadrato di superficie più calore di un muro molto elevato (per la legge di Newton), e quindi che la quantità totale di calore che viene sottratta ad un muro dall'aria che si eleva lungo la sua superficie è proporzionale alla radice quadrata dell'altezza del muro.

3. — ESEMPI RELATIVI AL CALORE SPECIFICO E ALLA CONDUCIBILITÀ TERMICA.

Mediante il calore specifico congiuntamente al grado di conducibilità termica si determina la temperatura che un corpo assume, o rispettivamente conserva.

I corpi con calore specifico elevato ed elevata capacità termica si dicono *freddi*, quelli con calore specifico basso e scarsa conducibilità si dicono invece *caldi*.

Quando in un corpo si ha insieme alto calore specifico e scarsa conducibilità oppure elevata conducibilità con basso calore specifico si può dire che quel corpo è « mediamente caldo ».

Da ciò si comprende che la difesa termica di un corpo, cioè il problema di procurare durevolmente ad un corpo col minimo dispendio di calore una temperatura quanto meglio possibile esente da oscillazioni, teoricamente può essere risolto in diversi modi. Praticamente si tratta quasi sempre soltanto di far uso di un materiale che abbia scarsa conducibilità termica a cui non manchi il concorso del relativo calore specifico.

D'importanza affatto speciale è la coibenza negli apparecchi, che, come ad es. i tubi di una condotta d'acqua, devono essere protetti dall'azione del gelo, o nelle lunghe tubazioni per riscaldamento nelle quali si devono evitare le troppo grandi perdite di calore nel loro tragitto fino al punto di emissione del calore.

Gli esempi che seguono mostrano come si ottengano eguali temperature con pareti di eguale grossezza e di materiali diversi, dei quali stieno in proporzione reciproca il calore specifico e la conducibilità termica, quindi secondo l'espressione $\frac{1}{ab}$, dove a indichi il calore specifico e b la conducibilità.

Esempio I. — Per muri di mattoni e di pietre naturali compatte, il calore specifico sta all'incirca nel rapporto di 1 : 1½ fino a 1 : 2; la conducibilità secondo la tabella XXI è per i due materiali poco diversa. Pertanto le quantità di calore necessarie per mantenere alla medesima temperatura pareti di eguale grossezza dei due materiali suddetti stanno nel rapporto:

$$\frac{1}{1,5 \times 1} = \frac{2}{3} \text{ oppure } \frac{1}{2 \times 1} = \frac{1}{2}$$

Poichè poi la conducibilità termica sta all'incirca in rapporto inverso alla grossezza delle pareti, così perchè si abbia eguaglianza nelle quantità di calore trattenute dai due materiali, cioè perchè i valori dei due rapporti divengano eguali a 1, devono essere soddisfatte le condizioni:

$$\frac{2}{3} \frac{1}{g} = 1 \text{ e } \frac{1}{2} \frac{1}{g_1} = 1 \text{ ossia } g_1 = \frac{3}{2}g; \quad g = \frac{2}{3}g_1; \quad g_1 = 2g; \quad g = \frac{g_1}{2}$$

Per ottenere quindi eguali temperature la grossezza di un muro di mattoni è da computarsi soltanto di $\frac{2}{3}$ o di $\frac{1}{2}$ di quella di un muro di pietre naturali compatte; cioè il muro di mattoni grosso è $\frac{2}{3}$ o $\frac{1}{2}$, di uno di pietra, vale per la difesa contro le variazioni di temperatura quanto un muro di pietre naturali, che abbia grossezza una volta e mezza, o due volte, quella del muro di mattoni.

Esempio II. — Un pezzo di lamiera della superficie di m² 1 e della grossezza di mm. 1 pesa Kg. 7,5 ÷ 8,7, secondo che è di ferro o di rame: vogliasi determinare in quale rapporto debbono essere le quantità di calore che in tempo eguale vengono assorbite da un metro quadrato di ciascuno dei due metalli.

Secondo la tabella XXI il calore specifico del ferro è 0,1138 e del rame 0,0951: sicchè per metro quadrato il calore necessario per elevare di 1° la temperatura sarà: per la lamiera di ferro 7,5 × 0,1138 = 0,854 e per la lamiera di rame 8,7 × 0,0951 = 0,827

Secondo la tabella XXII la conducibilità termica del ferro è 28, e quella del rame 69: quindi il calore ricevuto in un medesimo tempo sarà:

$$\text{per il ferro } \frac{1}{0,854 \times 28} = \frac{1}{23,91} \text{ e per il rame } \frac{1}{0,827 \times 69} = \frac{1}{57,06} .$$

Vale a dire che una lastra di rame della grossezza di mm. 1 e della superficie di m² 1 riceverà tanto calore in più di quello che riceverebbe una egual lamiera di ferro nel rapporto $\frac{57,06}{23,91} = 2,38$. Quindi per trasmettere l'egual quantità di calore basterà una lastra di rame di una superficie 2,38 volte minore di quella di una di ferro.

4. — INFLUENZA DELLA QUALITÀ DELLA SUPERFICIE SULLA CONDUCIBILITÀ PEL CALORE.

Nella conducibilità termica dei materiali si è fin qui tralasciato di tener conto di un elemento che pur deve essere almeno brevemente considerato. Si tratta dell'influenza sperimentalmente provata che esercitano sulla conducibilità termica la forma della superficie e la natura delle due faccie del materiale. Questa influenza viene considerata con coefficienti per l'«entrata» e l'«uscita» che variano secondo i diversi materiali. Ma riguardo a questi coefficienti ed al loro uso conviene riportarsi alle trattazioni speciali.

Quanto alle diversità che si verificano nel passaggio del calore fra diversi materiali, è chiaro che quando il calore passa da un corpo all'altro, la sua quantità e la sua velocità dipendono dalle qualità dei due corpi.

Il passaggio del calore dall'aria (o dal vapore) ad un corpo liquido avviene diversamente che dall'aria ad un corpo solido. Lo stesso dicesi per il passaggio dall'acqua all'aria (od a vapore) in confronto di quello da un solido all'aria. Di queste differenze si deve pure tener conto mediante coefficienti che sono registrati nel capitolo dedicato al riscaldamento (vol. I, p. 2^a, sez. II).

5. — CALORE RADIANTE E CALORE TRASMESSO O INDIRETTO.

Un ultimo punto da considerare riguarda le denominazioni di *calore radiante* o *diretto* e *calore trasmesso* o *indiretto*. La differenza apparisce tosto quando si pensi a quello che passa fra luce diretta e luce diffusa essendovi analogia tra l'un fenomeno e l'altro.

Una parte del calore emanato da una sorgente è, come già osservammo, in parte trasmesso sotto forma di radiazione direttamente, senza cederne una parte considerevole all'aria, mentre un'altra parte passa dalla sorgente all'aria. La prima è calore radiante, la seconda è trasmesso. Il calore prodotto dalle stufe metalliche, o da altri corpi arroventati è calore radiante, mentre quello che è portato dall'aria riscaldata ai locali è calore trasmesso.

Il calore radiante è da molti ritenuto sgradevole, da altri è preferito. Sotto l'aspetto igienico si nota che fino a quando tale calore si mantiene entro certi limiti di temperatura può essere accettabile e sopportabile, ma quando li sorpassa diventa non soltanto sgradevole ma veramente dannoso alla salute, soprattutto perchè produce grandi differenze di temperatura in diverse parti di uno stesso locale, ciò che danneggia specialmente gli organi della respirazione. In tal caso certe pareti del locale sono più riscaldate, altre meno, e sopra di esse, quando siano di natura fredda, vi si depone facilmente umidità, a sua volta dannosa. La maggiore uniformità possibile nella distribuzione del calore in un locale è un importante fattore di salute, uniformità che è in contrasto col calore radiante.

Il calore fornito dai caminetti produce al massimo grado il calore radiante. Se questo è fornito attraverso a metallo, terra cotta, ecc., la sua quantità relativa dipende dalla natura della superficie radiante. Quanto maggiormente è ruvida, tanto maggiore è, in generale, la quantità di calore radiante, e viceversa.

Nella seguente tabella sono riportati i coefficienti di calore radiante per una certa serie di materiali, i cui poteri emissivi sono espressi col numero di calorie emesse per metro quadrato e per ora in un locale di temperatura a 0°, mentre quella del materiale è di 1°.

TABELLA XXX.

N. d'ordine	MATERIALI	Coeffic.	N. d'ordine	MATERIALI	Coeffic.
1	Olio	7,24	15	Lamiera coperta da ruggine	3,36
2	Acqua	5,31	16	Ghisa	3,36
3	Nerofumo	4,01	17	Creta in polvere	3,32
4	Carta	3,77	18	Ghisa nuova	3,17
5	Coloritura a olio	3,71	19	Vetro	2,91
6	Stoffa di seta.	3,71	20	Lamiera ordinaria	2,77
7	» di lana	3,68	21	» lucida	0,45
8	Calicot	3,65	22	Carta argentata	0,42
9	Sabbia fina	3,62	23	Ottone lucidato	0,258
10	Pietra da costruzione	3,60	24	Zinco	0,24
11	Gesso	3,60	25	Carta dorata	0,23
12	Legno	3,60	26	Stagno	0,215
13	Polvere di legno	3,53	27	Rame rosso	0,16
14	Carbone in polvere.	3,42	28	Argento lucido	0,13

Dalla tabella si rileva come il calore emanato dalla ruvida superficie di una stufa di ferro può diventare opprimente e malsano in confronto di quello emanato da una superficie lucida. Le stufe di terra cotta, gli elementi lucidi per i radiatori dei riscaldamenti ad acqua calda o a vapore, le stufe metalliche parzialmente rivestite con piastrelle di maiolica, sono preferibili alle stufe metalliche, non rivestite, o la cui superficie sia arrugginita.

Il colore delle stoffe e delle carte non modifica il loro potere emissivo. I liquidi hanno potere emissivo considerevole, i metalli lucidi lo hanno debole, come osservammo, e i gaz in combustione hanno un potere radiante quasi nullo.

6. — POTERE RIFLETTENTE DEI CORPI.

Può tornare utile di conoscere anche il potere riflettente dei materiali, cioè la proprietà che possiedono di rinviare una parte dei raggi calorifici che vengono a colpirli, potere che è in ordine inverso di quello emissivo. Leslie, prendendo come termine di paragone il potere riflettente dell'ottone lucido, fatto uguale a 100, ottenne le seguenti cifre:

TABELLA XXXI.

N. d'ordine	MATERIALI	Potere riflettente	N. d'ordine	MATERIALI	Potere riflettente
1	Ottone	100	6	Piombo	60
2	Argento	90	7	Stagno in mercurio.	10
3	Stagno in foglio	35	8	Vetro	10
4	Stagno	80	9	Vetro coperto di cera o olio	5
5	Acciaio	70	10	Nerofumo	0

È da osservare però che cambiando la natura della sorgente calorifica, ossia la composizione del fluido calorifico di cui il Leslie si è servito, cambiano anche le suesposte cifre.

Altri fisici hanno operato con sorgenti di natura diversa e con varî raggi di incidenza calorifici: così De la Provostaye e G. Desains con raggi a 45° hanno ottenuto i seguenti risultati:

TABELLA XXXII.

N. d'ordine	METALLI	Lampada di Locatelli	Raggi solari	Lampada a alcool salato
1	Lastra di argento lucida	0,97	0,92	—
2	Oro	0,95	0,87	—
3	Ottone, rame	0,93	—	0,945
4	Metallo da specchi, lucido	0,86	0,64	—
5	Stagno	0,85	0,60	0,86
6	Platino lucido	0,80	—	—
7	Acciaio	0,83	0,60	0,88
8	Zinco	0,81	—	—
9	Ferro	0,77	—	—
10	Ghisa di ferro	0,74 ÷ 0,75	—	—

Questa tabella mostra l'influenza della sorgente e che il potere riflettente diminuisce quando il grado di temperatura della sorgente aumenta.

Gli stessi operatori e Jamin hanno fornito questi dati circa il potere riflettente del vetro per il calore e la luce quando è colpito da raggi solari sotto l'angolo di 20° a 80°.

TABELLA XXXIII.

Angolo d'incidenza	Calore riflesso	Luce riflessa	Angolo d'incidenza	Calore riflesso	Luce riflessa
80°	0,551	0,546	50°	0,116	0,117
75°	0,407	0,408	40°	0,080	0,081
70°	0,306	0,308	30°	0,061	0,061
60°	0,179	0,183	20°	0,050	0,050

Da questa tabella emerge che la variazione della quantità di calore riflessa, a seconda del grado di incidenza, è la stessa di quella della luce.

7. — POTERE DIATERMICO DEI CORPI.

Anche il potere diatermico, ossia la proprietà dei corpi di lasciar passare il calore attraverso ad essi senza riscaldarsi, è pure conveniente di conoscere. Si nota a questo riguardo che non vi è alcun rapporto fra la diatermicità e la trasparenza. Melloni ha condotto degli esperimenti su diverse sostanze solide, liquide e cristallizzate ridotte in lame di grossezza variabile e impiegando sorgenti di natura e di temperatura diverse. Riproduciamo qui soltanto quelle che possono più interessarci:

TABELLA XXXIV. — *Sorgente: lampada Argand a tubo di vetro.*
Vetri incolori (grossezza mm. 1,88).

Raggi diretti	100	Vetro da finestra	58 ÷ 50
<i>Flint-glass</i> di diversa qualità	67 ÷ 64	<i>Crown</i> inglese	49
Vetro da specchio	62 ÷ 69		—

Le esperienze al riguardo hanno condotto a questa conclusione, a cui già accennammo: che quando dei raggi di calore hanno già attraversato una certa grossezza di una sostanza, ne attraversano nuove grossezze subendo perdite sempre minori che vanno rapidamente diminuendo.

I gaz sono i corpi più diatermici. I metalli sono atermici, ma ridotti in lame molto sottili diventano diatermici. L'effetto prodotto da lame sovrapposte di sostanze differenti è indipendente dall'ordine nel quale si succedono.

E. — Particolari requisiti dei materiali da costruzione
rispetto al loro impiego.

Dal modo di comportarsi delle pietre da costruzione, naturali ed artificiali, riguardo al calore ed all'umidità si deduce — quando non sia in giuoco la resistenza — la loro attitudine a speciali scopi nelle costruzioni.

Premetteremo qualche osservazione di indole generale.

Per giudicare un materiale sotto il punto di vista igienico, oppure una composizione, o struttura, formata da parecchi materiali, si deve anteporre il criterio della resistenza al calore, cioè la massima limitazione delle oscillazioni di temperatura, a quello della facilità di riscaldarsi e di mantenersi a temperatura elevata. Viene in seguito il modo col quale il materiale si comporta rispetto all'umidità; se la riceve e come se ne spoglia, più o meno prontamente.

Da quanto abbiamo prima esposto risulta che i fenomeni di cui sopra sono essenzialmente dovuti alla porosità.

1. — PIETRE NATURALI E ARTIFICIALI, CALCESTRUZZO, LATERIZI.

Nelle *pietre artificiali* e nei *laterizi* la porosità varia entro confini molto estesi: essa apparisce dipendere più dalla natura del materiale greggio impiegato, che dal grado di cottura. Anche i laterizi induriti dal fuoco, come i refrattari, non sono interamente impermeabili ma possono assorbire ancora una certa quantità di acqua.

Talvolta allo scopo di rendere dei laterizi impermeabili se ne fa vetrificare la superficie di una faccia. Se però la massa non è di ottima qualità, questa vetrificazione non salva da un rapido deterioramento. Anche con una massa scevra di difetti, tale smalto applicato sopra una sola faccia può essere deteriorato dalla grande differenza di temperatura sulle due faccie, tantopiù che l'umidità entra dalla faccia opposta, cioè dietro allo smalto.

L'indurimento e la vetrificazione dei mattoni li rendono, in generale, meno adatti per la costruzione delle case, perchè ne limitano od annullano la porosità, così importante per la secchezza, e per la difesa contro il calore.

Si è sovente rimproverato al *calcestruzzo* la sua porosità troppo scarsa nella costruzione delle case. Secondo le esperienze di Lang questo rimprovero sarebbe infondato. Ma quand'anche le cifre trovate da Lang non potessero avere un'applicazione generale, è assodato che con opportuno smagrimento della malta (diminuzione della quantità di cemento ed aumento dell'aggiunta di sabbia) si può raggiungere una assai grande porosità del calcestruzzo, con risparmio di spesa. Il calcestruzzo avrebbe quindi il diritto di competere nella costruzione delle case colla muratura di mattoni, se la sua porosità non diminuisse di troppo, od anche scomparisse del tutto per effetto dell'umidità. Un altro motivo che consiglia prudenza in proposito consiste in ciò: che finora non si conoscono ancora abbastanza bene il calore specifico e la conducibilità termica del calcestruzzo, cosicchè non si può preventivamente combattere l'opinione dominante che sia freddo.

Per dare al calcestruzzo le forme che assumono le pietre da taglio colla lavorazione si ricorre generalmente alla pressione affine di aumentarne la resistenza, ma siccome le particelle della massa vengono ad essere maggiormente costipate, così dal punto di vista igienico la compressione non è vantaggiosa.

Perchè le fondamenta restino asciutte si dovrà impiegare pietra della qualità più compatta. Sono perciò preferibili le *pietre naturali* alle artificiali, e tra quelle più compatte, il granito, lo gneiss, il grès delle miniere, il porfido, il basalto, ecc., a cui si darà la preferenza sulle pietre arenarie e calcaree. L'arenaria è spesso assai porosa e la sua struttura talvolta ha pori molto grandi, quando cioè il materiale di cementazione dei grani contiene in forte proporzione del ferro, o è argilloso, o contiene zolfo. I blocchi artificiali di calcestruzzo reso compatto colla pressione sono un buon materiale per fondazioni. La pietra calcarea è intaccata dall'umidità combinata coll'acido carbonico

ed anche dai sali organici del terreno vegetale, ed inoltre nei giunti ancorchè sottili, s'insinuano filamenti vegetali che possono impedire l'adesione fra le pietre. Delle varie numerose qualità di pietre calcari si deve impiegare per le fondamenta soltanto quelle più compatte con stratificazione non pronunciata. È igienicamente consigliabile per la fondazione la platea di calcestruzzo, di conveniente grossezza ed accuratamente formata.

Pei muri elevantisi sopra le fondamenta, ma sempre sotterra, possono riuscire adatte tanto le pietre naturali quanto le artificiali, secondo la natura del terreno circostante.

Se il suolo è sano ed asciutto e si ha la sicurezza che tale rimanga, sono da preferire le pietre porose — naturali od artificiali — a causa della costanza con cui si mantiene in esse il calore e perchè più facile è il ricambio naturale di aria, del quale però non si deve affatto tener conto, quando contro i muri vi è un terreno argilloso compatto.

Se invece è da prevedere dell'umidità, benchè in grado non elevato, tanto durevole quanto passeggera, conviene ricorrere, pei muri di fondazione, a pietre naturali compatte, che conservano meno il calore, ma difendono meglio dalla penetrazione di umidità.

Quanto ai muri fuori terra si deve far differenza tra le parti superiori e le inferiori: queste subiscono l'influenza della maggior umidità dell'aria che si trova in prossimità del suolo e quella dell'acqua sgocciolante dai tetti, dalle cornici, dalle sporgenze, ecc. Le parti superiori del muro invece — ove non sieno abbastanza difese dalla sporgenza della gronda — sono esposte agli acquazzoni. Sono quindi le parti mezzane dei muri d'ambito quelle meno esposte alle intemperie ed agli agenti atmosferici in genere.

Poichè la pietra compatta assorbe meno facilmente l'umidità e d'altra parte la pietra porosa è quella che più facilmente la perde, per le parti inferiori dei muri sono in competizione le pietre compatte naturali e le porose tanto artificiali che naturali. La scelta sarà determinata dalle circostanze locali e dal prezzo. È però da tenersi in considerazione che l'aria immediatamente sopra il suolo, essendo più ricca di acido carbonico e nello stesso tempo carica di umidità, attacca fortemente molte pietre naturali, specialmente le calcari.

Per le parti medie di un muro sopratterra devono essere adoperate soltanto pietre porose, tanto per il ricambio d'aria (asciugamento dopo la pioggia), quanto per la conservazione del calore. Un materiale compatto (freddo) dà facilmente occasione a deposito di umidità sulla faccia interna del muro, che è a contatto coll'aria dell'ambiente più caldo, e perciò più saturo di vapor acqueo. Quest'ultima proprietà è di grande importanza pei locali nei quali viene prodotta molta umidità, sia a causa di frequenti lavature, quali avvengono nelle cucine, nei locali di lavanderia, nei laboratori di certe fabbriche, nei locali in cui si radunano molte persone, e dove quindi si produce grande umidità per effetto della respirazione delle persone stesse, ecc.

Per le parti superiori dei muri di elevazione, quando non sieno protetti, si possono usare pietre compatte e le porose, naturali o artificiali. Il *marmo compatto*, paragonato colle altre pietre, ha calore specifico e conduttività termica in grado discretamente elevato, cosicchè è relativamente caldo. Siccome assorbe meno acqua ed è poco soggetto a consumarsi per l'uso, risulta un buon materiale per rivestimento di pareti, di focolari, di pavimenti. Per le *ardesie* ci riferiamo al numero 6 (pag. 235).

2. — INTONACHI, STUCCO.

L'*intonacatura* di un muro con malta di calce non ne cambia di molto la permeabilità all'aria e la resistenza al passaggio del calore, poichè la malta aerea è assai porosa. La malta di cemento lo è alquanto meno, quindi un intonaco di cemento diminuisce

sensibilmente la porosità di un muro, soprattutto quando sia di frequente e per lungo tempo bagnato dalla pioggia. L'*intonaco di gesso* è assai conduttore e quindi freddo. La sua porosità e la facilità con cui si screpola, quando sia applicato sopra un fondo non rigido, come ad es. su di un soffitto di legno, lo rendono atto a sporcarsi. Pei locali di abitazione non si dovrebbe quindi usare, anche perchè non resiste a urti e sfregamenti producendo molta polvere.

La massa principale dello *stucco* consta sempre di gesso. Quando la preparazione ne è fatta solamente coll'aggiunta di acqua e di un po' di colla (stucco ordinario) ed i pezzi vengono gettati in forme di colla, lo stucco riesce assai poroso ed essendo cattivo conduttore del calore, assorbe anche molt'acqua: la conduttività viene raddoppiata con una soluzione di allume. Sulla superficie ruvida dello stucco comune si raccoglie facilmente e vi si trattiene la polvere. Lo stucco lucido, con cui solitamente si fanno specchiature, o riquadrature coll'aggiunta di colori, è molto più compatto dello stucco comune, particolarmente nella superficie che viene lisciata, per modo che non assorbe acqua ed anche non permette alla polvere di deporvisi. Quanto allo *stucco-marmo*, nel quale il principale ingrediente è marmo macinato, vale quanto si è detto per lo stucco lucido.

3. — PIASTRELLE.

Le piastrelle di terra cotta, quand'anche non sieno smaltate o vetrificate, riguardo all'influenza dell'umidità e del calore sono da equipararsi ai mattoni compatti. Le piastrelle decorate, che constano di argilla spappolata cotta a più vivo calore che non i mattoni e con aggiunta di colori, sono ancor più compatte e differiscono quindi dai laterizi comuni nel modo di comportarsi rispetto al calore ed all'umidità; non si hanno però finora dati numerici dai quali si possa rilevare il fatto con precisione. A tal genere di piastrelle si possono equiparare, rispetto alla composizione e alla cottura, quelle smaltate. Quando la superficie esterna ne è liscia costituiscono il miglior materiale per rivestimento di pareti ed anche per pavimenti. Ma se la superficie presenta dei rilievi, negli sfondi si depositano la polvere e le immondezze, per cui le mattonelle a rilievi si devono impiegare soltanto all'esterno.

Le piastrelle di maiolica smaltate per stufa consistono di argilla assai porosa con smalto superficiale: questo può forse diminuirne alquanto la conduttività termica, ma diminuisce anche la perdita di calore per irradiazione, mentre impedisce il depositarsi della polvere.

Le *piastrelle o mattonelle di cemento* sono formate con malta di cemento per lo più compressa meccanicamente e sono quindi relativamente compatte. La loro compattezza è però variabile secondo la composizione e la pressione, per cui varia anche la facilità a deteriorarsi. La resistenza al calore è media. Impregnando con paraffina (od anche con altri mezzi) la superficie delle piastrelle di cemento, si toglie loro la sonorità. Le piastrelle di cemento della grossezza di cm. $1 \div 2$ si adoperano anche per copertura dei tetti (vedi vol. I, p. 1^a, cap. III).

4. — PAVIMENTI.

I pavimenti detti *a terrazzo* o *alla veneziana*, descritti nel vol. I, p. 2^a, sez. I, sono buoni quando il terrazzo è costruito sopra un letto ben stabile, ma sono però freddi. Il loro calore specifico e la loro conduttività termica sono di grado medio.

Talvolta il terrazzo invece di essere formato di getto, lo è con quadri in cui gli elementi di marmo, o di pietra, sono cementati con cemento e non colla calce

idraulica. Per quanto i giunti fra i quadri siano molto sottili, possono ricettare sudiciume e microrganismi.

Il *battuto di cemento*, per la facilità con cui si screpola, non si può applicare che sopra un letto affatto rigido. D'altra parte non si presta alla pulizia, e si consuma abbastanza facilmente, sicchè è inferiore, nei riguardi igienici, alle altre qualità di pavimenti. È raccomandabile tuttavia per quei locali nei quali si adopera molt'acqua, giacchè coll'umidità acquista maggior compattezza.

L'*asfalto* presenta meno facilmente fenditure e rotture che non il gesso od il cemento ed è anche impermeabile all'acqua, attutisce i rumori ed è assai poco soggetto a consumarsi. Ha una capacità media per la conservazione del calore, ma finora non si hanno dati abbastanza precisi in proposito. Il suo aspetto nero-grigio non è simpatico e per la sua ruvidezza mal si presta alla pulizia.

Il *linoleum* è impermeabile all'acqua ed inoltre, siccome i suoi componenti principali sono il sughero, una resina e l'olio di lino, ha un calore specifico poco elevato e anche una scarsa conduttività termica. Da quanto si può giudicare dalle esperienze, trattiene discretamente il calore ed ha uno spiccato potere battericida, essendo su di esso grandemente diminuita la resistenza del bacillo di Eberth (tifo addominale) e del bacillo di Löffler (difterite) in confronto di quanto avviene all'esterno. Secondo Ionghi-Lavarini il bacillo di Eberth muore in 4 giorni sul linoleum e in 30-50 all'esterno, e quello di Löffler in 27 giorni sul linoleum e in 125 all'esterno. Il linoleum quindi — per le sue qualità di essere impermeabile, lavabile, leggero, di mantenersi facilmente pulito, di non essere freddo, di presentare giunti quasi invisibili ove i microbi non potrebbero annidarsi, di essere afono, elastico a causa della linosina (olio di lino ossidato) che contiene, per la inattaccabilità dagli agenti chimici quali si usano per pulizia e disinfezione e per la sua lunga durata quando è disteso sopra un suolo perfettamente piano — è un ottimo materiale per pavimenti di locali di abitazione e dove si devono evitare rumori ed eseguire disinfezioni, come negli ospedali, case di cura, uffici, ecc.

La *xilolite* è un surrogato del legno, usata specialmente per pavimenti di locali interni. Consiste in un impasto di segatura di legno, magnesia macinata, cloruro basico di magnesia ed acqua. Viene foggata sotto grande pressione in pezzi formanti piastre, ed oltre che per pavimenti si adopera anche per altri usi. È afona e si comporta bene riguardo alla protezione contro il calore. L'assorbimento di acqua è soltanto del 4% circa, mentre il volume totale degli interstizi è di circa il 6%. Di xilolite o litosilo si fanno anche pavimenti di getto, che presentano quindi su quelli sopraddetti a piastre il vantaggio di essere esenti da giunti, ma non sempre hanno dato buoni risultati, a meno che i loro componenti siano perfettamente dosati e l'impasto fatto col massimo scrupolo.

5. — VETRO.

Il *vetro* possiede elevato calore specifico ed insieme grande conduttività (vedi tabella XXII); non si riscalda quindi in modo eccessivo ma trasmette molta parte del calore dalla faccia posteriore a quella da cui lo riceve e si raffredda rapidamente col diminuire della temperatura. La sua capacità di proteggere dal caldo è quindi assai limitata, ma varia, secondo la qualità del vetro, la sua grossezza e la natura della superficie, in limiti molto estesi.

6. --- COPERTURE, TEGOLE DI COTTO, ETERNIT, ARDESIE,
CARTON CUOIO, LAMIERE.

Nei riguardi dell'igiene, ossia della buona aereazione dei locali e per ragioni di coibenza la *copertura dei tetti* deve essere formata con materiali abbastanza porosi quando il sottotetto sia chiuso; se questo permette il passaggio dell'aria, o sia in qualche altro modo ventilato, allora la copertura può essere fatta con materiali impermeabili i quali hanno il vantaggio di non permettere trapelamenti di acqua nel sottotetto. Le tegole di laterizio, siano curve o piane sono relativamente porose, ma la loro porosità va diminuendo col tempo essendochè i pori a poco a poco si ostruiscono per effetto della polvere che si deposita sulle tegole e che le piogge vi fanno penetrare. Le tegole curve presentano anche l'inconveniente di conservare l'umidità e la formazione di muffe, inconveniente che si evita colle ripuliture del coperto, fatte almeno una volta all'anno.

Buone sono le coperture di *eternit*, sebbene la sua conducibilità termica sia abbastanza elevata: più alta, ancora è quella delle lastre di pietra usate in molte regioni per tetti (scisti e gneiss di Piemonte e Lombardia). Non coibenti nè pel freddo nè pel caldo sono le coperture di lastre metalliche, per usare le quali si deve ricorrere ad apposite strutture di sottocoperta.

Le *ardesie da tetto*, che sotto il riguardo della porosità sono da posporre alle tegole di cotto, hanno invece, rispetto alle coperture metalliche il vantaggio di asciugare più rapidamente dopo essere state bagnate dalla pioggia. La compattezza delle diverse sorta d'ardesie è però assai diversa: le ardesie inglesi sono le più compatte.

Le *lastre sottili di arenaria* a foggia di ardesie che sono usate in molti paesi come materiale di copertura, sono molto porose e facilmente assorbono acqua: sono perciò soggette a grandi variazioni di temperatura. Per pavimenti e gradini di scala si possono impiegare soltanto le qualità più compatte, poichè nei pori di quelle meno compatte facilmente si accumula sudiciume e si consumano rapidamente nei punti di maggior passaggio.

L'ardesia contiene sovente minerale di zolfo il che può essere causa di rapido deterioramento.

Carton cuoio. --- Secondo la tabella XXIV a pag. 223 ha una grande conducibilità termica, anche quando sotto la copertura esista un intonaco su canniccio; il tetto è quindi soggetto a forti variazioni di temperatura. Invece, quando sia ben conservato, non assorbe acqua o soltanto in quantità minima. Lo stesso si può dire del cartone da tetto conosciuto sotto il nome di *superator*.

Le *lastre di asfalto* sono tessuti impregnati con preparati bituminosi, come il carton cuoio, ma non essendo induriti come esso, rimangono flessibili. Sono apprezzate come isolanti dei muri di fondazione per preservarli dall'umidità, sebbene come per tale scopo, come già si è detto, non diano assoluta garanzia.

Anche la cosiddetta *seta da tetto*, quando ne sia ben conservata la verniciatura, è impenetrabile all'acqua, ma permette le variazioni di temperatura molto più che il carton cuoio, attesa la sua minima grossezza e la sua grande compattezza.

Le *lamiere di rame* e di *ferro* presentano una copertura da tetto assai compatta ed hanno calore specifico molto elevato, ma ne è anche molto elevata la conducibilità, così che permettono grandi variazioni di temperatura: queste sono relativamente di minor importanza nei solai, nei quali si usano le lamiere di ferro zincato ondulate.

La *lamiera di zinco*, che ha calore specifico e conduttività termica meno elevati delle lamiere di rame e di ferro, va soggetta a maggiori variazioni di temperatura. A motivo

della sua grande dilatazione (coefficiente 0,002942) è facilmente soggetta a rotture, che possono rendere meno opportuno il suo impiego quando la protezione contro l'umidità deva essere sicura.

La *lastra di piombo* ha il più basso calore specifico come pure la più bassa conducibilità termica in confronto delle lamiere di altri metalli, e quindi è inferiore ad esse riguardo alla stabilità della temperatura. Questa infatti varia in modo relativamente rapido occasionando un notevole accumulo di calore, e siccome il piombo si fonde a 334 gradi, così può bastare l'azione di cocenti raggi solari per rendere le lastre quasi pastose, mentre col freddo esse rapidamente si raffreddano.

7. — LEGNAMI.

I legnami di essenza forte sono preferibili per quasi tutti gli usi a quelli di essenza dolce, perchè meno facilmente possono penetrare nei loro pori l'umidità e le impurità e maggiore è la loro resistenza alla formazione di muffe. Il calore specifico e la conducibilità termica del legno sono mediocri, perciò si dice che il legno è *caldo* ed anche coibente, opponendosi alle variazioni di temperatura. I rivestimenti delle pareti e dei soffitti con tavolati di legno rendono i locali assai poco soggetti alle variazioni esterne di temperatura, particolarmente quando siansi lasciati degli strati d'aria interposti, ai quali si dovrebbe di rado rinunciare, poichè l'immediato contatto della muratura col legno può comunicare a questo l'umidità. L'umidità quando è assorbita dal legno vi è trattenuta a lungo ed in grande quantità: è più facilmente assorbita dal legno in senso normale alle fibre: ossia quando sono esposte all'umidità le teste delle travi o delle tavole. Le sostanze emananti cattivi odori che penetrano nel legno insieme colla umidità vi si fissano con aumento del cattivo odore, a causa del processo di scomposizione dell'albumina del legno. Da ciò i pessimi odori che tramandano pavimentazioni stradali costruite con cubetti, o cilindretti, di legno posti di testa, pavimentazioni però andate in disuso. Sono ancora usate per androni carrai, perchè afone.

Poichè anche il legname essiccato (stagionato) all'aria aperta contiene ancora fino il 10% del suo peso di acqua, facilmente il legno si contorce e si contrae, sia quando l'essiccamento avviene più rapidamente sopra una faccia, o su di un tratto, sia quando assorbe nuovamente umidità in qualche parte. Allora il pezzo si incurva a guisa di conca, cioè nel senso longitudinale. Se invece il legno perde l'umidità uniformemente da tutte le parti, allora si contrae. Secondo Nördlinger si hanno i seguenti accorciamenti percentuali (1):

TABELLA XXXV.

N. d'ordine	LEGNAMI DI	Lunghezza	Misura di accorciamento (contrazione) in direzione	
			radiale	tangenziale
1	Pino	0,09	2,08	2,62
2	Pino silvestre	0,01	2,50	2,87
3	Quercia	0,03	2,65	4,10
4	Acero	0,10	2,06	4,13
5	Faggio rosso	0,20	5,25	7,03
6	Tiglio	0,10	5,73	7,17

(1) V. anche tabella VII nel vol. I, cap. I.

Si può proteggere il legname contro l'assorbimento dell'umidità col toglierne l'albmina facilmente solubile e sostituirla con qualche sostanza più durevole, mediante impregnamento. I legnami molto resinosi, come alcune conifere americane, non hanno d'uopo di essere così impregnati. Un altro mezzo per impedire che si introduca umidità o impurità nei pori del legno, è la dipintura ad olio, che diventa spessa e dura ma non può essere applicata che su legname stagionato. Per i pavimenti, si devono impiegare soltanto essenze assai forti, le quali oltre presentare il vantaggio di essere più resistenti all'uso si accorciano assai meno. Si deve però ricorrere a legnami molto stagionati naturalmente o artificialmente mediante aria calda. Si impiega assai spesso il faggio evaporato ancorchè non molto duro. Il legno non stagionato e impiegato in maniera da assorbire umidità va più soggetto all'azione del tarlo. Fra gli insetti e le muffe che ne polverizzano le fibre, o lo fanno marcire, sono da annoverare il *merulium lacrymans*, il *polyporus vaporarius*, l'*anobium pertinax*, il *callidium* e altri. Circa le qualità, difetti e conservazione dei legnami e il loro impiego per pavimenti, rivestimenti, ecc. rimandiamo al cap. I del vol. I, p. 1^a.

8. — MALTE.

Nelle murature in genere la malta costituisce sempre un elemento di grande importanza; nella muratura di pietrame vi entra per il 30 al 35% del totale, in quella di mattoni pel 25 al 30% e soltanto nei muri costruiti con pietra da taglio discende al 5 o 10%: in conseguenza la malta, cioè il materiale cementizio in genere, ha grande importanza anche per le qualità igieniche della muratura.

Nei muri di mattoni e di pietra da taglio, sono da considerare specialmente i sottili giunti orizzontali, mentre negli altri generi di muratura la malta è distribuita più o meno irregolarmente; nella muratura di getto si ha invece una distribuzione uniforme, mancando i giunti. Al diverso modo di distribuzione della malta si connettono le differenze nel modo di comportarsi dei muri rispetto al calore ed all'umidità. Per la sua porosità relativamente grande la malta si comporta in modo più favorevole delle pietre compatte, specialmente nella muratura eseguita con pietre naturali. L'abbondanza relativa del materiale cementizio nella muratura non presenta quindi alcun inconveniente dal lato igienico.

Sotto un altro riguardo è da osservare che la malta porta con sè nella muratura una notevole quantità di acqua, perchè appunto molta acqua si impiega nella sua preparazione, e perciò diviene necessario un lungo spazio di tempo prima che la muratura sia completamente asciutta.

Finalmente è da notare che se l'acqua aggiunta alla calce contiene alcuni sali, la muratura può rimaner umida in modo permanente. L'acqua di mare e l'acqua di pozzo inquinata, contengono del cloruro di sodio, il quale combinandosi coll'acido carbonico dà origine a carbonato di soda, che si manifesta sulla superficie esterna del muro; si forma inoltre del cloruro di calcio che è assai igroscopico, cosicchè la muratura rimane umida. Coll'alternarsi di umidità e di secchezza e colle piccole variazioni di volume che di conseguenza si ripetono, la muratura viene a subire alterazioni anche in senso puramente meccanico. L'acqua marina, oltre al cloruro di sodio, contiene il cloruro di magnesio. Se nell'acqua adoperata, o nelle pietre (naturali od artificiali), si trovano delle combinazioni dell'azoto (nitrati), oppure essi pervengono al muro dalle vicinanze, per es. da pozzi neri, depositi di spazzature, letamai e simili, può verificarsi umidità nel muro e comparirvi quelle efflorescenze dette « *salnitro dei muri* ». I sali

degli alcali che si trovino nell'acqua impura adoperata per malta, o che a questa pervengono da suolo impuro, da vicini immondezzei o da cloache, producono sulla superficie esterna del muro delle efflorescenze cristalline (per lo più aghiformi) che constano di carbonato o cloruro di potassa, di carbonato o solfato di soda. Tanto la malta di calce ordinaria quanto la malta di cemento contengono qualche alcali: perciò gli inconvenienti e danni del genere sopra descritti ordinariamente traggono origine dalla malta.

Questi processi chimici hanno influenza anche sulle fungosità che si formano nelle fessure; per i micròbi di tali fungosità è condizione di vita la reazione neutra o poco alcalina del mezzo in cui si trovano; per l'azione dell'azoto la forte alcalinità della malta diminuisce gradatamente e a poco a poco finisce per scomparire.

L'acqua colla quale si prepara la malta deve quindi essere pura, non contenere sali, principalmente di quelli che rendono *dura* l'acqua: le acque meno crude sono le preferibili e quindi ottima è l'acqua piovana.

Inquinamenti della natura di quelli di cui si è detto possono presentarsi anche nella sabbia adoperata per allestire la malta, principalmente in quella che proviene da cave o dalla spiaggia marina, mentre le sabbie di fiume sono di solito più pure: la sabbia di cava contiene spesso anche dell'argilla, dei residui di piante, del terreno vegetale. Quindi nei rapporti igienici dopo la purezza dell'acqua è un requisito importante anche la purezza della sabbia. La sabbia impura non si dovrebbe impiegare affatto o soltanto dopo che sia accuratamente purgata mediante abbondanti lavature.

Riguardo alla struttura della sabbia, cioè alla forma dei suoi grani, è da osservare che da essa dipendono la quantità di calce e il volume totale dei pori quando la malta fa presa, ossia si contrae. La sabbia grossa con uniforme grossezza di grani dà un grande volume di interstizi, ciò che facilita l'assorbimento di umidità dell'acqua pluviale. Il numero dei grani riesce maggiore quando sono di varia grossezza. La sabbia a grani grossi, e di grossezza all'incirca uniforme, richiede quindi la massima quantità di calce, la sabbia che ha mescolati grani grossi e minuti ne richiede invece la minima. Siccome l'adesione tra i grani di sabbia e la calce è maggiore di quella tra le particelle di calce, la malta preparata con sabbia di grana grossa, senza mescolanza di sabbia fina, facilmente si screpola, mentre ciò non avviene impiegando sabbia mista. Se invece di sabbia a grani tondi si adopera quella a grani faccettati, come è per il pietrisco, e di varia grossezza, le screpolature o non si producono oppure sono piccole e poco numerose.

La calce deve essere contenuta nella malta in proporzione sufficiente perchè tutti i grani di sabbia ne sieno rivestiti e sieno riempiti gli interstizi che ancora rimangono. Con sabbia ben mescolata il volume (capacità) dei pori (che si può facilmente determinare per mezzo di aggiunta di acqua ad una determinata quantità di sabbia) riesce del 30 al 36%. Tale volume, coll'aggiunta della percentuale necessaria di calce per il rivestimento dei grani, sarà quindi la quantità relativa di calce da aggiungersi alla sabbia. Con un'aggiunta più scarsa i grani non vengono intimamente collegati così che nella malta fresca rimangono dei pori che si ingrandiscono poi per la conversione della calce caustica in carbonato di calce. Con un'aggiunta invece troppo abbondante i grani si muovono l'uno rispetto all'altro e quando la calce si contrae, producono screpolature e cavità.

La quantità di malta, presupponendo una buona preparazione, deve all'incirca raggugiarsi alla quantità di sabbia impiegata. La preparazione è buona quando sia uniforme la distribuzione della calce nella massa e l'aggiunta di acqua non sia maggiore di quella che occorre per ottenere una pasta consistente. Colla preparazione a mano non si può ottenere una distribuzione così uniforme come coll'impiego delle apposite macchine; perciò la preparazione a macchina si deve preferire.

La soverchia fluidità della malta, oltre a causare la contrazione per effetto dell'evaporazione dell'acqua, e quindi le cennate screpolature, ne ritarda la presa come ritarda l'asciugamento della muratura. Questo fatto avviene principalmente durante la stagione fredda, nella quale il processo chimico della presa si prolunga assai. In tale stagione i mattoni o le pietre devono essere molto secchi, e si favorirà il processo di presa mediante un leggero riscaldamento del materiale, o impiegando acqua riscaldata.

Non è necessario che consideriamo qui le qualità che devono avere le malte di calce, di cemento, di calce idraulica, di gesso e miste nei riguardi della preparazione della presa, ecc., poichè tali argomenti sono trattati nel vol. I, p. 1^a, cap. II; aggiungeremo però che per rispetto all'assorbimento e trattamento dell'umidità, al minor grado di assettamento della muratura e alla maggiore economia conviene che i giunti, specialmente quelli orizzontali, siano quanto più è possibile sottili, cioè appena della grossezza necessaria per il buon consolidamento della struttura muraria.

Chiuderemo questo paragrafo accennando all'argilla adoperata in luogo della malta comune. Manca ad essa la qualità di far presa e il suo indurimento avviene soltanto in seguito alla evaporazione dell'acqua che contiene. Tuttavia in certe costruzioni di poca importanza a pareti intelaiate, ed anche in certi fabbricati rurali, si usa ancora l'argilla come malta per le murature che vengono poi intonacate per proteggerle dai danni della pioggia. Nei luoghi umidi non è affatto il caso di adoperarla ed è superfluo notare che non è assolutamente conveniente usarla per pareti esterne, perchè ciò sarebbe contrario alle norme di salubrità, a causa del suo facile assorbimento di umidità di cui rimane imbevuta. Anche i muri formacei di argilla (*pisè*) che si usano ancora in qualche luogo per piccoli fabbricati non destinati a lunga durata, devono sempre essere bene intonacati dopo essiccazione, perchè resistano agli agenti atmosferici.

9. — MATERIALI DI RIEMPIMENTO DEI SOLAI (v. vol. I, p. 1^a).

Si è da molto tempo osservato che il materiale di riempimento dei solai, apparisce talvolta fortemente inquinato da sostanze organiche e che oltre ad emanare cattivi odori può essere causa di seri pericoli per la salute, sia per il pulviscolo che si solleva dalle connessioni dei pavimenti, sia come ricettacolo di microbi patogeni. Perciò l'attenzione dei tecnici si è rivolta su tale argomento, per ovviare ai pericoli suaccennati. I provvedimenti da adottare possono essere di diverso genere.

Prima si riteneva buono per quest'ufficio di riempimento qualunque materiale che oltre ad essere economico riunisse ad un peso limitato la proprietà di asciugare prontamente e quella della sicurezza contro il fuoco. A questi requisiti soddisfacevano i rottami di fabbrica, il carbon minuto, la cenere di carbone, il terriccio, la sabbia, la sabbia argillosa. Si tratta di materiali che, astraendo dalla sabbia, possono portare impurità negli interstizi dei solai.

Può invece avvenire il caso opposto, in cui il materiale di riempimento, sano in origine, venga inquinato entro il soffitto stesso, tanto durante la costruzione quanto dopo che l'edificio sia abitato. Gli inquinamenti durante la costruzione avvengono sovente in larga misura, e sempre quando non si provveda nel cantiere di fabbrica ai bisogni degli operai, affinchè essi non si servano degli angoli e dei locali appartati della fabbrica in costruzione, ma dei luoghi appositamente destinati per detti bisogni. Quando poi la casa è abitata il materiale di riempimento dei solai è esposto ad inquinamento, per il fatto che, principalmente quando si lavano i pavimenti, il sudi-

ciume può infiltrarsi tra le connessure dei tavolati ed in quelle fra pavimento e pareti. Lo stesso può avvenire quando si spanda acqua sul pavimento, sia nella preparazione di bagni, sia quando si lava biancheria o altro, sia da cannelle lasciate aperte o guaste, ecc. Questo pericolo d'infiltrazione può essere evitato, od almeno diminuito, quando il pavimento non presenti giunti o le connessure siano sigillate, oppure sia formato da un tappeto di linoleum o altro simile materiale impermeabile.

Il materiale di riempimento non deve contenere composti azotati, ammoniaca, nitrati e nitriti, nè combinazioni di cloro (sale di cucina ad es.), nè alcali, e deve dare poco residuo all'arrostimento, cioè non contenere sostanze organiche che in minima quantità.

Assai pericoloso è l'impiego dei materiali di demolizione, specialmente calcinacci, provenienti da case i cui abitanti possano essere stati malati di malattie contagiose o infettive. Per servirsene si dovrebbe sempre sterilizzarli col calore, passandoli sopra una lamina di ferro arroventata, oppure vuotandoli entro un cilindro di ferro a doppia parete, disposto coll'asse inclinato, e avente nel cilindro interno una coclea che si fa girare: fra le due pareti passano i prodotti della combustione di un focolare: il materiale che cade sulla coclea viene così arrostito e esce dalla bocca inferiore del cilindro su una piastra di ferro, sotto cui sta il focolare.

Un buon materiale per riempimento è la terra di infusori che però è troppo costosa, sia per le spese di trasporto, sia per quelle di preparazione (trattamento coll'acido solforico, torrefazione). Essa ha un volume d'interstizi dell'86%, quindi a saturazione può contenere una grandissima proporzione di umidità. Tale difetto è però compensato dalla proprietà di imbevversarsi difficilmente. Il solfato di ferro proveniente dal trattamento di detta terra distrugge i microrganismi. Il peso di essa è soltanto di circa Kg. 300 per metro cubo.

Possono costituire un buon materiale anche le scorie tanto laniformi quanto in forma di sabbia, purchè non contengano affatto, o soltanto in minima quantità, il solfuro di calcio. Le prime si ottengono facendo agire per mezzo di un iniettore un sottil getto di vapor d'acqua sulle scorie fluide che scolano da un alto forno per la fusione del minerale di ferro. La corrente delle scorie vien così suddivisa in piccolissimi getti filiformi. La sabbia di scorie si ottiene invece facendo agire un potente getto d'acqua, che suddivide la massa fluida delle scorie in granelli della grossezza di un pisello a quella d'una fava.

La « sabbia di scorie » è meno costosa della « lana di scorie »; prima di adoperarla come materiale di riempimento deve però essere accuratamente essiccata. L'esistenza di solfuro di calce, alla quale si è accennato, in presenza dell'umidità e dell'acido carbonico può dar luogo allo sviluppo di acido solfidrico, assai velenoso, e di solfato di calce.

La lana di scorie assorbe facilmente umidità e quando è secca produce una fina polvere di particelle aghiformi, che possono dare incomodo agli organi della respirazione. Per tale facilità di assorbimento di acqua, e di produrre polvere, lo strato di lana di scorie posto dentro a un solaio deve ricoprirsì con materiale impermeabile (carton cuoio, tela impermeabile, cartone asfaltato).

La torba non è un materiale adatto per riempimento, contenendo in grande quantità azoto ed ammoniaca ed avendo grande capacità di assorbimento per l'acqua, condizioni favorevoli allo sviluppo di microrganismi, come muffe ed altre fungosità. Mescolando 1 parte in volume di calce viva, ridotta coll'acqua a leggera poltiglia, e 4 ÷ 6 parti in volume di torba, si ha un materiale che, secondo le ricerche di Nussbaum, può opportunamente servire per riempimento di solai, poichè il contenuto in azoto ed ammoniaca vi è fortemente diminuito e lo sviluppo di muffe viene arrestato, se la torba contiene

ancora calce viva. Anche tale miscuglio di torba e calce deve essere protetto dall'umidità, disponendovi sopra un manto di materiale impermeabile, p. es. asfalto, o tela impermeabile.

Riguardo alla coibenza per il calore, in generale fanno buona prova i materiali di riempimento sciolti. In capo a tutti sta la farina fossile, della quale pertanto si fa largo uso come isolante termico. Si raccomanda pure la torba, tanto più che ha un peso limitato (kg. 150 ÷ 220 per m²): non si hanno sicure prove riguardo al modo di comportarsi nei riguardi della coibenza della lana di scorie e della sabbia di scorie: tuttavia anche questi materiali sono adoperati come isolanti pel calore.

Se si fa uguale a 100 la conduttività termica dell'aria, quella della farina fossile si ragguaglia a 77, quella della cenere a 118 e quella della sabbia a 137.

Sotto l'aspetto sanitario sono finalmente da considerare nei materiali di riempimento la permeabilità all'aria e la conduttività pei rumori. La prima di queste qualità è particolarmente da tenersi in conto, perchè i solai permeabili all'aria lasciano passare l'aria guasta dei locali inferiori ai superiori, come si può verificare colla determinazione della quantità di acido carbonico nell'aria di locali sovrapposti. Però in questo fatto non ha che un'azione secondaria il materiale di riempimento, poichè l'azione principale è dovuta al grado di permeabilità all'aria della superficie inferiore del soffitto, sia per la imperfetta giunzione di essa colle pareti del locale, sia per qualche sua rottura o screpolature, che permettono all'aria del locale di passare nello spazio fra soffitto e pavimento superiore.

Non potendosi determinare con precisione la via per la quale passa l'aria attraverso a un soffitto, non si può, dalle riferite osservazioni sul maggior tenore d'acido carbonico nei locali superiori, stabilire quale parte vi abbia il materiale di riempimento.

Affatto simile è la risposta riguardo alla trasmissione di suoni e dei rumori. Si può soltanto asserire, in via generale, che un materiale incoerente è minor conduttore pei rumori di quello compatto (v. capitolo *Acustica*). Tuttavia coll'aumentare della porosità si dovrebbe facilmente arrivare a un punto nel quale si avvera il fenomeno inverso. Questo si può arguire dalla grande conduttività pel suono dei solai vuoti, o nei quali è sottile lo strato di riempimento. In questo fenomeno della conduttività pei suoni hanno però azione anche la risuonanza, dovuta a strisciamenti sul pavimento, ecc., così che riesce difficile dare un giudizio sulla maggiore o minore intensità della trasmissione dei rumori. Essa, specialmente se frequente e continua, è dannosa alla salute delle persone nervose, riesce molesta agli ammalati ed a chi deve occuparsi di studi. Sebbene in stretto senso la questione dell'incendio sia estranea all'igienica, vogliamo però ricordare che di essa si deve tener conto quando si tratta di solai con riempimento, il quale dovrebbe quindi essere costituito di materiale incombustibile. Convenienti sono quindi la farina fossile, la lana di scorie, la sabbia di scorie e la torba con calce.

Abbiamo ritenuto utile di trattare l'argomento dei riempimenti con materiali incoerenti, perchè se oggi i sistemi di solai di legno e metallici, pei quali occorra un riempimento, sono assai meno usati di una volta, quando non si conoscevano ancora le buone qualità del calcestruzzo cementizio armato, essi però non sono del tutto abbandonati, e perchè anche per le costruzioni a vòlta si ricorre alle cosiddette imbottiture per formare il piano di sottofondo dei pavimenti.

Da quanto si è qui sopra esposto si conclude che sarebbe sempre meglio ricorrere a solai senza riempimento. Nel vol. I sono indicati parecchi tipi del genere, in cui il soffitto è staccato dalla struttura superiore sorreggente il pavimento, dando così luogo a uno spazio di aria interposto; oppure il soffitto è formato con laterizi vuoti, tavole di

gesso, o simili, sostenute da travi metalliche o di calcestruzzo armato sorreggenti la struttura superiore. Lo strato di aria trasmette però i suoni, e la trasmissione è più o meno accresciuta dalla maggiore o minore rigidità del solaio, dalla sua omogeneità e dalle perfette giunzioni delle varie sue parti. Si dovrà quindi ricorrere ai provvedimenti indicati nel capitolo dell'acustica. Un vantaggio che si ottiene dai solai a camera d'aria è quello del loro minor peso, e se sono costruiti monolitici presentano anche il vantaggio della maggior sicurezza contro il fuoco. Le camere d'aria di cui si può valersi per introdurre condutture, che però non abbiano bisogno di essere visitate e si abbia la certezza che non producano guasti, devono essere tali da impedire che vi entrino topi o insetti, e se si vuole che siano ventilate, si dovranno munire le bocche di presa e di esito dell'aria con fitte reticelle di rame.

**F. — Deperimento e alterazioni
dei materiali da costruzione e mezzi preservativi.**

1. — PIETRE E METALLI.

Tutti i materiali, senza eccezione, pietre e metalli, sono soggetti a disfacimento, a perire, a causa della scomposizione nei loro elementi costitutivi. Tale alterazione avviene lentamente o rapidamente, a seconda delle proprietà chimiche e fisiche dei materiali stessi: ma il processo di disfacimento può essere affrettato da speciali circostanze e dalle condizioni in cui viene a trovarsi il materiale. D'altra parte si può, con adatti mezzi preservativi, diminuire, se non sopprimere, l'influenza delle speciali cause di deterioramento. Tali mezzi possono essere di carattere specifico, come, ad esempio, quelli nei quali si ricorre a qualche sostanza particolarmente resistente (imbevimento, verniciatura, ecc.), oppure consistere nel modo di impiegare il materiale, affinché sia sottratto più o meno alle influenze che possono riescigli dannose: in questo secondo caso si tratta di adottare particolari cautele nella costruzione.

Le principali cause di deperimento dei materiali sono: l'umidità, il calore ed alcuni agenti chimici portati dall'umidità o dall'aria a contatto cogli elementi dei materiali suscettibili di riceverne danno; finalmente dobbiamo ricordare l'elettricità come causa particolare di distruzione.

Abbiamo visto che il grado di assorbimento di umidità dipende dalla porosità del materiale e dal calore specifico. Ma l'assorbimento non è illimitato, e cresce col crescere del volume che subisce il materiale per effetto dell'assorbimento. Schumann ha sperimentato una serie di materiali ed ha ottenuto i seguenti aumenti di volume dopo che il materiale secco fu saturato di umidità lasciandolo per due settimane nell'acqua:

TABELLA XXXVI.

N. d'ordine	MATERIALI	Aumento di volume
1	Mattoni	0,00018 ÷ 0,00057
2	Pietre arenarie	0,00018 ÷ 0,00618
3	» calcari	0,00012 ÷ 0,00078
4	Basalto	0,00069 ÷ 0,00144
5	Granito	0,00018
6	Malta di cemento senza aggiunta di sabbia	0,00042 ÷ 0,00400
7	» » » con una parte in peso di cemento e tre parti di sabbia	0,00015 ÷ 0,00120

Poichè l'aumento di volume si avvicina al triplo all'incirca della dilatazione lineare, si può da questi numeri con una sufficiente approssimazione determinare la dilatazione prodotta da un certo assorbimento di umidità, per es. l'aumento di altezza di un muro.

Le cifre sopra riportate fanno astrazione dalla temperatura dell'acqua assorbita: ma grande può essere l'importanza di tale temperatura nel caso che l'acqua contenuta nei pori venga a congelarsi; poichè è noto che l'acqua passando da 0°, o da temperature inferiori a 4°, aumenta di volume nel rapporto qui sotto indicato, prendendo per riferimento il volume del materiale alla temperatura di + 4°.

0,00014	accrescimento a	0°
0,00072	»	5°
0,00191	»	10°
0,00702	»	20°
0,01706	»	30°

Come per l'umidità, così anche per il calore i materiali cambiano di volume. Per alcuni dei più importanti materiali da costruzione vengono qui riferiti i coefficienti di dilatazione, corrispondenti alla dilatazione che si verifica per un aumento di temperatura da 0° a 100°. L'accrescimento in volume è approssimativamente il triplo della dilatazione lineare.

TABELLA XXXVII.

N. d'ordine	MATERIALI	ALLUNGAMENTI DA 0° a 100°
1	Vetro	0,000812 a 0,000872 = $\frac{1}{1231} \div \frac{1}{1147}$
2	Acciaio dolce	0,001079 = $\frac{1}{927}$
3	» temprato	0,001240 = $\frac{1}{807}$
4	Ghisa	0,001110 = $\frac{1}{901}$
5	Ferro dolce	0,001220 a 0,001235 = $\frac{1}{819} \div \frac{1}{812}$
6	Rame	0,001717 = $\frac{1}{582}$
7	Ottone	0,001875 a 0,001933 = $\frac{1}{533} \div \frac{1}{517}$
8	Stagno	0,001938 = $\frac{1}{516}$
9	Piombo	0,002848 = $\frac{1}{351}$
10	Zinco	0,002942 = $\frac{1}{340}$

Allorchè, per un modo di costruzione errato, o negligente, tali dilatazioni sono impedito, si possono avverare piegamenti ed anche roture.

Discontinuità nelle connessure dei materiali possono avvenire anche soltanto per l'ineguaglianza di coefficiente di dilatazione e di calore specifico fra i diversi componenti il materiale.

Guasti si verificano pure nei metalli a contatto fra loro, o a causa di umidità vengono ad esserlo dei materiali aventi elettricità di segno opposto. Quanto maggiore è la distanza fra due metalli nella serie di tensione elettrica, tanto maggiore è il pericolo di guasti e viceversa.

Nella serie elettrica stabilita da Berzelius i metalli seguenti prendono i posti denominati dal numero che li accompagna: Rame 31, Stagno 33, Piombo 34, Ferro 38, Zinco 39. Se a causa dell'acqua vengono a formarsi dei contatti, possono avvenire notevoli alterazioni; specialmente dannosi sono i contatti fra rame e ferro, rame e zinco.

Si è già detto delle alterazioni che avvengono nella malta quando viene a trovarsi a contatto con certe sostanze: acido carbonico, acido solforico, sal comune, secrezioni umane e così via. Alterazioni affatto simili avvengono anche per i laterizi e per alcune pietre naturali, se contengono gli stessi elementi della malta.

In particolar modo la *pietra calcare* è soggetta ad alterazione, poichè il carbonato di calce facilmente si scioglie nell'acqua che contenga acido carbonico, il quale è sempre presente in una certa misura nell'aria come nell'acqua, e si trova, come già osservammo, in maggior quantità insieme col vapor d'acqua presso il suolo.

Le pietre calcari sono intaccate anche dall'acido cromatico che si trova nel terreno dei campi coltivati e dei giardini: sono poi soggette a rapido deperimento per l'azione dell'acido solforoso e dell'acido solforico, sempre esistenti in grado maggiore o minore nei prodotti della combustione. Perciò l'impiego delle pietre calcari non è conveniente nelle costruzioni di gole di camino, fumaioli e condotti del fumo.

Anche alcune qualità di pietre arenarie contengono acido solforico che può essere un fattore della loro disgregazione.

La dolomite è soggetta pure a pericoli di alterazione come la pietra calcare. Le ardesie contengono spesso, come elementi facilmente attaccabili, carbonato di calce, piriti e sostanze di origine organica. Il carbonato di calce viene attaccato come la calce dall'acido carbonico dell'atmosfera e dell'acqua di pioggia. Le piriti, sotto l'azione dell'ossigeno dell'aria, facilmente si convertono in acido solforico e composti solubili dell'allumina e del protossido di ferro, per cui avviene un rapido deterioramento dell'ardesia, che sarà tanto meno soggetta a tale pericolo, quanto maggiore sarà la proporzione che contiene di acido silicico, la quale nelle buone ardesie varia dal 50 all'80%.

Il ferro e lo zinco vanno soggetti a più facile e più rapida alterazione per opera degli agenti atmosferici. Per il ferro la causa risiede nella sua forte affinità per l'ossigeno e per lo zolfo, che possono essere portati in suo contatto dall'aria o dall'acqua: ha quindi d'uopo assolutamente di una dipintura di protezione la quale non contenga acidi.

Lo zinco è danneggiato dall'acido solforico che ne altera grandemente la struttura. Anche gli alcali agiscono sullo zinco formandovi dei piccoli buchi: perciò è facile che le gronde di zinco poggianti direttamente su di un letto di malta si buchino e diventino quindi permeabili. Lo zinco può pure alterarsi quando appoggia su legname contenente umidità, sia perchè non stagionato, sia perchè in qualche modo la riceva. Ciò può avvenire nelle coperture formate con tavolato e sovrapposta lamiera di zinco. Si ovvierà all'inconveniente sottoponendo allo zinco un carton cuoio, o cartone incatramato, o altro strato di materiale consimile.

Molti sono i mezzi dei quali si è fatto uso per proteggere le pietre da costruzione naturali od artificiali contro gli agenti atmosferici, ma di rado si ebbero risultati completamente soddisfacenti.

Ai mattoni viene molte volte applicato uno smalto, allo scopo di vetrificarne la superficie; ma esso non aderisce bene che sui mattoni di perfetta cottura, i quali possono usarsi senza lo smalto. Sui mattoni di qualità meno buona lo smalto non ha durata, specialmente perchè possono presentare grandi differenze tanto nella bontà della materia quanto nel modo di fabbricazione.

L'impregnamento dei mattoni con catrame, per poter avere conveniente durata, deve essere eseguito applicando a mattoni ben secchi e fortemente riscaldati il catrame liquefatto col calore, oppure tuffandoveli dentro. Anche tale impregnamento non ha effetto sui mattoni d'imperfetta cottura. Col tempo i componenti oleosi del catrame evaporano e scompare l'utilità dell'impregnamento, anche con mattoni di ottima qualità. Se si forma alla superficie più che una sottile pellicola, questo strato è presto distrutto dall'ineguaglianza di dilatazione pel calore tra la materia sottoposta e la sovrapposta.

Contro i vapori acidi si è provato un impregnamento con asfalto sciolto nel catrame.

Alle pietre naturali di grana fina si può impartire una certa maggior resistenza alle intemperie colla levigatura, con la quale lo strato superficiale diventa più compatto, l'acqua e la polvere non trovano opportunità di fermarsi, e così non trovano presa le infime vegetazioni, muschi e licheni.

Per difendere ancor meglio queste superficie levigate o tirate a lucido, principalmente dai licheni, si può imbeverle con apposite sostanze. Per le pietre calcari è raccomandabile una spalmatura con solfato d'allumina, alla quale se ne fa seguire una di acido ossalico ed una terza di acqua di bario; in tal modo la superficie rimane impregnata con ossalato d'allumina. Si può parimenti imbeverle le pietre calcari con acqua di bario e acido borico.

Le pietre naturali piuttosto porose, come le arenarie, vengono protette dagli agenti atmosferici spalmandole con olio di lino caldo: la pietra deve però essere bene asciutta, perchè l'olio si addentri abbastanza profondamente. Quindi non avrebbe effetto questa pratica se applicata ad un muro di pietre arenarie già esistente.

Si è fatto per tanto tempo molto assegnamento per la difesa delle pietre porose sul silicato di potassa; ma le grandi aspettative non vennero giustificate che in un numero assai limitato di casi. Un'applicazione di questa sostanza deve essere fatta soltanto colla collaborazione di un chimico esperto, perchè se ne abbia vantaggio, od almeno si evitino danni. È opportuno far seguire a quella del silicato di potassa una applicazione di cloruro di calce.

Altre notizie sulla conservazione delle pietre e dei laterizi abbiamo fornite nel vol. I, p. 1^a, trattando di detti materiali.

2. — LEGNAMI.

I legnami deperiscono soprattutto per l'umidità. Per impedirne le alterazioni si deve quindi far uso di mezzi che rimuovano dal legno le sostanze più facilmente scomponibili (albumina) sostituendovene di più stabili, oppure, meno perfettamente, di mezzi che si limitino ad impedire che l'umidità penetri nei legnami preventivamente essiccati.

A quest'ultimo scopo serve la dipintura con colori ad olio, la quale per sè è impermeabile e molto resistente, ma che nei pavimenti non può raggiungere pienamente il suo scopo, dacchè se vi sono anche sottili connessure, l'umidità — da non escludersi mai nei locali chiusi — trova modo di penetrare nel legname o lateralmente o dal di sotto.

Molto più perfettamente agisce il primo mezzo, l'impregnamento, che viene eseguito secondo diversi procedimenti, riguardo ai quali non è il caso di entrare qui in particolari, dovendo il genere di processo dipendere essenzialmente dallo speciale impiego del legname.

Quando non vi sia protezione nè con dipintura nè con impregnamento si deve impedire più che sia possibile all'umidità di arrivare al legno, e quando ciò non sia possibile, si deve aver cura che intorno al legname vi sia continua circolazione di aria, affinchè all'inumidimento possa seguir tosto l'asciugamento.

Eisenlohr ha fatto delle esperienze sulla quantità di acqua che possono assorbire il legname di abete e quello di quercia e sulla loro attitudine ad assorbirla, tanto rispetto alla quantità quanto rispetto al tempo necessario.

Da piccoli pezzi di legname di dette essenze, di eguale volume e presentanti ciascuno una superficie di cm^2 31,88, essiccati all'aria, o ad una temperatura di 100° , pesanti rispettivamente:

Abete	{	gr. 368,66	Quercia	{	gr. 512,37
		» 321,95			» 487,32
egli ottenne una perdita di umidità del		12,7%			5%

I pezzi di legno esposti soltanto all'azione del vapor d'acqua di un locale di abitazione si inumidivano in tempo assai diseguale, l'abete assai più rapidamente della quercia. Dopo circa 100 giorni il legno d'abete era cresciuto in peso del 19,54%, il legno di quercia del 16,18%: il primo aveva raggiunto la saturazione, il secondo non ancora.

Gli esperimenti vennero proseguiti nel senso di determinare la rapidità secondo cui avviene, a pari circostanze, l'assorbimento di umidità, quale si verifica, ad es., colla pulitura dei pavimenti mediante lavatura. Si presero all'uopo dei pezzi di legno tanto essiccati all'aria, quanto saturi d'umidità, se ne bagnò la superficie, rasciugandola poi prontamente in modo da toglierne l'umidità rimastavi. Si ebbero i seguenti aumenti di peso:

	asciutto	saturo
Legna d'abete . .	gr. 2,49	gr. 1,00
» di quercia »	1,25	» 0,51

Lavando quindi un pavimento di abete si produce un assorbimento di umidità doppio all'incirca di quello che avviene per un pavimento di quercia.

Oltre all'influenza generale che ha l'umidità sul legname questo può guastarsi per alcune cause speciali, dette malattie del legname, a cui abbiamo già fatto cenno. Fra tali malattie stanno i funghi che trovano il loro nutrimento nel legname e ne consumano quindi la sostanza. Il più importante è il fungo delle case, *merulius lacrymans*. Si credeva che tal fungo si trovasse soltanto sul legname « morto » ma venne scoperto anche nei boschi. Fu però accertato che non può prosperare sugli alberi vivi, ma soltanto su quelli caduti in putrefazione. Sapendosi che questo fungo si trova anche nelle foreste, si deve tener presente che anche di là può venire il pericolo d'infezione. Viene così contraddetta l'opinione che il fungo del legno si sviluppi soltanto in conseguenza della mancanza, o scarsità, di luce.

È finora insoluta la questione se il *merulius lacrymans* possa sviluppare delle specifiche proprietà velenose quando sia inghiottito o inspirato sotto forma di polvere: alcuni lo affermano, altri lo negano. La produzione di acido carbonico che prima si ascriveva a questo fungo, verisimilmente non ha luogo. Ma, facendo astrazione dalla questione di un'azione velenosa specifica del fungo, resta ch'esso è molto pernicioso, in linea generale, per coloro che abitano un fabbricato infestato da tali fungosità, come si può rilevare da quanto segue.

Il fungo contiene acqua in grande proporzione: da diverse prove si è rilevata una percentuale di acqua che varia dal 48 al 68,4%; la materia del fungo essic-

cata contiene 4,9% di azoto, 15,2% di grassi e parecchie altre sostanze non ancora ben determinate.

Ordinariamente il fungo si manifesta sulle essenze resinose, di rado sul legno di alberi a foglie caduche, però anche questi non ne vanno esenti. Dopo le conifere è il legno di quercia che vi è particolarmente soggetto, mentre il faggio rosso pare presenti una certa immunità.

L'alterazione prodotta dal fungo nel legno consiste in ciò: dai filuzzi, invisibili ad occhio nudo, del fungo, che si insinuano nella massa del legno, si separano delle sostanze (fermenti), che attraversano le pareti delle cellule legnose e ne disciolgono alcuni elementi, preparando così il nutrimento del fungo. Questi elementi sono particolarmente l'albumina del legno, solfo, acido fosforico, alcali, ecc., ma più specialmente coniferina e cellulosa. Per ciò il fungo può nutrirsi soltanto col legno e non può trarre alimenti che in ben scarsa misura dal suolo, dalla muratura, ecc.

Il legname attaccato dal fungo prende una colorazione giallastro-bruna, dopo che si è verificata nella massa una certa perdita di materia la quale può giungere fino al 70% in volume. Al posto della sostanza legnosa sottratta, subentra l'acqua che viene avidamente assorbita. Quando non vi sia acqua affatto, il legname si contrae in modo però diverso dal solito (v. pag. 236), cioè all'incirca egualmente in tutte e tre le direzioni, longitudinale, radiale e tangenziale. Le assi, quando non contengano acqua, o essa non sia in quantità sufficiente per riempire i vuoti, si incurvano verso la parte attaccata (la superiore). Proseguendo il processo di alterazione, si formano sulla superficie in tutte e tre le direzioni del pezzo di legno delle spaccature, cosicchè il pezzo si scinde in cubi più o meno grandi, e l'unione delle parti viene mano mano così allentata che un colpo, od una pressione, anche di poco momento, provoca un totale disgregamento.

Dal cambiamento che avviene secondo le stagioni nella composizione delle sostanze costituenti il legname si volle dedurre che il legno tagliato nella stagione calda più facilmente riceva l'infezione del fungo delle case: ma non si è potuto provare la verità di tale asserzione. Una differenza si può riscontrare secondo la qualità delle conifere: il legname del pino picea è meno attaccato di quello del pino da pigna. Altre differenze deriveranno certamente dall'età del legname, cambiandosene le proprietà chimiche e fisiche appunto col crescere dell'età.

Il fungo si sviluppa da spore che hanno circa 1 centesimo di millimetro di lunghezza per cinque millesimi di millimetri di grossezza e sono straordinariamente resistenti, contro gli agenti esterni. Alla forma ed alla resistenza delle spore si deve principalmente ascrivere il grande pericolo della diffusione del fungo a rilevanti distanze e nelle più svariate maniere. Dalle spore si sviluppa il micelio filiforme, che da fili sottilissimi, appena visibili, forma singole funicelle, e può raggiungere la grossezza di una matita comune: il tutto si distende sulla superficie attaccata come un intreccio di radici. Spesso questo intreccio diventa una pellicola unita, di grossezza non trascurabile.

Sono più sovente attaccate dal fungo le travature dei solai e dei pavimenti. La ragione, indipendentemente dal caso in cui nella costruzione siasi usati calcinacci o altri materiali infetti, consiste ordinariamente nel fatto, che le teste delle travi rimasero a contatto col materiale umido della muratura, od il materiale del solaio era ancora umido quando si costruì il pavimento, oppure che dalle fessure di questo trapelò acqua sulla struttura lignea del solaio, o infine che nella massa fredda del riempimento di esso si condensò dell'umidità contenuta nell'aria, penetratavi dal soffitto del locale sottostante. È quindi della massima importanza che il materiale di

riempimento, oltre che per le ragioni già addotte, sia molto asciutto e mondo, affine di impedire lo sviluppo del fungo.

Maggiormente esposti sono i pavimenti di legno dei sotterranei quando non siano protetti dall'umidità sottostante o quando in vicinanza esistano pozzi neri. Così è facile trovare il fungo nei pavimenti di legno di latrine, locali per bagno, lavatoi, acquai di cucina.

Non è il caso che stiamo qui a descrivere le forme di questo malefico micelio, nè i modi e le fasi del suo sviluppo: diremo però che esso può rinvenirsi anche nei muri e nella terra, che, senza offrirgli un vero terreno di alimento, agiscono come intermediari. Mentre l'aria umida ne favorisce lo sviluppo, quella secca lo fa morire, sebbene possano sopportare lunghi periodi di secchezza tanto le sue fibre, quando sono grosse, come le sue spore. La luce su di esso si comporta in modo diverso: una scarsa quantità può favorirne lo sviluppo, una abbondante lo danneggia. Infine aggiungeremo che per lo sviluppo delle spore occorre la presenza di qualche alcali, proveniente da deiezioni umane, dalla malta dei muri, dai rifiuti di cucina, da detriti di carbon fossile, dal terreno vegetale contenente alcali, ecc.: i sali di ammoniaca specialmente gli sono assai favorevoli.

Dopo quanto si è detto è facile concludere: che il micelio non si manifesterà nè si svilupperà quando il legname sia stato collocato in opera sano e privo di umidità, cioè ben stagionato e privo di albume: che sia impedito il contatto del legname con materiali umidi, o possa in qualche modo assorbire acqua, e che non sia rinchiuso in spazi privi di aereazione, nei quali l'aria ristagni, potendo negli spazi stessi penetrare umidità dai muri, dai soffitti, dai pavimenti: che i pavimenti delle latrine, orinatoi, bagni, acquai, ecc., sopra solai di legno o solai misti, in cui entri il legname, siano assolutamente impermeabili, senza giunti che possano lasciar trapelare liquido al di sotto, e siano provvisti di bocchette di scarico dell'acqua che serve alle loro lavature, o che accidentalmente allagasse il pavimento quando qualche cannella rimanesse aperta o fosse ostruito qualche scarico: che tutte le condutture di adduzione di acqua e di scarico tanto di essa quanto di altri liquidi, specialmente immondi, siano così fatte riguardo al materiale e al loro collocamento, da non produrre infiltrazioni, nè siano esposte a congelamento, e quindi alle conseguenti rotture che produrrebbero trapelamenti: che non si usino legnami provenienti da demolizioni, perchè in essi il pericolo del micelio potrebbe essere latente, e, infine, che si distruggano col fuoco tutti i pezzi di legname ritenuti infetti, e siccome i filamenti del micelio sono invisibili e molto lunghi, non limitare la rimozione delle parti infette della costruzione alla sola parte visibilmente infetta, ma estenderla di un metro incirca, e anche più, da una parte e dall'altra, a seconda delle circostanze.

I molti mezzi che furono proposti per combattere il fungo non offrono molta garanzia: le spalmature con catrame, con soluzioni di cloruro di sodio o di solfato di ferro non danno un risultato certo, forse perchè non penetrano sufficientemente nella massa del legno.

Hartig, usando l'antimerulio e il micotanato, non ottenne buoni risultati, mentre ne ebbe di favorevoli coll'olio di creosoto. In alcuni preparati di catrame, che vanno sotto il nome di *carbolineum*, l'olio di creosoto entra in proporzione più o meno grande, epperò tali preparati si possono ritenere efficaci. Una imbibizione con petrolio può riuscire anche abbastanza utile.

L'imbibizione con qualsiasi dei liquidi sunnominati deve essere profonda: sovente è però impedita dal fatto che nell'interno esiste ancora dell'acqua libera; in questi casi si ha soltanto un risultato transitorio, ed il fungo distrutto solamente alla super-

ficie rimane nell'interno. La dipintura con olio di creosoto è raccomandabile anche per i muri.

Spesso invece del *merulius lacrymans* si ha un altro fungo: il *poliporus vaporarius*, a cui già accennammo. Il suo micelio somiglia assai per forma a quello prima descritto, ma si distingue da esso perchè rimane sempre bianco, mentre quello del *merulius* assume una colorazione giallo-grigia. Anche la colorazione del legname alterato dal *poliporus* si diversifica perchè è rosso bruno scuro.

Il *poliporus vaporarius* consiste di spore già esistenti sopra gli alberi vivi nelle foreste, e più precisamente i pini: le spore lunghe mm. $0,005 \div 0,006$ sono grosse mm. $0,003 \div 0,0035$ ed emanano un acuto odore aromatico. Nel legno si formano, come pel *merulius*, fenditure in tutte tre le direzioni, e si scompone in cubetti, che si possono sminuzzare tra le dita. Il pericolo del *poliporus* è molto minore di quello del *merulius*, perchè il micelio si trova soltanto negli alberi dei boschi.

Si suol denominare *carie secca* o *striatura rossa* una malattia del legname causata anch'essa da un fungo, che si manifesta nei boschi sul legname tagliato, quando questo è collocato in modo da ricevere molta umidità. Si formano tra le fibre del legno delle striscie rosso-brune, continue, più o meno larghe, le quali lo danneggiano in modo che non può essere impiegato se non per usi secondari: il fungo non può apparire se non vi è umidità. Quando il legname viene poi essiccato, cessa la possibilità di vita del fungo; tuttavia il male prende il nome di *pulrefazione secca* poichè, in conseguenza della perdita di acqua, è sempre accompagnato da una forte contrazione del legno.

Un temibile insetto per il danno che arreca ad abeti e larici è il *virex gigas* o *uroceles gigas*, che si può dire comune a tutte le foreste di Europa. Esso si trova nel bosco e quindi è importato nelle costruzioni. L'insetto scava delle vere gallerie incrociantisi, per cui il legno acquista l'aspetto e la leggerezza di una spugna pulverulenta. Non è la decomposizione del legno che sviluppa il tarlo, ma esso concorre alla distruzione del tessuto legnoso (1).

Vizi e difetti del legno li abbiamo enumerati nel vol. I, cap. I.

G. — Opere compiute.

Dalla descrizione fatta sulle qualità che devono avere i materiali da costruzione affine di rendere salubre un fabbricato è facile dedurre quelle delle opere in cui essi entrano a far parte: cioè muri di fondazione e di elevazione esterni e interni, tramezzi, solai, soffitti, pavimenti, tetti, scale, rivestimenti, ecc.

α) I muri di fondazione devono proteggersi contro l'umidità del terreno e contro l'acqua del sottosuolo. L'argomento è trattato nel vol. I, cap. II, § VII, per cui ad esso rimandiamo. Naturalmente anche il pavimento delle cantine, specialmente se destinate a contenere commestibili o combustibili deperibili per effetto di umidità, devono pure essere protetti contro di essa, cogli stessi materiali con cui si proteggono i muri. Impedendo alla umidità di risalire nei muri sopratterra per capillarità, si ovvia anche

(1) Nell'*Edilizia Moderna* del 1898 abbiamo esposto il risultato di un esame da noi fatto alle travature dei solai di un *Edificio scolastico di Montagnana*, costruito pochi anni prima. Le gallerie in esse formate dal micelio erano tante e tali da togliere la necessaria resistenza al legno, rendendolo inservibile, cosicchè i solai dovettero rifarsi completamente. Fatti consimili si avverarono nell'*Ospedale Galliera* e nella *Scuola tecnica Carbone*, a Genova, in un *Ospedale* e nella *Scuola Gaspare Gozzi*, a Venezia, nei quali edifici, dopo pochi anni dalla costruzione, dovemmo rifare tutti i solai ricorrendo al calcestruzzo armato.

al pericolo che le fungosità eventualmente esistenti nel terreno, come osservammo, possano insieme coll'acqua risalire nei muri e introdursi nei locali del pianterreno.

β) *Muri di elevazione esterni e interni.* — I muri esterni non devono rendere umidi i locali interni, nè raffreddarli o riscaldarli troppo, ed esser tali da rendere minima la trasmissione dei rumori esterni e non coadiuvare quella di rumori o suoni prodotti nell'interno.

Per non rendere umidi i locali interni, i muri devono aver perduta l'umidità di costruzione, non essere costruiti con materiali assorbenti l'umidità e non atti a trattenerla, sia ch'essa provenga da umidità atmosferica, sia da acqua di pioggia e da nebbia, sia da condensazione di vapor acqueo, sia da infiltrazioni dovute a condutture guaste, ecc. I muri a nord e a nord-est sono i più esposti a umidità, specialmente per effetto del vento che vi sospinge contro la pioggia, e quindi per essi si useranno provvedimenti adatti, sia ricorrendo a rivestimenti e intonachi impermeabili, sia ricorrendo a muri doppi. Non si dovranno omettere cornici, cornicioni o altre sporgenze, tutte provviste di efficace gocciolatoio, atte a impedire che l'acqua di pioggia scorra lungo il muro e per diminuirne la violenza, la quale la farebbe penetrare più profondamente nella muratura. Si dovrà anche impedire che l'acqua di pioggia cadendo al piede dei muri esterni, penetri nel terreno e vada quindi a inumidire i muri di fondazione: si ricorrerà perciò a un marciapiede che non presenti fessura lungo il muro, o a un listone di materiale resistente, possibilmente senza giunti e raccordato allo zoccolo di base del muro, zoccolo di pietra o di altro materiale non deperibile per effetto dell'acqua di rimbalzo (fig. 178).

Le grossezze dei muri, quali vennero indicate in altra parte di quest'opera, sono quelle relative alla stabilità, ma devono anche esser tali da soddisfare le esigenze volute dalla protezione contro l'umidità e le variazioni di temperatura: perciò l'argomento sarà qui trattato sotto tale punto di vista.

L'umidità che dall'esterno penetra in un muro raggiungerà tanto più presto la faccia interna di esso, in una certa quantità, quanto minore è la grossezza del muro. Il tempo impiegato nel tragitto è all'incirca in proporzione inversa della grossezza. Però un muro può diventar umido dalla faccia interna, all'infuori del caso in cui venga direttamente bagnato, quando nei locali si produca molta umidità per effetto di evaporazione, respirazione, ecc., umidità che si condensa sulle pareti a causa della loro più bassa temperatura.

Come per l'umidità, anche la quantità di calore che passa attraverso a un muro è all'incirca in proporzione inversa della sua grossezza; ma siccome è dimostrato che da una certa grossezza in poi non si ha più alcuna corrispondente diminuzione nella conduttività termica, come risulta dalla tabella seguente dovuta al Ferrini (1), così non è necessario un ingrossamento superiore a quello richiesto dalla stabilità per ottenere la coibenza. Notisi poi che i locali con muri grossi sono meno freddi in inverno, e meno caldi in estate.

TABELLA XXXVIII.

Grossezza del muro in metri.....	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
Coefficiente di passaggio del calore	2,30	1,73	1,39	1,16	0,99	0,87	0,77	0,70	0,63	0,58
Differenze		0,57	0,34	0,23	0,17	0,12	0,10	0,07	0,06	0,05

(1) FERRINI, *Tecnologia del calore*, Hoepli, Milano, 1903.

Fanno eccezione certe costruzioni come le ghiacciaie e i locali frigoriferi, in cui la difesa contro il caldo ha un'importanza affatto speciale, e per le quali è conveniente superare le grossezze normali adottate per le case di abitazione.

Si è osservato che per i muri di ordinaria grossezza, quando siano esposti ai raggi solari, la temperatura della faccia interna supera di circa gradi 3 e mezzo quella interna di un muro che non sia stato soleggiato. Si avverano però grandi differenze, fino al doppio della media ora esposta. Tanto sulla faccia esterna quanto sull'interna la temperatura raggiunge un massimo, ma per la interna esso si verifica dopo un tempo abbastanza lungo. In un muro di cm. 38 si è notato un ritardo di $6 \div 7$ ore, ritardo che avviene anche per il successivo raffreddamento, sebbene possa essere in misura alquanto diversa. È per questo che in estate l'opprimente temperatura dura più a lungo per le stanze rivolte a sud e ad ovest, fino alla sera e magari fino a notte già inoltrata: ed è per questo che alle stanze da letto non convengono dette esposizioni, benchè, per ragioni di salubrità, esse non debbano privarsi dell'efficace azione del sole. Si collocheranno quindi di preferenza verso sud-est. Il vento mentre favorisce l'evaporazione dell'umidità di un muro, colpendone la parete esterna, per contro lo raffredda più rapidamente.

Invece di ingrossare i muri si approfitta della scarsa conduttività termica dell'aria stagnante per formarne una specie di cuscino fra due muri, creando cioè i muri doppi con intercapedine d'aria, intercapedine che serve di protezione anche contro l'umidità.

La grossezza dello strato di aria nei muri doppi non deve ostacolare il collegamento fra i due muri, nè diminuire la resistenza della struttura, quale risulterebbe da un muro pieno.

È conveniente una grossezza di $6 \div 7$ cm.; in Inghilterra la si prescrive di cm. 7,5. Un maggior spazio favorirebbe il movimento dell'aria dovuto alla differenza di temperatura dei due muri, ascendente nell'inverno contro il muro interno, sottraendogli delle calorie e discendente contro l'esterno apportandogli. Il movimento si produrrebbe in senso inverso, quando il muro esterno fosse molto riscaldato dai raggi solari.

In quanto alla uguale o diversa grossezza dei due muri, si deve considerare se lo strato d'aria interposto ha da proteggere contro l'umidità o contro il calore. Siccome le variazioni di temperatura sono maggiori all'esterno che nell'interno, tanto maggiore sarà la costanza della temperatura quando lo strato d'aria sia portato verso il muro interno. Ma d'altra parte si ricorda che la conduttività dell'aria tranquilla è assai minore di quella del materiale di muratura e che il muro esterno è esposto all'umidità per effetto di pioggia, nebbia, ecc. Perciò per soddisfare alla doppia esigenza è meglio dare maggior grossezza al muro interno, ciò che soddisfa pure alla esigenza della solidità, giacchè è sul muro interno che gravita il peso dei solai, e anzi in quelli composti di travi di legno, la testa di esse può addentrarsi nello spazio vuoto e rimanere così isolata. Sotto il punto di vista del più pronto asciugamento, parrebbe meglio fare meno grosso il muro interno, ma ciò non può essere giustificato se non quando nei locali interni si produca molta umidità, condensantesi poi sulle pareti.

I due muri possono essere eseguiti con identico materiale, mattoni pieni, calcestruzzo, mattoni vuoti per l'interno, blocchi cementizi forati che formerebbero ambedue i muri o soltanto l'esterno. Coi mattoni la grossezza dello strato di aria viene determinata dal formato dei mattoni di collegamento, come pure quella di ciascun

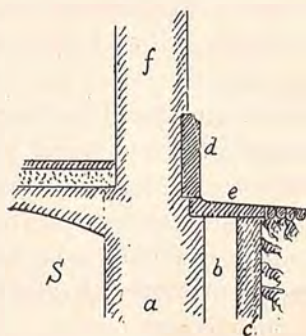


Fig. 178.

a, Muro sotterraneo. — b, Intercapedine. — c, Muro contro terra intonacato a liscio sulla faccia esterna con intonaco impermeabile. — d, Zoccolo. — e, Listone di pietra. — f, Muro di elevazione. — S, Cantina.

muro. Se il muro interno è sottile conviene costruirvi contro un'altra parete lasciando fra essi un piccolo spazio. Meglio se tale parete è costituita da materiale isolante. I muri sottili interni si fanno preferibilmente di materiali leggeri, come mattoni forati, tavelloni di gesso (v. pag. 21 di questa *Appendice*), o di laterizi forati. I muri di blocchi cementizi forati possono dare buoni risultati quando si provveda a impedire le condensazioni sulla parete interna, poichè essendo generalmente costruiti con calcestruzzo di ghiaia e cemento e poco permeabili, favoriscono l'assorbimento di umidità negli intonachi da cui sono ricoperti. Lo stesso inconveniente presentano i muri pieni di calcestruzzo cementizio di calce idraulica.

Lo strato di aria si fa salire dal basso all'alto per tutta l'altezza del fabbricato quando si tratta di far asciugare i muri: ma l'aria in tal caso dev'essere in movimento e quindi la intercapedine si fa comunicare coll'esterno mediante fori praticati al basso e in alto. Non è certo però di ottenere così un sufficiente movimento dell'aria, e allora la presa di essa si deve fare dal basso nei locali interni. Per evitare che l'aria eventualmente guasta di un locale inferiore passi ai locali superiori, è necessario che a ciascun piano corrisponda un proprio strato d'aria, stabilendone la comunicazione fra interno ed esterno. In questo caso per la protezione contro il calore e l'umidità è necessario applicare alle bocche di presa e di uscita dell'aria delle chiusure mobili ma ermetiche, poichè essendo l'aria dell'intercapedine in movimento e la sua conduttività termica molto maggiore di quella dell'aria in quiete (v. tab. XXII, XXIV), ed essendo necessario di ricambiare con aria secca quella dell'intercapedine resa eventualmente umida, si potrà chiudere o aprire dette bocche a seconda dello scopo che si vuol ottenere.

Il movimento dell'aria sarà sempre migliore quando le pareti interne dell'intercapedine siano ben lisciate, o per lo meno ben riempite e ben spianate le connessioni fra i materiali. Durante la costruzione si dovrà poi invigilare che non si lasci cadere malta o rottami nell'intercapedine, sia perchè la malta attaccandosi alle pareti le renderebbe scabre, sia perchè cadendo coi rottami al piede dell'intercapedine, oltre a ostruire le bocche inferiori, comprometterebbe l'efficacia dello strato d'aria.

L'intercapedine invece di essere suddivisa soltanto orizzontalmente lo può essere anche verticalmente da pilastri, nel qual caso questi dovranno essere formati, o rivestiti, in modo da impedire trasmissione di umidità e di calore. Lo stesso si dice per i collegamenti fra i due muri: dovranno essere di materiale molto compatto e al caso resi impermeabili al massimo grado mediante imbevimento di catrame a caldo, o vetrificazione, o altro simile sicuro mezzo.

Gli strati di aria di cui è oggetto, oltre a proteggere contro l'umidità e il calore e a far realizzare quasi sempre un vantaggio economico costruttivo, ne presentano pure uno di esercizio, poichè rendono minori le spese per il riscaldamento nell'inverno. Oltre a ciò servono a conservare nei locali interni durante i mesi di estate una temperatura meno soffocante. Il sistema è quindi consigliabile tanto per i grandi fabbricati quanto per i piccoli, e specialmente per quelli isolati, fra cui le piccole case economiche e le case per operai.

Un'intercapedine di aria si dovrebbe sempre lasciare nei muri delle cantine contro terra e in quei muri sopratterra di locali in cui si produce molta umidità, come per esempio nelle cucine e negli stanzini da bagno ove si sviluppano vapori, a meno che la ventilazione di detti locali sia tale da asportare i vapori stessi e impedirne la condensazione sulle pareti e sul soffitto. Anche i parapetti delle finestre, quando non sono della grossezza del resto della muratura, dovrebbero essere provvisti di intercapedine.

Con laterizi vuoti si può formare tutta la grossezza del muro, ma è da osservare che i vuoti non sono continui a causa della malta di congiunzione, sicchè non si raggiunge

con essi l'effetto di una vera intercapedine. Sono invece molto utili per la parete interna dei muri doppi, come già si è detto. Tali muri sono pure convenienti nei riguardi della trasmissione dei suoni (v. cap. *Acustica e Ottica*).

Anche per pareti di legname o di lastre metalliche o di eternit e simili, è vantaggiosa l'intercapedine di aria. La lamiera di ferro è adoperata sotto forma di lamiera ondulata, sulla quale si applica un rivestimento di legno, o di intonaco su cannicci o rete metallica. Allora i solchi dell'ondulazione fungono da interstizi di aria. Le pareti intelaiate con ossatura di legno o metallica e rivestimento su ambe le faccie con tavolati di legno o tavole di gesso, di magnesite, di eternit, ecc., o di intonaco armato con rete metallica, presentano buona coibenza, la quale può anche essere aumentata riempiendo l'intercapedine risultante fra i due rivestimenti con materiali cattivi conduttori del calore. Lo spazio vuoto può servire anche per la ventilazione, ma è però da tener presente che si presta alla propagazione del fuoco: perciò vi sono regolamenti che prescrivono il riempimento con materiali incombustibili.

Negli ospedali e specialmente nelle infermerie ove siano degenti di malattie infettive, l'adozione di muri vuoti presenta il pericolo di diffusione dei microrganismi di dette malattie. Si devono perciò proscrivere tali muri, ma per ottenere l'effetto che essi offrirebbero si può ricorrere ai muri di mattoni cavi, purchè eseguiti con tutte le precauzioni volute dal caso.

γ) *Solai e pavimenti*. — Riguardo ai solai e ai pavimenti ci pare di aver detto prima quanto basti per comprendere come debbano essere costruiti affinchè soddisfacciano alle esigenze della salubrità. Aggiungeremo che i pavimenti di legno, di piastrelle, di marmo, di linoleum, ecc., devono essere mantenuti cerati con cera all'acquaragia, impedendo alla polvere di aderire al pavimento e di sollevarsi; l'acquaragia serve anche a dissipare i cattivi odori. Se nei pavimenti di legno le connessioni non restassero ben chiuse a causa della contrazione del legname — la quale avviene specialmente quando pur essendo ben stagionato il legname i locali sono riscaldati con caloriferi ad acqua calda o a vapore e portati a temperatura piuttosto elevata — si chiuderanno sia con listerelle di legno incollate, prima imbevute di olio, sia con una pasta formata di segatura di legno e colla. Abbiamo già detto della possibilità del passaggio dell'aria da locali sottostanti a solai formati con imbottiture, o aventi spazio vuoto, a locali soprastanti, aria che può contenere acido carbonico: aggiungeremo che in detti solai fra i vari microrganismi che possono annidarvisi vi è quello assai temibile della tubercolosi. Le teste delle assicelle formanti il pavimento non devono toccare le pareti affine di non assorbirne la eventuale umidità e per sopprimere la fessura che ne deriverebbe, si applicano alle pareti degli zoccoli di legno, o di altro materiale. Per maggiori precauzioni si ricorrerà alle tavolette, o doghe, di legno asfaltate, oppure applicate sopra uno strato di asfalto. Ve ne sono di quelle provviste nella faccia inferiore di un laterizio dentato, il quale resta ben aderente allo strato di asfalto o a quello di buon cemento. È però preferibile l'asfalto poichè il cemento porta sempre con sè dell'umidità. Una pratica che si deve assolutamente abbandonare è quella di costruire subito il soffitto sotto a un solaio ad ossatura di legno, chiudendo così nello spazio vuoto, o nel riempimento, l'umidità della costruzione. Il soffitto deve costruirsi soltanto dopo essersi assicurati che il solaio sia asciutto, a meno che siasi preso il provvedimento di ventilarne lo spazio mediante aperture opposte nei muri delle fronti, oppure mediante canali sboccanti nelle fronti e facendo passare in essi, quando sia possibile, una corrente di aria riscaldata da qualche tubazione di calorifero.

δ) *Scale e ascensori*. — Siccome le gabbie delle scale mettono in comunicazione i vari piani, così possono facilmente essere veicoli di infezioni. Anzitutto si dovrà chiudere

bene l'accesso alla scala del sotterraneo per impedire la propagazione dell'aria umida o viziata delle cantine ai piani superiori e dei vapori provenienti da cucine o da lavanderia, che fossero stabilite nel sotterraneo. Poi si dovrà provvedere a una buona e continua ventilazione della gabbia, sia con finestre, sia con aspirazione naturale o artificiale e le pareti, almeno fino ad una certa altezza, si rivestiranno con materiale lavabile, marmo, stucco, coloritura ad olio. Non si deve assolutamente ricorrere al sistema di aprire finestre di cucine, e peggio di latrine, nei muri delle gabbie di scala: si possono tollerare quelle di anticamera, ma sarà sempre più prudente che anche queste siano aerate e illuminate direttamente. Perchè una gabbia di scala corrisponda alle condizioni igieniche, oltre essere ben ventilata, deve ricevere luce diretta da finestre, meglio che da lucernario, il quale, se la casa ha diversi piani, non illumina sufficientemente le rampe inferiori, ciò che le rende pericolose. Ad ogni modo ove il lucernario sia necessario, esso dovrà costruirsi a lanterna (v. vol. II, p. 1^a, pag. 45). Nel volume II trattando delle scale si è detto che per la miglior ventilazione (naturale) si può introdurre nel pozzo della scala l'aria dei sotterranei; ma a questo mezzo si può ricorrere soltanto quando si ha la certezza che quell'aria non sia nè umida nè carica di odori, nè possa contenere microrganismi e non sia polverosa.

Riguardo agli scalini è evidente che debbano essere di materiale solido e tale che si possano lavare anche con disinfettanti, specialmente quando si tratta di scale di ospedali, case di cura, ospizi, scuole, caserme, ecc. Se gli scalini, o le sole pedate, sono di legno, si dovranno fare con legno di essenza dura. Le pedate saranno di un pezzo solo e meglio intestato, così da rendere meno facili i contorcimenti. Saranno oliate, e non cerate in quei casi in cui la levigatezza riuscisse pericolosa, come ad esempio negli ospizi per vecchi.

L'*ascensore*, soprattutto nelle case a parecchi piani, è oggi diventato di uso comune, data la facilità del suo funzionamento mediante la corrente elettrica. Agli ascensori si è dedicato un capitolo del vol. I, p. 2^a, sez. II, al quale rimandiamo aggiungendo soltanto che la cabina deve essere fatta in modo da potersi ripulire, e quindi con legni duri e verniciati, con pavimento di linoleum e magari colle pareti e soffitto pure ricoperti di detto materiale, con sedili preferibilmente di cuoio (v. anche cap. I di questa *Appendice*, pag. 24).

e) *Tramezzi*. — Le divisioni fra locali sono costituite o dai muri maestri interni o da tramezzi di mattoni pieni o vuoti, di legname, di tavelloni di gesso o di cemento, o di sistema misto. Quando non appoggiano su muri sottostanti ma sopra il solaio, si cerca di costruirli quanto meglio sia possibile leggeri, ma non sono consigliabili nè quelli di tavolato di legno, nè a telaio di legno rivestito con cannicci intonacati, sia perchè tanto nelle giunture dei primi, che difficilmente rimangono perfette anche se bene eseguite a maschio e femmina, quanto nella struttura dei secondi, che rimangono con un interstizio di aria corrispondente alla grossezza della intelaiatura, si possono introdurre non soltanto microrganismi, ma anche le cimici, scarafaggi o altri insetti, nonchè topi. Oltre a ciò i tramezzi così fatti presentano gran pericolo di incendio (v. cap. I), specialmente quando sono attraversati da tubi di stufe, pei quali non si sia usata l'avvertenza di involgerli nel punto di attraversamento della parete con cartone di amianto o altra sostanza incombustibile e neppure riscaldabile. In luogo dei cannicci intonacati si può bene ricorrere per i tramezzi intelaiati a tavole di eternit, di eraclit e simili (v. cap. I), che sono anche incombustibili, ma permangono sempre il vuoto pericoloso. Molto convenienti sono le pareti di tavelloni di gesso con canali interni (v. cap. I, pag. 21), i quali alla leggerezza associano la incombustibilità e la resistenza.

φ) *Porte e finestre.* — Riguardo alla illuminazione dei locali diciamo in appresso: qui ricordiamo soltanto il fatto della possibilità di annidamento di insetti e specialmente di cimici nella fessura fra parete e contorno di legno delle porte, degli armadi a muro e delle finestre dalla parte interna del locale. Si dovrà quindi evitare l'esistenza di tale fessura con mezzi facilmente immaginabili, e quando per avventura gli insetti vi si ritrovassero, si dovrà staccare tutto il contorno e procedere a una grande pulizia della sua faccia che era contro il muro e del muro stesso, disinfettando bene l'uno e l'altra. Nel riapplicare il contorno si prenderanno i provvedimenti necessari affinché l'appoggio di esso sul muro non permetta più l'accesso e lo sviluppo di microbi. Se l'incorniciatura è di pietra, di marmo, di stucco, il pericolo non esiste, poichè il contorno allora è fissato con malta ordinaria o cementizia, e quindi rimane molto aderente al muro. Del resto abbiamo detto che la stessa malta è antimicrobica.

χ) *Tetti e terrazze.* — Oltre essere costruiti in modo da impedire trapelamenti di acqua, specialmente in seguito a piogge temporalesche e alla persistenza della neve, trapelamenti che sarebbero dannosi al legname quando il coperto abbia ossatura lignea, essi devono anche proteggere dal calore, cosicchè non si abbiano nel sottotetto temperature troppo elevate durante i calori estivi, e d'altra parte non disperdano calore, affinché il sottotetto funzioni come cuscino coibente per i locali sottostanti. Le coperture metalliche si riscaldano molto e quindi devono essere collocate sopra un tavolato con sovrastante cartone incatramato, e colorite con colore bianco ad olio. Per la coibenza è bene che si costruisca un soffitto sostenuto alle travi del tetto in modo da lasciare un'intercapedine di aria fra esso e la copertura. Anche le coperture di tegole laterizie, cementizie, di eternit, è conveniente che appoggino sopra uno strato di tavelle, o un tavolato debitamente spalmato con *carbolineum*, o con catrame, oppure rivestito di cartone incatramato. Anche in questo caso una sottostante soffittatura sarà sempre molto utile. I tetti a terrazza, che ora si fanno quasi esclusivamente di calcestruzzo cementizio armato, devono essere provvisti di camera d'aria abbastanza alta e con ricambio di aria. Anche le terrazze devono riuscire impermeabili, e perciò si ricoprono di asfalto o di piastrelle fissate con cemento su strato di asfalto. Non si dovrà scarseggiare nelle pendenze dei vari tratti formanti terrazza, badando che lo smaltimento dell'acqua avvenga completamente e prontamente, ciò che del resto dev'essere per qualsiasi genere di coperto. La copertura a tegole curve è considerata conveniente, soprattutto per la resistenza del materiale e per la facilità delle riparazioni e dei ricambi, poichè dappertutto si trovano tegole del genere, mentre tegole di altri tipi difficilmente si possono avere. Ma tale copertura presenta gli inconvenienti dovuti ai canali, in cui si accumulano foglie, polvere, semi, ecc., che se non sono frequentemente asportati finiscono per ostacolare lo smaltimento dell'acqua, dando luogo a umidità che trapela nel sottotetto ove si formano dannose muffe. Oltre a ciò sotto alle tegole si insinuano insetti, uccelli che vi fanno anche il nido, ciò che poi non favorisce certamente la buona conservazione del tetto. Migliori sono le coperture di tegole piane, per quanto non scevre di inconvenienti, ma più sicure contro il vento quando siano debitamente fissate all'orditura sottostante. Gli inconvenienti sopra indicati si evitano colle coperture di eternit, le quali non richiedono le spese di ripassature, frequenti invece per quelle a tegole curve e piane; sono più leggere e quindi anche più economiche sotto il punto di vista costruttivo. Presentano pure il vantaggio di non ingombrare con detriti i canali di gronda assicurando così un costante smaltimento dell'acqua.

λ) *Finitura delle pareti* (1). — Le pareti interne, siano di muri d'ambito o di divi-

(1) Vedi vol. I, p. 2^a, sez. I, cap. I, II, VI.

sione, sono ultimate mediante tinteggiature, coloriture, verniciature, pitture a fresco e a graffito, a encausto, a olio, a guazzo, ecc., oppure con stucco lucido o opaco, con decorazioni in rilievo di stucco o di carton-pietra e simili, o infine ricoperte con tappezzerie di stoffa e di carta, e con rivestimenti di marmo, di legno o di altri materiali. Le tinteggiature con latte di calce e tinte diverse sono certamente igieniche, purchè fatte su intonaco poco ruvido e meglio liscio, affinchè non vi aderisca la polvere. Anche le coloriture a olio sono igieniche, ma non permettono più la ventilazione spontanea attraverso ai muri: abbiamo però visto che su di essa non conviene fare assegnamento e quindi le coloriture a olio sono convenientissime sotto il punto di vista sanitario. Lo stesso si dice per gli intonachi a stucco. I rivestimenti di marmo, di piastrelle di maiolica o di vetro sono raccomandabili, poichè si possono lavare senza danno, come le coloriture a olio, le verniciature e gli stucchi. Lo spazio vuoto che si lascia fra le pareti e il loro rivestimento di legno affinchè questo non assorba l'umidità di quelle, dovrà riempirsi con sostanze antimicrobiche e tanto la intelaiatura di appoggio del rivestimento quanto la parete e la faccia posteriore del rivestimento stesso saranno abbondantemente spalmate con catrame. Non sono raccomandabili le tappezzerie di stoffa, nè quelle di carta, poichè possono dar vita ad organismi e ricetto ad insetti: le prime perchè generalmente sono distese su intelaiature fissate alle pareti, per cui resta uno spazio vuoto fra parete e stoffa; le seconde perchè essendo attaccate con pasta di sostanza organica vi si producono facilmente muffe, soprattutto a causa di umidità, dando origine così a microrganismi.

Si sono fatti esperimenti per riconoscere la durata di vita dei germi sui rivestimenti di intonaco, sulle tinteggiature, ecc., e Vito lo Bosco ottenne i seguenti risultati:

TABELLA XXXIX.

Germe	Vernice a smalto	Stucco	Carta dipinta	Tintegg. a colla	Intonaco fino	Intonaco greggio
Bacillo di Eberth .	12 ore	12 ore	24 ore	24 ore	24 ore	24 ore
Virus del colera ...	12 ore	3 ore	12 ore	12 ore	12 ore	12 ore
Pneumococco	2 giorni	2 giorni	24 ore	24 ore	2 giorni	2 giorni
Stafilococco	8 giorni	9 giorni	24 giorni	33 giorni	9 giorni	30 giorni
Bacillo di Koch...	3 mesi	2 mesi	4 mesi	4 mesi	4 mesi	più di 5 mesi

In tutte le coloriture, verniciature, pitture, ecc., e per le tappezzerie non si devono adoperare colori a base di piombo (cerussa) o contenenti arsenico (verde di Scheele, di Schweinfurt), poichè possono causare avvelenamento. Al bianco carbonato di piombo si deve sostituire il bianco di zinco (ossido di zinco), o il litopono (solfuro di zinco e bario).

Raccomandabili sono la *lincrusta*, il *pegamoid* e simili materiali, che però devono essere attaccati alle pareti con mastici non atti a produrre muffe a causa di umidità, e che li rendano assolutamente aderenti per tutta la superficie, in modo da non formare vani nei quali potrebbero trovarsi dei germi e svilupparvisi.

Sotto il punto di vista igienico le tappezzerie di seta, di tessuti di qualunque genere, compresi gli arazzi e i tappeti e i parati di carta, non sarebbero quindi da usare per rivestire muri e tramezzi.

H. — Asciugamento artificiale delle nuove costruzioni, e dei muri affetti da umidità.

Trattando dell'umidità dei muri si è detto che questa dipende dall'acqua usata per la costruzione, sia per preparare la malta sia per inumidire mattoni e pietrame, come anche dall'acqua contenuta nel materiale stesso (acqua di cava per le pietre, acqua nei legnami, nelle coloriture, ecc.). Colla bagnatura dei laterizi se ne accresce il peso del 5 % almeno. Con mattoni del peso di Kg. 4,5 circa e in numero di 400 per m³ di muratura, si ha che l'acqua assorbita è di $\frac{1}{20} \times 4,5 \times 400 =$ Kg. 90, cioè 90 litri: aggiungendo il volume d'acqua contenuto nella malta nella proporzione di 0,3 per la muratura e di 0,3 per la malta, si ha per un metro cubo di muratura $0,3 \times 0,3 \times 1000 =$ 90 litri. Si può quindi valutare la quantità di acqua contenuta in un metro cubo di muratura a litri $180 \div 200$ ossia il 18 ÷ 20 % del volume totale. Si potrebbe ottenere una diminuzione non bagnando i laterizi e facendo più fluida la malta affinché non si asciughi troppo presto in seguito all'assorbimento da parte dei mattoni asciutti: ma ciò non è consigliabile perchè si perde anche il vantaggio della pulitura dei mattoni dalla polvere o da altre impurità. Una parte dell'acqua contenuta nella muratura si conserva nell'indurimento della malta, il quale ha luogo assai lentamente e continua anche per parecchi mesi; un'altra parte si evapora nell'aria dalla quale viene preso l'acido carbonico per il processo di indurimento. Questo sarà favorito dal calore e dalla secchezza dell'aria, nonchè dall'evaporazione, che sarà tanto maggiore quanto più calda e secca sarà l'aria e minore la grossezza del muro. Il tempo quindi che occorre per l'asciugamento di una nuova costruzione oscilla tra limiti molto discosti, non soltanto in relazione alla grossezza del muro e alla stagione, ma all'esposizione del muro stesso e alla porzione che si considera, giacchè si asciugano più presto le parti superiori che non le inferiori. Si comprende poi come l'asciugamento avvenga più presto pei muri esterni, esposti alla favorevole azione del vento, che non per gli interni, meno esposti a tale azione e a quella dei raggi solari. Non si dovrebbe quindi procedere all'intonacatura se non dopo un perfetto asciugamento della muratura greggia, il quale però si può ottenere, fino a un certo punto, artificialmente, sebbene quello spontaneo sia assai più favorevole alla buona presa della malta. Quando la costruzione deve essere finita in breve tempo si può sostituire alla malta di calce quella di cemento, la cui presa è meno lenta, sebbene ciò possa avere qualche inconveniente.

Per asciugare delle murature fresche si adoperano dei fornelli che si trasportano qua e là presso i muri, ma il sistema non dà un risultato del tutto soddisfacente, giacchè l'acqua che viene estratta da una parte del muro si evapora e si deposita sopra altre parti fredde aumentandone l'umidità. È facile comprendere come il processo diventi così assai lento e d'altra parte è difficile che il calore penetri profondamente nella muratura, sicchè in questa rimane sempre una certa dose di umidità. Ove vi sono caloriferi per riscaldamento centrale, si fanno funzionare qualche mese prima di procedere alla intonacatura, e agli altri lavori di finimento, lasciando le finestre aperte. In tal modo il calore si distribuisce uniformemente e l'asciugamento avviene in modo più sollecito e più uniforme. Si può ottenere un risultato simile riscaldando ogni locale con una stufa, ma naturalmente vi è la scomodità inerente all'accensione di tanti focolai.

Liberare i muri dall'umidità di cui si siano imbevuti per qualsiasi ragione, non esclusa quella di essere stati eseguiti con materiali vecchi tolti da demolizioni già

pregni di umidità, non è facil cosa. Togliere l'intonaco, raschiare il muro, scalfire profondamente i giunti, scaldare la parete, spalmarla a più riprese di catrame scaldato con fior di zolfo e ricoprire il muro con intonaco di cemento, è un mezzo col quale si può mantenere asciutta la faccia interna di un muro: allora l'umidità lentamente può evaporarsi dalla faccia esterna, a meno che questa sia soggetta a ricevere umidità, ciò che naturalmente si dovrà evitare. Vi sono intonachi così detti *idrofughi* a cui si ricorre (v. vol. I, p. 2^a, cap. I, § IV), ma non sempre da essi si ottiene lo scopo.

Knapen (1) ha ideato un sistema che pare dia buon risultato: l'umidità si estrarrebbe dai muri, mediante il *sifone atmosferico monobranca a movimento automatico continuo*. Si introduce nel muro, con una determinata inclinazione, un canale di 26 ÷ 30 mm. di diametro ricavato entro un tubo di terra cotta porosa e di forma poligonale stabilita sperimentalmente (fig. 179 a, b). Nel canale penetra l'aria, che essendo meno umida del muro,

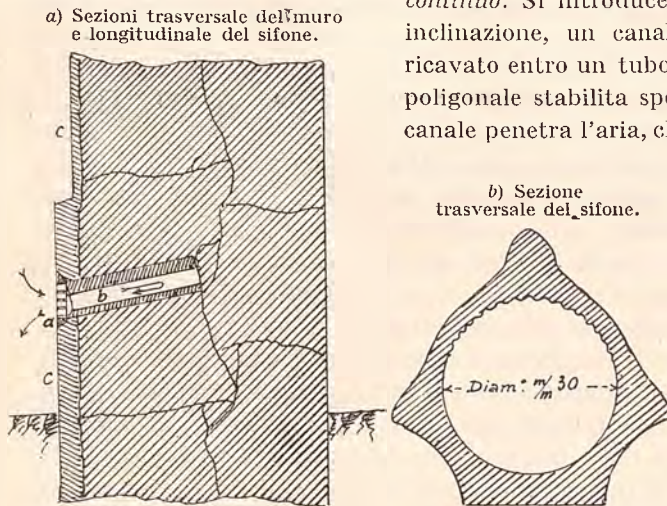


Fig. 179 a, b. — Sezione trasversale di un sifone Knapen.

a, Griglia. — b, Sifone. — c, Intonaco.

si satura a contatto della parete, la quale si raffredda a causa di tale evaporazione e raffredda nello stesso tempo l'aria che la tocca. Il raffreddamento modifica la densità dell'aria inumidita contenuta nel canale la cui pendenza la fa avviare verso l'esterno, richiamando nello stesso tempo una eguale quantità di aria nuova meno umida. La circolazione di aria entrante e uscente continua così per lungo tempo fintantochè esiste una

differenza termica, o igrometrica, fra l'interno del muro e l'esterno.

Si deve notare che al disotto di mm. 26 di diametro, l'attrito, la pressione atmosferica, ecc., impediscono la formazione della colonna d'aria entrante e uscente dal canale e che con diametro maggiore di mm. 36, il movimento cesserebbe per effetto di dispersione: tutta l'aria contenuta nel canale prenderebbe la temperatura dell'alveolo in cui è contenuta e la differenza di temperatura sparirebbe, il movimento si arresterebbe, e cesserebbe così l'asciugamento. Il tubo è murato nel suo alveolo, appositamente perforato nei muri vecchi, o lasciato durante la costruzione dei nuovi, mediante una malta di speciale porosità, e al tubo si dà una pendenza appropriata alla grossezza del muro e al genere di materiali nei quali il tubo, o elemento di asciugamento, è introdotto.

Il numero degli elementi e la distanza fra di essi è funzione del coefficiente di porosità dei materiali e della specie della muratura da asciugare. Numero e distanza variano pure secondo il livello a cui gli elementi sono collocati e secondo che si tratti del basamento di un muro di sottosuolo o della parte superiore del muro sopratterra (fig. 180). Il canale inclinato sbocca sulla faccia esterna del muro in una griglietta triangolare metallica, di ghisa, di bronzo, di rame o di alluminio. Nei locali interni detta griglia è sostituita da un bottone metallico staccato dalla parete di mm. 5, e fissatovi

(1) A. KNAPEN, *Précis d'hygrométrie du bâtiment*. Paris 1926.

con alie. Se le circostanze lo richiedano, il bottone stesso può servire di ornamento. Quando i sifoni atmosferici sono collocati nell'interno dei locali, devono completarsi colla disposizione dell'*aereazione orizzontale differenziale* (1). Se questa manca il volume di aria del locale, dopo essere passato intieramente nel sifone in azione, finirebbe per avere lo stesso grado di umidità dell'aria del muro, e diventerebbe incapace di maggiormente saturarsi, cosicchè si arresterebbe il funzionamento degli elementi.

Quando l'equilibrio igrometrico sia ottenuto fra l'aria interna del locale e l'interno dei muri, la situazione è esattamente simile a quella di due vasi comunicanti contenenti dei liquidi allo stesso livello e quindi senza scambio. Naturalmente l'arresto dello scambio renderebbe all'umidità libero campo entro i muri e il fenomeno della capillarità continuerebbe a farla risalire. È quindi di assoluta necessità di scambiare in maniera permanente *tutto il volume d'aria del locale in tutte le sue parti e soprattutto negli angoli* affinché gli apparecchi continuino ad estrarre umidità. *Tale scambio di tutta l'aria di un locale non si può ottenere nè colla ventilazione meccanica, nè colla ventilazione verticale, il cui funzionamento è intermittente e perciò incompleto e aleatorio.*

Quando i materiali di un muro hanno raggiunto il grado igrometrico dei materiali sani della stessa specie e nello stesso luogo, gli apparecchi cessano di funzionare e se per una qualsiasi causa l'umidità si ripresenta, gli apparecchi si rimettono in funzione automaticamente.

Allorchè per l'essiccamento dei muri nuovi si ricorre ai suddescritti sifoni si raccomanda di chiuderli provvisoriamente mediante un po' di argilla, o in altra maniera, poichè essendo essi degli accumulatori di umidità, estrarrebbero l'acqua di costruzione impedendo la presa delle malte e la loro aderenza ai materiali della struttura. La riapertura dei tubi si deve fare soltanto quando la costruzione sia giunta almeno a cinque metri sopra il livello degli apparecchi.

Parecchi architetti e costruttori hanno accertato che le nuove costruzioni, a cui il sistema Knäpen fu applicato, sono abitabili subito dopo costruito il tetto. Le coloriture e gli intonachi sono asciutti in breve tempo e gli odori che persistono lungamente nei nuovi fabbricati, spariscono rapidamente.

I. — Illuminazione naturale e artificiale.

α) *Illuminazione naturale.* — La questione relativa alla illuminazione naturale dei locali mediante luce verticale (laterale, finestre) o luce dall'alto (lucernari) è trattata nel vol. II, sia riguardo alle case di abitazione, sia ai fabbricati per scuole, per palazzi, per esposizioni, per musei, chiese, mercati, ecc., come per studi di artisti e di fotografi,

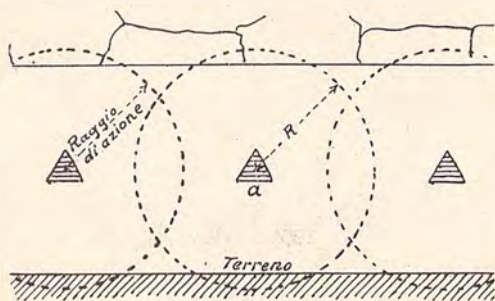


Fig. 180.
Raggio R di azione di un sifone atmosferico.
α, Griglia.

(1) La ventilazione orizzontale differenziale, secondo KNÄPEN, si ottiene mediante piccole aperture in basso e in alto delle pareti opposte dei locali, determinanti correnti di aria trasverse. Mentre per la ordinaria ventilazione in senso verticale occorrono differenze di gradi 14 ÷ 20 e anche più fra la temperatura esterna e la interna, per l'aereazione orizzontale sono sufficienti differenze minime, le quali esistono sempre tra le fronti di fabbricati orientati diversamente (nord-sud, est-ovest).

mentre nel vol. I è trattata la questione delle dimensioni, costruzione e decorazione delle finestre e dei lucernari. Sebbene da quelle trattazioni già si possa comprendere l'influenza che esercita la illuminazione con luce naturale sulla salubrità, e specialmente sulla conservazione della vista, tanto per il modo con cui la luce è introdotta nei locali, quanto riguardo alla sua quantità e intensità, pure esporremo come si possa stabilire la quantità di luce che si desidera di avere per un determinato scopo nei fabbricati di nuova costruzione e valutare quella che si ha nei fabbricati esistenti. Essendo ben noto il detto « dove entra il sole non entra il medico » ed essendo pur nota la grande influenza distruggitrice che ha la luce pei microrganismi, ci sembra superfluo di elencare qui gli effetti benevoli o malefici della luce sull'organismo umano. Riguardo alla vista è da notare che tanto l'abbondanza di luce quanto la deficienza possono riuscire nocive, ma mentre la prima è riducibile a volontà, alla seconda è assai difficile, e quasi sempre impossibile, di rimediare.

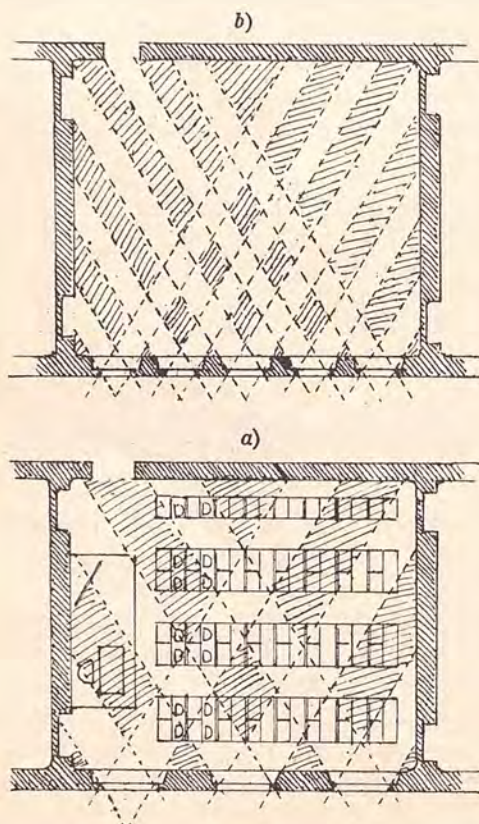


Fig. 181 a, b. — Aula scolastica illuminata con tre o cinque finestre aventi l'area complessiva di m^2 4,50 in ciascuno dei due casi.

di superficie illuminante, invece di due o tre finestre se ne avrà un numero maggiore (fig. 181 a, b). La figura 181 b dimostra che i coni d'ombra prodotti dai maschi tra le finestre sono più piccoli di quelli della fig. 181 a e quindi la luce vi è assai meglio distribuita. Per questo sarebbe lodevole il sistema adottato dalla nuova architettura, cosiddetta razionale o del '900, se non avesse gravi difetti, di cui diciamo nel vol. II, p. 2^a. L'angolo CAD (fig. 182) è detto *angolo di apertura* ed è quello che misura la porzione di cielo di cui si disse più sopra, angolo ottenuto tracciando dal punto A del locale le rette tangenti all'architrave C della finestra e al colmo D del tetto di un fabbricato ad essa prospiciente. L'angolo di apertura è maggiore nei locali dell'ultimo piano di un fabbricato, e minore od anche negativo in quelli del pianterreno (fig. 183).

(1) La *candela decimale* equivale a $\frac{1}{10}$ del becco Carcel (che brucia 42 gr. di olio di colza puro all'ora).

fabbricati di nuova costruzione e valutare quella che si ha nei fabbricati esistenti. Essendo ben noto il detto « dove entra il sole non entra il medico » ed essendo pur nota la grande influenza distruggitrice che ha la luce pei microrganismi, ci sembra superfluo di elencare qui gli effetti benevoli o malefici della luce sull'organismo umano. Riguardo alla vista è da notare che tanto l'abbondanza di luce quanto la deficienza possono riuscire nocive, ma mentre la prima è riducibile a volontà, alla seconda è assai difficile, e quasi sempre impossibile, di rimediare.

Si è osservato che la luce diffusa del giorno fornisce in media $20 \div 25$ candele decimali (1) alla distanza di un metro da una finestra, quantità necessaria per permettere di leggere facilmente. La illuminazione di un locale è in rapporto con l'ampiezza delle aperture somministranti la luce, col loro numero, colla loro forma, colla loro posizione nella parete di luce, coll'estensione della porzione di cielo che fornisce luce diretta, coll'angolo che i raggi illuminanti formano colla orizzontale, colla quantità di luce riflessa dalle pareti e dal soffitto. Un locale sarà evidentemente molto meglio illuminato, e la luce vi sarà distribuita molto più uniformemente se, a parità

Se di fronte all'apertura di luce non vi è un fabbricato, allora l'angolo di apertura risulta maggiore come dalla fig. 184 ed è per questo che per le scuole si dice che in tal caso il rapporto fra superficie illuminante e superficie illuminata può essere di $\frac{1}{6} \div \frac{1}{7}$ in luogo di $\frac{1}{4} \div \frac{1}{5}$, quale si richiederebbe nel caso di fabbricato prospiciente alla scuola (v. vol. II, p. 2^a, cap. III).

Si dice *angolo di elevazione* l'angolo che un raggio di luce CA tangente allo spigolo inferiore dell'architrave della finestra fa colla orizzontale AB (fig. 182 e 185). I fasci di luce formano angoli sempre minori a misura che si allontanano dalla finestra e la luce fornita da ciascuno di essi si estende sopra una superficie maggiore, cosicchè la chiarezza va diminuendo proporzionalmente al quadrato delle distanze dei punti di incidenza alla finestra. Il punto A (fig. 182) riceve i raggi luminosi provenienti da varie direzioni e sotto angoli diversi, ma l'angolo medio, secondo cui gli arrivano i raggi, è l'angolo BAE. La illuminazione di un dato locale si può determinare facilmente quando si conosca l'angolo di apertura e l'angolo di elevazione medio. Quindi si deve fissare l'apertura minima dei due angoli che per un determinato locale fornisce una illuminazione sufficiente, cioè quello che permette di leggere senza fatica alla distanza normale un testo-tipo, apertura che si può ritenere di 5° come minimo per l'angolo di apertura e di 28° per quello di elevazione. Quando si tratta di una costruzione in progetto riesce facile fissare il detto angolo o misurandolo direttamente sui disegni, oppure calcolando la tangente

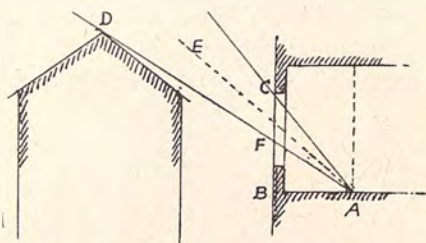


Fig. 182. — C A D, angolo di apertura; C A B, angolo di elevazione.

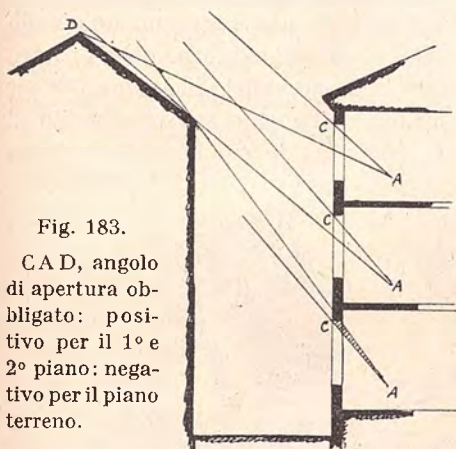


Fig. 183.

CAD, angolo di apertura obbligato: positivo per il 1° e 2° piano: negativo per il piano terreno.

$CAB = \frac{CB}{BA}$ e la tangente $DAB = \frac{FB}{BA}$: la differenza $\widehat{CAB} - \widehat{DAB}$ rappresenta l'angolo di apertura CAD. Quando si tratta invece di un fabbricato esistente, allora si ricorre all'apparecchio a specchi di Gottschlich o allo *stereogoniometro di Weber* (fig. 186 b) col quale si misura la porzione visibile della volta celeste guardando dalla finestra. L'apparecchio è basato sulla legge di Lambert, il quale ha trovato che la quantità *h* di luce cadente sopra una superficie è proporzionale: a) alla intensità luminosa *H* del segmento *F* (fig. 186 a) del cielo che gli invia i raggi luminosi; b) all'albedo o potere di riflessione; c) al seno dell'angolo di elevazione α secondo il quale i raggi luminosi cadono sulla superficie in esame; d) all'angolo solido Ω sotto il quale il cielo è visibile e infine che essa è inversamente proporzionale al quadrato della distanza *R*, cioè $h = \frac{HF}{R^2} \sin \alpha$. — Weber nota che $\frac{F}{R^2} = \Omega$ (angolo solido), e quindi $h = H \Omega \sin \alpha$ ($\Omega \sin \alpha$, angolo solido ridotto). In quello che segue si astrae dall'albedo e dalla intensità luminosa *H* del cielo. Se da un punto *O* della superficie da esaminare (fig. 186 a) si tirano le rette che vanno agli angoli dell'apertura di luce e si estendono verso il cielo da essa visibile, si ha una piramide detta *angolo*

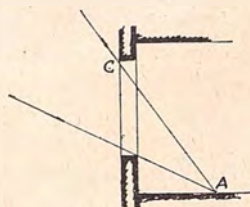


Fig. 184. — Angolo di apertura libero.

solido, il cui vertice è nel punto O e la base tanto più ampia quanto maggiore è la porzione di cielo visibile. L'apparecchio di Weber permette di ottenere l'angolo solido Ω e l'angolo formato dall'asse di tale fascio luminoso colla superficie considerata.

L'apparecchio si compone di una tavoletta G (fig. 186 b) sulla quale è fissata a cerniera un'altra tavoletta P. Un arco di cerchio graduato B permette di misurare l'angolo

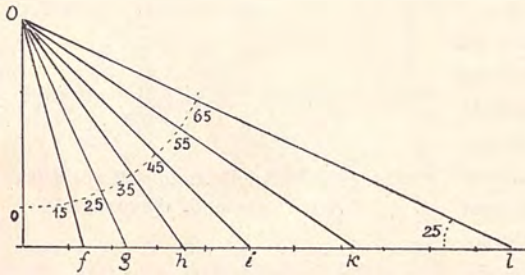


Fig. 185. — Varii angoli di elevazione.

formato dalle due tavolette. Su P è disposto un disco di carta diviso in tanti quadrati di mm. 2 di lato e il cui centro corrisponde al centro di P. Su P è fissata un'asta metallica T divisa in centimetri e millimetri, sulla quale scorre una lente biconvessa N avente una distanza focale di cm. 11,459. Quando si dispone l'apparecchio davanti a una finestra, l'immagine rovescia del segmento di cielo visibile si proietta sul disco di carta: le linee

rette, che dal contorno di tale immagine vanno al centro della lente, formano un angolo solido o *spaziale*, uguale a quello formato dalle rette che vanno dal contorno della finestra al centro della lente, ossia all'incirca verso un punto della superficie in esame. Weber

propose come misura dell'angolo spaziale quello di una *piramide quadrangolare* le cui faccie formino al

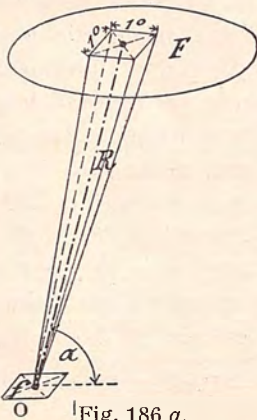


Fig. 186 a.

F, Segmento F del cielo. — f, Immagine di F. — R, Distanza fra i centri di F ed f, ossia dalla lente N al disco di carta sulla tavoletta P (fig. b). — a, Angolo di elevazione.

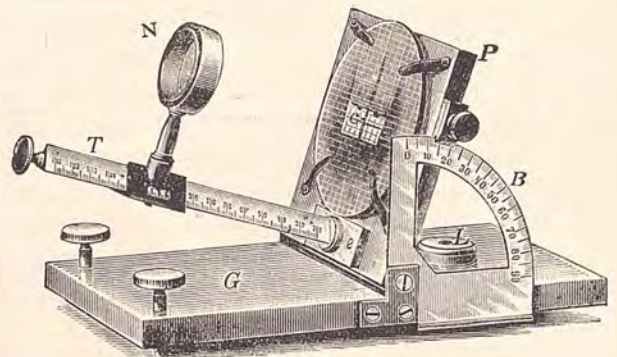


Fig. 186 b. — Stereometografo di Weber.

G, Tavoletta orizzontale. — P, Tavoletta girevole. — B, Arco graduato. — N, Lente. — T, Asta graduata su cui scorre N. — L, Livella a bolla centrale. — c, Centro dell'immagine della porzione di cielo visibile.

vertice un grado. Costruendo sopra una sfera del diametro di cm. 11,459, uguale cioè alla distanza focale della lente N, un quadrato il cui lato sia di un grado, detto lato sarà di mm. 2 e il quadrato risultante, o *grado quadrato*, sarà la misura unitaria.

Per eseguire una determinazione si dispone l'apparecchio sulla superficie da esaminare, in modo che la tavoletta G sia perfettamente orizzontale, ciò che si ottiene colle viti sul davanti della tavoletta e colla bolla L. Si mettono poi la tavoletta P e la lente N in posizione tale che si formi sul disco di carta un'immagine netta della finestra e che la parte centrale dell'immagine stessa coincida col centro del disco. Se l'immagine della finestra è troppo grande, si ripete la determinazione per ciascuna delle sue parti. Si limita con una matita il contorno dell'immagine e si conta il numero dei quadrati che contiene. Esso sarà il valore dell'angolo spaziale in gradi quadrati.

Se la distanza che separa la lente dal disco di carta non è uguale a cm. 11,46 si deve fare la correzione $\bar{\Omega} = N \frac{11,46^2}{L^2}$, in cui N è il numero dei quadrati, L la distanza della lente al disco di carta e $\bar{\Omega}$ l'angolo solido corretto. La correzione si ottiene usando la tabella XL che fornisce i coefficienti con cui si devono moltiplicare le distanze della lente per ottenere l'angolo solido corretto.

Ottenuto $\bar{\Omega}$, si calcola l'angolo solido ridotto colla relazione $\omega = \bar{\Omega} \sin \alpha$, in cui α è l'angolo di elevazione formato dall'angolo solido coll'orizzontale e che si legge sull'arco graduato B. Si userà allora della tabella XLI (pag. 264).

Se si suppone, per es., di aver ottenuto, dopo aver messo l'apparecchio davanti a una finestra, la distanza dalla lente alla carta di cm. 12, letto sulla carta 280 quadretti (come grandezza dell'immagine della finestra) e sull'arco di cerchio B gradi 15, come angolo di elevazione, dalla tabella XL risulterà che $\bar{\Omega} = 280 \times 0,912 = 255$. Questa cifra si scinde in centinaia, decine e unità e dalla tabella XLI, in corrispondenza di 15°, si avrà per 200 la cifra 51,7; per $\frac{500}{10}$, 12,9; per $\frac{500}{100}$, 1,29 e quindi $51,7 + 12,9 + 1,29 = 65,9$, che sarà l'angolo spaziale.

Generalmente si ammette che l'angolo solido ridotto ω non debba essere inferiore a 50 gradi quadrati: allora si può ancora contare sopra una illuminazione corrispondente a 10 candele-metro anche se il cielo è coperto.

Dei rapporti tra la superficie illuminante e la illuminata si è già detto nel vol. II, parte I, ove si è pure osservato che dalla superficie totale di una finestra si deve dedurre quella perduta per la intelaiatura della vetrata, sia di legno, sia di ferro, affine di avere la superficie illuminante utile. Ma oltre tener conto della posizione dell'apertura di luce, che deve esser tale da illuminare anche la parte più profonda di un locale, per il che l'architrave o l'arco della finestra devono essere quanto meglio possibile vicini al soffitto, si deve pure tener conto della qualità delle lastre di vetro e se la vetrata è semplice o doppia.

I fasci di luce attraversanti un corpo trasparente come il vetro, in parte lo attraversano, in parte sono riflessi, ed anche rifratti, secondo la condizione e forma della superficie, il colore di esso, e la grossezza della lastra di vetro. Se la superficie non è perfettamente piana, ma irregolare, la riflessione è maggiore; tale è pure l'assorbimento di luce quando la lastra è colorata, e va crescendo col crescere della densità del colore e della sua forza; se la superficie è ondulata a strette onde, o formata come da tanti prismi si ha la rifrazione; se il vetro è smerigliato, o lattiginoso, si ha la diffusione, ma con una considerevole perdita di luce. Per determinare esattamente la perdita di luce attraverso vetrate bisogna ricorrere ai fotometri. La colorazione e la grossezza delle lastre influiscono sulla trasparenza. I vetri verdastri danno un disperdimento maggiore di quelli giallastri, o del tutto incolori, e se la loro grossezza è piccola sono molto trasparenti, ma lasciano però passare più facilmente il calore, per cui quando si voglia trasparenza e conservazione del calore, conviene ricorrere alle vetrate doppie con lastre sottili. Nel vol. I, p. 2^a, cap. XIII, trattando delle leggi fondamentali della illuminazione, si è già fatto cenno, e forniti dei dati, sulla perdita di luce dovuta

TABELLA XL.

Il numero N dei quadrati completi	
per una distanza della lente di	deve essere moltiplicato per
cm. 11,5	0,993
» 11,6	0,976
» 11,7	0,959
» 11,8	0,943
» 11,9	0,928
» 12,0	0,912
» 12,1	0,897
» 12,2	0,882

TABELLA XLI.

Valori dell'angolo ridotto ω , conoscendosi l'angolo α di elevazione e l'angolo corretto Ω .

α gradi	100	200	300	400	500	600	700	800	900
5	8,7	17,4	26,1	34,9	43,6	52,3	61,0	69,7	78
6	10,5	20,9	31,4	41,8	52,2	62,7	73,2	83,6	94
7	12,2	24,4	36,5	48,7	60,9	73,1	85,3	97,5	110
8	13,9	27,8	41,7	55,7	69,6	83,5	97,4	111	125
9	15,6	31,3	46,9	62,5	78,2	93,9	109	125	141
10	17,4	34,7	52,1	69,5	86,8	104	121	139	156
11	19,1	38,1	57,2	76,3	95,4	114	134	153	172
12	20,8	41,6	62,4	83,1	104	125	145	166	187
13	22,5	45,0	67,5	90,0	112	135	157	180	202
14	24,2	48,4	72,6	96,8	121	145	169	194	218
15	25,9	51,7	77,6	103	129	155	181	207	233
16	27,6	55,1	82,7	110	138	165	193	220	248
17	29,2	58,5	87,7	117	146	175	205	234	262
18	30,9	61,8	92,7	124	154	185	216	247	278
19	32,6	65,1	97,6	130	163	195	228	260	293
20	34,2	68,4	103	137	171	205	239	274	308
21	35,8	71,6	107	143	179	215	251	287	322
22	37,5	74,9	112	150	187	225	262	300	337
23	39,1	78,1	117	156	195	234	273	313	352
24	40,7	81,3	122	163	203	244	285	325	366
25	42,3	84,5	127	169	211	253	296	338	380
26	43,8	87,6	131	175	219	263	307	351	394
27	45,4	90,8	136	182	227	272	318	363	408
28	46,9	93,9	141	188	235	282	329	376	422
29	48,5	96,9	145	194	242	291	339	388	436
30	50,0	100	150	200	250	300	350	400	450
32	53,0	106	159	212	265	318	371	424	477
34	55,9	112	168	224	279	335	391	447	503
36	58,8	117	176	235	294	353	411	470	520
38	61,6	123	185	246	308	369	431	492	554
40	64,3	128	193	257	321	386	450	514	578
42	66,9	134	201	268	334	401	468	535	602
44	69,5	139	208	278	347	417	486	556	625
46	71,9	144	215	288	359	431	504	575	646
48	74,3	149	223	297	371	446	520	595	669
50	76,6	153	230	306	383	460	536	613	689
55	81,9	164	246	328	409	491	573	655	737
60	86,6	173	260	346	433	519	606	693	779
65	90,6	181	271	362	453	542	634	725	814
70	94,0	188	282	376	470	564	658	752	846
75	96,6	193	290	386	483	580	676	773	869
80	98,5	197	295	394	492	591	689	788	886
85	99,6	199	299	398	498	598	697	796	897
90	100,0	200	300	400	500	600	700	800	900

a riflessione e assorbimento; aggiungeremo qui qualche altro dato, osservando che non tutti gli sperimentatori hanno fornito risultati identici, a causa della diversità dei materiali sottoposti all'osservazione, differenti per fabbricazione, o per qualità e per colorazione, grossezza, purezza. La tabella XLII fornisce alcuni dati relativi a lastre di vetro sottili.

TABELLA XLII.

TIPO DELLE LASTRE DI VETRO	Perdita per cento
Lastra incolore pura e sottile	4
» leggermente giallastra, secondo la grossezza	5 ÷ 6
» » verdastra » » »	8 ÷ 9
Lastra di vetro comune verdastra (secondo la purezza, il grado di colorazione e la grossezza)	8 ÷ 14
Due lastre di uguale qualità (staccate 1 cm. l'una dall'altra)	13 ÷ 22
Lastra di vetro di qualità superiore	30 ÷ 72
Vetro smerigliato secondo la irregolarità della superficie e la colorazione	18 ÷ 32
Vetro lattiginoso secondo la qualità e grossezza	38 ÷ 63

Le tendine e le tende che servono a diminuire la intensità della luce, specialmente quella solare, hanno pure un rilevante potere di assorbimento: così per es. il tessuto di cotone detto *tulle* (rezza) ancorchè molto trasparente assorbe il 15 ÷ 22 % di luce; quello più grosso, secondo la grossezza, 53 ÷ 88 %. Una doppia vetrata accuratamente eseguita può assorbire il 25 % da parte dell'intelaiatura, il 9 % dei vetri (interni incolore, puri e sottili, esterni giallastri) e il 18 % da parte delle tendine, cosicchè resta una luce di $100 \times 0,75 \times 0,91 \times 0,82 = 55 \%$.

Riguardo alle stoffe per tendine e pannelleggiamenti, Cohn fornisce i seguenti dati: le stoffe *shirting* bianche fini, e certi tessuti di cotone bianchi incrociati (*sergès*) lasciano passare 44 ÷ 50 % di luce rossa e 21 ÷ 45 % di luce verde diurna: i tessuti di lino crudo bianchi e grigi non lasciano passare che 6 ÷ 24 % di luce rossa e il 4 ÷ 15 % di quella verde; le stoffe ordinarissime lasciano passare soltanto il 3 ÷ 4 % di luce rossa e l'1 ÷ 5 % di luce verde; zero le tele di lino o di canapa grossolane, grigie. Aggiunge il Cohn che le peggiori sono le tele tinte in verde, o in azzurro (lustrine), le quali non lasciano passare che l'1 % di luce verde.

Trattandosi di finestra di aula scolastica bene costruita si ha una perdita del 20 % per l'intelaiatura e del 13 % per la doppia vetrata, cosicchè resta una luce di

$$100 \times 0,80 \times 0,87 = 69,6\%$$

e per una finestra di scuola a vetrata semplice di costruzione ordinaria, si ha una perdita del 30 % per l'ossatura della vetrata e del 12 % pei vetri, ossia resta una luce di

$$100 \times 0,70 \times 0,88 = 61,6\%$$

Abbiamo accennato all'eventuale accrescimento di luce dovuto a riflessi sia di pareti di fabbricati opposti alle aperture di luce di un locale, sia a riflessi delle pareti e del soffitto del locale stesso. A questo riguardo Schoofs fornisce i dati riportati nella tabella XLIII.

Per aumentare la illuminazione di locali sotterranei, di locali a pianterreno, che a causa di fabbricati prospicienti riceverebbero poca luce, si ricorre ai vetri prismatici (vetri Luxfer per es., vedi vol. I) disposti verticalmente od orizzontalmente. In questo caso formano lucernari pei quali sono anche assai convenienti gli *elementi diffusori* di Saint-Gobain. Si ricorre pure a semplici riflettori formati da schermi di tela bianca o di ferro verniciato in bianco, disposti fuori delle finestre, e così inclinati da riflettere dentro al locale, e dove più conviene, la luce che cade dall'alto sopra di essi. Tali schermi possono essere anche specchi, purchè ben masticati negli orli affinché non vi penetri acqua. Quando oltre alla luce riflessa si vuole ottenere anche luce diffusa, allora le lastre si fanno ondulate.

TABELLA XLIII.

Luce riflessa da una parete verniciata di bianco	80 %
» » » » carta gialla	40 %
» » » » azzurra	25 %
» » » » bruno-carico	13 %
» » » un colore bruno-nero	4 %
» » » legno di abete chiaro	40 ÷ 50 %
» » » una stoffa nera	1,2 %

β) *Illuminazione artificiale.* — Nel vol. I, p. 2^a, è trattata tutta la questione della illuminazione artificiale ottenuta con diverse sorgenti di luce ed incidentalmente si è anche accennato ai pericoli a cui alcune di esse espon-

gono la salute, sia quando la loro luce è assai differente da quella solare, e di intensità troppo elevata e non ha il massimo grado di fissità, sia quando le sorgenti stesse viziano l'aria, emanano troppo calore, e non garantiscono la sicurezza contro le esplosioni e l'incendio. La sorgente di luce oggi ritenuta migliore, perchè priva di quasi tutti i difetti sopraccennati, è la elettrica, ma anche per essa si deve far distinzione fra quella a incandescenza e quella ad arco voltaico. Questa, che fornisce una luce bianca ed abbagliante, non si usa nelle case, negli uffici e simili, ove si ricorre alla luce a incandescenza, la quale però, se prodotta da corrente alternata, non presenta la fissità voluta e ancorchè le brevissime interruzioni dovute ai periodi di frequenza, la quale non dovrebbe essere inferiore a $42 \div 50$ periodi al secondo, non siano avvertite, pure non sono indifferenti per la vista, occasionando una vera stanchezza visiva. Di più non è accertato che la luce a incandescenza si avvicini alla composizione della luce solare, e sembra anzi che mentre i raggi ultravioletti della luce solare non danneggiano la vista, a questa non siano favorevoli i raggi ultravioletti della luce elettrica. Neppure le lampade di nuova invenzione, come ad es. quelle a vapori di mercurio, sono del tutto innocue alla vista, e quello che importa molto si è che la sorgente luminosa, specialmente se abbagliante e di grande splendore, non deve colpire gli occhi. Chi lavora al tavolo deve ricorrere ad appositi riflettori per illuminare meglio il luogo di lavoro, ma essi devono nascondere all'occhio il centro luminoso: nei luoghi pubblici si useranno i globi o apparecchi diffusori e nei teatri a gallerie e a palchi si dovranno collocare le luci in maniera da non offendere la vista degli spettatori. Sarà ottimo il sistema dei lunghi tubi luminosi a vapori di mercurio, purchè disposti sotto le sporgenze dei palchi e delle gallerie (v. teatro di Rovigo nel cap. XIX, vol. II, p. 1^a, sez. IV) e della illuminazione indiretta, ottenuta con luce riflessa. La intensità delle luci artificiali si misura coi fotometri, fra cui ricordiamo quelli di Cohn, Zink Gotha, Thorner, Bunsen, Weber e il fotoscopio di Wingen.

K. — Soleggiamento dei locali.

L'argomento è trattato nel capitolo degli *Stabilimenti sanitari*, ed ha importanza somma nei riguardi igienici, giacchè la salutare influenza dei raggi solari non è risentita soltanto dalle persone sane, ma su di essa si fa grande assegnamento per la cura di certe malattie. I locali esposti a mezzogiorno sono i più sani, ma naturalmente non tutti i locali di una casa si possono disporre in modo da avere tale orientazione. Come a suo luogo abbiamo detto nel corso di quest'opera, i locali si orientano a seconda del loro uso e della destinazione del fabbricato. Ma l'orientazione di quest'ultimo dipende anche dall'orientazione della via in cui sorge. Di essa se ne tratta più innanzi.

L. — Riscaldamento e ventilazione.

Per questi argomenti ci riferiamo al capitolo in cui essi sono trattati (vedi vol. I, p. 2^a, sez. II), e nei capitoli in cui sono indicate tanto la capacità dei locali secondo il loro uso e le persone che vi devono rimanere in un tempo più o meno lungo, quanto il modo e i ricambi che si devono fare dell'aria di un locale affinchè l'aria stessa conservi quel grado di temperatura, di purezza e di umidità necessario alla respirazione dell'uomo. Circa il sistema di riscaldamento osserveremo che fra quello centrale ad acqua calda e quello a vapore, il migliore igienicamente parlando è l'indiretto, cioè ad aria calda riscaldata dal vapore o dall'acqua calda, e condotta nei locali mediante condotti verticali dalle camere di riscaldamento, collocate generalmente nei sotterranei. Questo sistema permette nel modo più semplice e conveniente la filtrazione dell'aria esterna, l'inumidimento di essa, e la soppressione di tubazioni e radiatori entro i locali, con grande vantaggio per la pulizia, e per la conservazione della purezza dell'aria, perchè non avviene più l'abbruciamento del pulviscolo organico in sospensione nell'aria, la quale si essicca eccessivamente ancorchè sui radiatori vengano collocati apparecchi di inumidimento. Naturalmente, soprattutto nei casi in cui nei locali vi siano molte persone, si deve provvedere alla ventilazione dei locali stessi, per ottenere la circolazione dell'aria.

La temperatura nei locali non deve essere troppo elevata, poichè potrebbe cagionare malessere, cefalee, vertigini, ecc. Così pure deve mantenersi quanto meglio è possibile costante, al che concorrono i materiali da costruzione, come abbiamo precedentemente detto, la grossezza dei muri, la loro natura, e quella delle pareti interne e dei soffitti, l'ampiezza, la posizione delle aperture, e le rispettive chiusure, la orientazione del locale, ecc.

La questione del riscaldamento e della ventilazione sotto il punto di vista igienico non è sempre di facile soluzione, soprattutto quando si tratta di locali in cui vi sia grande concorso di pubblico, come si è visto nei luoghi di pubblici spettacoli, di festeggiamenti e simili. L'architetto non dovrà quindi trascurare di studiarla a fondo, valendosi anche del consiglio e della collaborazione di specialisti in materia.

Gioverà qui ricordare che non si deve confondere gli *aspiratori* e gli *insufflatori di aria*, detti comunemente ventilatori, cogli *agitatori d'aria*, detti pure erroneamente ventilatori, dei quali abbiamo dato un esempio nel cap. XII (*Compendio di Elettrotecnica*) del vol. I, p. 2^a. Essi agitano semplicemente l'aria del locale senza ricambiarla e producono l'effetto di un ventaglio; ma l'agitazione è tale da formare correnti di aria, che possono riuscire dannose alla salute, specialmente quando la persona è in traspirazione.

M. — Approvvigionamento di acqua, smaltimento delle materie di rifiuto e disinfezione.

A quanto si è detto nei capitoli relativi all'approvvigionamento dell'acqua (vol. I, p. 2^a, cap. VII), allo smaltimento dei rifiuti (vol. I, p. 2^a, cap. X) e alla disinfezione (vol. I, p. 2^a, cap. IX) non crediamo di aggiungere se non qualche notizia relativa alla depurazione dell'acqua mediante la filtrazione, sebbene la depurazione da inquinamenti batterici si ottenga soltanto con la ebollizione e con mezzi chimici, e mediante l'ozono. I filtri di tipo più semplici sono quelli *lenti*, a ghiaia e sabbia, detti anche continui o *inglesi* e i filtri *rapidi*. Uno dei tipi più noti è quello della cisterna veneziana, a suo luogo descritta. Tralasciamo di descrivere quelli destinati alla filtrazione di grandi quantità di acqua per alimentazione di città: accenneremo soltanto a qualche

tipo domestico. Uno è rappresentato dalla fig. 187. Si compone di un recipiente sul cui fondo bucherellato *tt* è disteso uno strato di grossa ghiaia, sul quale sono sovrapposti altri strati di ghiaietta e di sabbia. Su questa appoggia una lastra *tt* pure bucherellata e nel coperchio del recipiente entra il tubo dell'acqua da filtrare. Questa passa attraverso a una cannella *k* calibrata, che lascia passare da 1 a 2 litri al minuto. L'acqua attraversa tutti gli strati ed esce dalla bocca del fondo depurata.

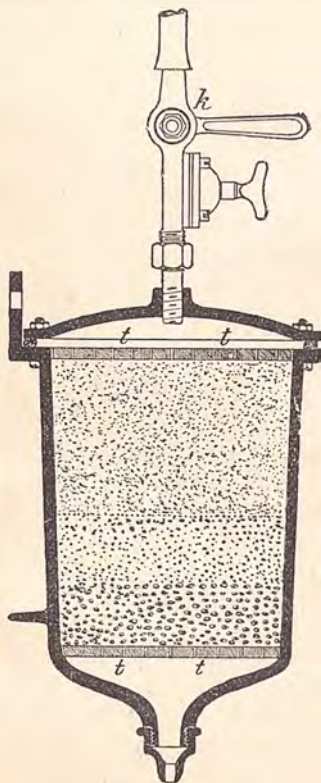


Fig. 187.

Filtro a sabbia e ghiaia.

La fig. 188 rappresenta un tipo di filtro in cui l'acqua risale entro le materie filtranti ed esce da un compartimento superiore. L'acqua da filtrare versata nel tino superiore passa nel compartimento 1 e discende nel 4 mediante un tubo, il quale è più alto del fondo di 1 per lasciare in questo depositare le materie più pesanti, eventualmente contenute nell'acqua. Dallo scompartimento 4 l'acqua, a causa della pressione acquistata, risale passando dal coperchio forellato del compartimento 4, attraverso gli strati filtranti 3 e giunge al compartimento 2, da cui si estrae. Il 2 è coperto da una lastra impermeabile. Una cannella dal 4 serve a vuotare il filtro. Il tubetto punteggiato è per l'uscita dell'aria dal compartimento 2.

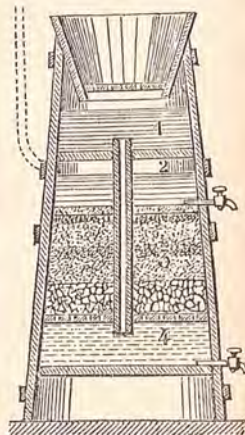


Fig. 188.

Filtro domestico.

La fig. 189 rappresenta un filtro molto usato in Inghilterra. Dentro a un cilindro metallico sta un vaso di pietra arenaria, appeso a un solido coperchio che si tiene ben compresso contro il cilindro e il vaso mediante la vite superiore. L'acqua giunge dal fondo del cilindro metallico e si eleva, in virtù della pressione di 3 metri di colonna d'acqua, contro il vaso interno nel quale entra per sgorgare dal robinetto superiore.

Questo tipo presenta il vantaggio di potersi facilmente smontare per pulirlo.

Un altro tipo di filtro è rappresentato dalla fig. 190; è quello Ducommun modificato da Fonvielle. Consiste in due filtri sovrapposti di tipo Ducommun entro a una cassa metallica, la quale può essere alta anche 6 ÷ 7 metri. La cassa contiene 4 falsi fondi bucherellati e tre spazi vuoti nei quali giunge l'acqua da filtrarsi e da cui alternativamente si raccoglie quella filtrata. Tanto il tubo di carico A quanto quello di scarico B hanno tre robinetti che comunicano coi detti spazi vuoti. I tre robinetti del tubo A sono doppi, cosicchè si può aggiungere un'altra cassa filtrante. Aprendo le chiavi 2 e chiudendo le 1, l'acqua entra nello spazio intermedio, discende nel filtro inferiore e risale nel superiore. Ogni filtro è composto di varî strati di cui l'intermedio è di carbone vegetale pestato, i due 1 sono di sabbia silicea fina, i due 2 di sabbia mezzana e i due 3 di sabbia grossa. L'acqua passata nei due filtri si versa nel tubo B dalle cannelle 2 e viene estratta dal basso. Quando il movimento dell'acqua rallenta, a causa dei depositi formati nei filtri, si chiudono i robinetti 2 e si aprono gli 1: allora il movimento avviene in senso inverso e l'acqua discendente nel filtro superiore e salendo nell'inferiore ripulisce le materie filtranti ed esce torbida dal compartimento centrale.

Il Ducommun ha immaginato poi un filtro capovolgibile (fig. 191), cioè girevole intorno a un asse, per cui l'acqua, che prima è entrata da *a*, e dopo aver attraversato le materie filtranti, esce da *a'*, capovolgendo l'apparecchio entrerà da *a'* e uscirà da *a*, ottenendosi così il suo movimento inverso e la pulitura del filtro.

Naturalmente le materie filtranti non possono servire indefinitamente e quindi si dovrà ricambiarle di quando in quando, allorché si vede che l'acqua filtrata non è più del tutto limpida.

Tipi di filtri domestici si hanno in quelli detti *a candela*, quali la *candela Chamberland*, che si applica agli ordinari robinetti, e quelle *Berkefeld, Maille, Hansa, Buron*,

disposte anche in batteria, candele formate da sostanza porosa attraverso alla quale passa l'acqua.

La fig. 192 rappresenta una candela Berkefeld a pressione, nella quale l'acqua entra superiormente, passa attraverso alla candela filtrante e da questa esce dal robinetto inferiore. La pulitura della candela si fa spazzolandola nell'acqua. La fig. 193 rappresenta una candela a pressione in cui esiste la spazzola per la pulitura, e l'acqua filtrata esce dall'alto. La spazzola si muove mediante la manovella B. La fig. 194 rappresenta un filtro Chamberland senza pressione con batteria di candele, per uso domestico.

Ma tutti i filtri descritti chiarificano bensì l'acqua, ma non la sterilizzano che molto imperfettamente,

anche nel caso di filtrazione lenta. La sterilizzazione si ottiene col calore o per mezzo dell'ozono, come già si è detto.

L'ozono non è che una modificazione dell'ossigeno e si trova nell'atmosfera allo stato libero in piccole quantità, ed ha la proprietà di ossidare, ossia di abbruciare, le sostanze organiche presenti nell'aria, ciò che costituisce una delle principali ragioni del suo potere battericida e deodorante. Quanto maggiore è la quantità di esse e tanto minore è quella dell'ozono. L'aria dei monti, del mare, delle campagne essendo meno inquinata, ne contiene quindi di più ed è perciò detta più sana, più igienica. L'ozono si ottiene artificialmente mediante scariche elettriche oscure, che generano una condensazione di parte dell'ossigeno contenuto nell'aria, producendo l'ozono. L'ossigeno polimerizzato è dotato di una considerevole attività chimica, da cui deriva l'azione battericida dell'ozono. Industrialmente

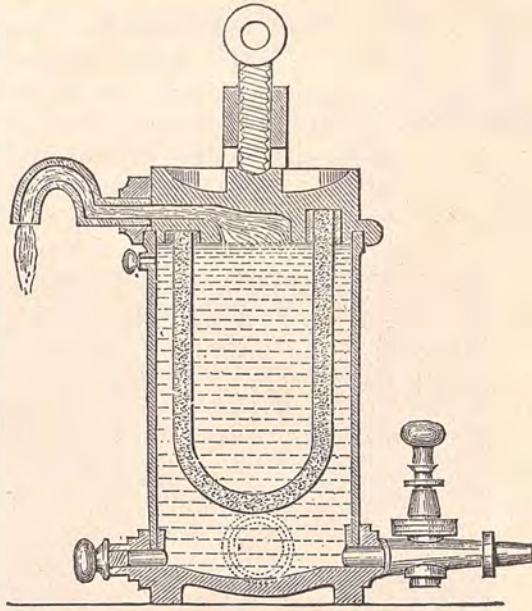


Fig. 189. --- Filtro domestico inglese.

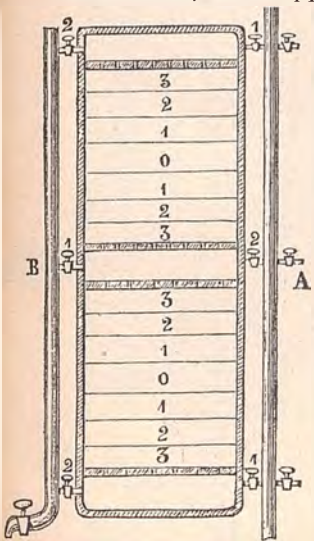


Fig. 190. --- Filtro Ducommun-Fonvielle.

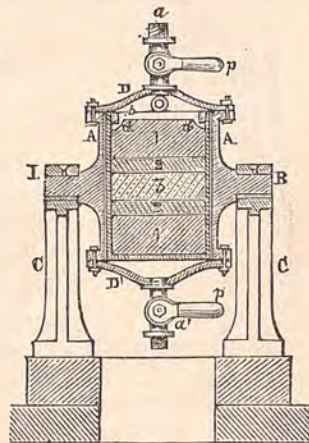


Fig. 191.

Filtro doppio Ducommun.

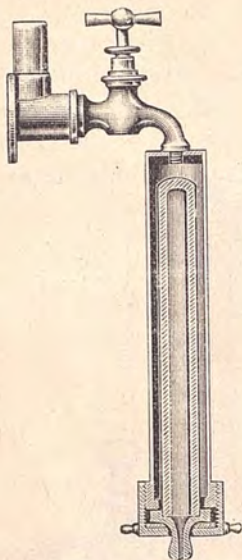


Fig. 192.
Filtro Berkefeld
a candela.

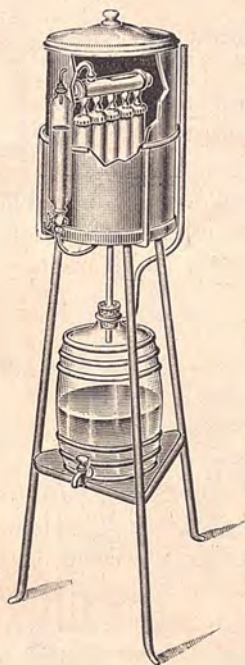


Fig. 194. - Filtro domestico Chamberland senza pressione, a batteria di candele.

esso è prodotto provocando l'effluvio elettrico fra due dielettrici a differente potenziale, posti a distanza fra loro e facendo circolare in tale interspazio dell'aria, che viene ionizzata dalle scariche oscure prodottesi fra i dielettrici. L'ozono così generato, per avere azione sterilizzatrice sull'acqua da depurare, deve avere con questa il più intimo contatto, il quale si prolunga e si perfeziona nella campana di self-contatto. L'apparecchio ozonatore, dotato di un proprio trasformatore, usufruisce della comune corrente a tensione normale, fornita ormai quasi dappertutto; ma se si disponesse di corrente continua, si dovrebbe ricorrere a convertitrice.

L'ozono trova molteplici applicazioni nel campo industriale, come, per es., nella stagionatura artificiale del legno, nell'imbianchimento dei tessuti, nel miglioramento e invecchiamento dei vini. Ma la sua più importante applicazione è nel campo igienico, poichè serve alla sterilizzazione delle acque, alla purificazione e deodorazione dell'aria (1), alla sterilizzazione dell'aria delle celle frigorifere (2).

Fra gli apparecchi ozonizzatori citiamo quelli *Siemens e Halske* e della *Ditta Ozono* di Milano, la quale ne costruisce di quelli che associano all'ozonatura la filtrazione attraverso a filtro di caolino.

Senza entrare nella descrizione particolareggiata di tali apparecchi, riproduciamo nelle fig. 195 e 196 l'impianto con apparecchi della *Ditta Ozono*, eseguito dall'ing. E. Adami di Padova nell'Aeroporto di Aviano, fornente metri cubi 96 giornalieri di acqua potabile, ottenuta da quella del torrente

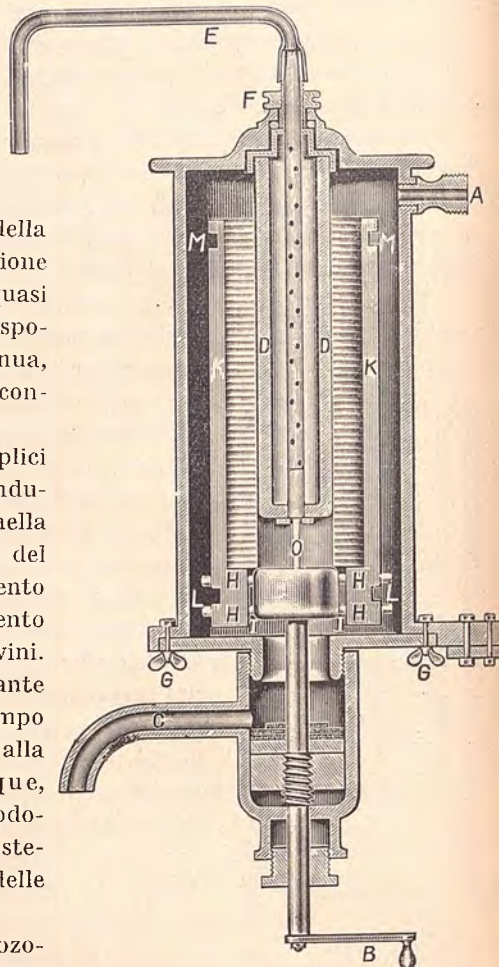


Fig. 193. - Sezione del filtro Berkefeld, con apparecchio di pulitura.

(1) Il dott. SAVAZZINI, nell'*Avvenire Agricola* dell'11 novembre 1930, tratta dell'ozono per la purificazione e deodorazione delle stalle.

(2) BORGINO ing. C., *Sulla sterilizzazione delle celle frigorifere* (*Rivista del freddo*, agosto 1930).

Cellina (1). L'acqua greggia, attraverso apposita opera di presa, costruita in prossimità del canale da cui essa deriva dal torrente, giunge per gravità e per mezzo di tubazione metallica ai bacini di decantazione, da cui, dopo aver subito il processo di flocculazione mediante aggiunta di un coagulante (solfato di alluminio) distribuito da appositi dosatori automatici, passa alle due unità filtranti. Queste sono a sabbia sommersa non in pressione, a pulizia meccanica mediante acqua e aria compressa. L'acqua, chiarificata dalla filtrazione, passa in un serbatoio di raccolta e sollevata

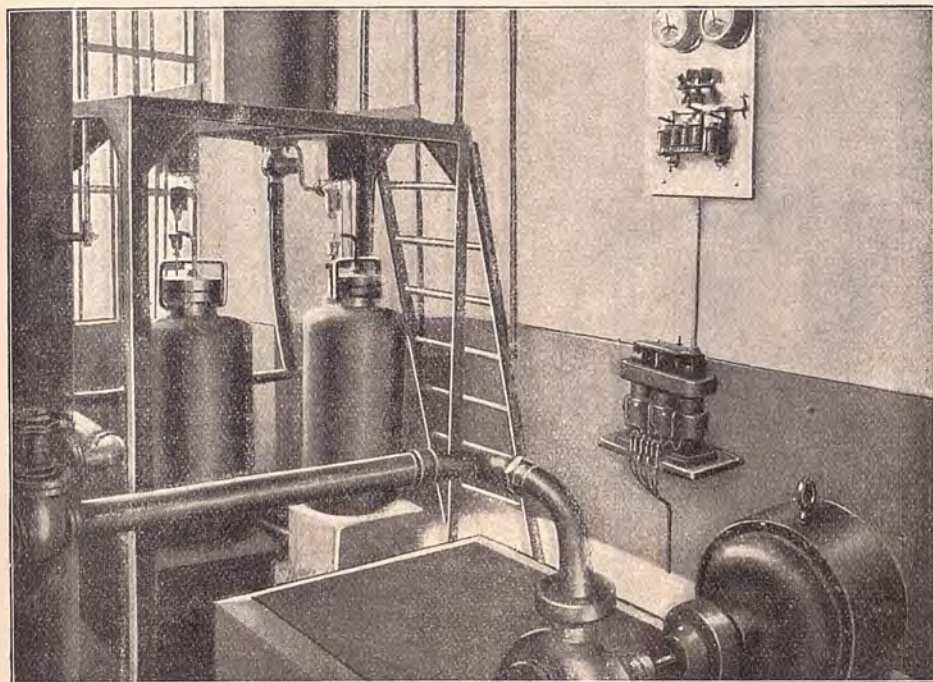


Fig. 195.

Potabilizzazione di acqua per mezzo dell'ozono. Impianto dell'aeroporto di Aviano. Compartimento di dissoluzione e di distribuzione automatico del coagulante e di sollevamento dell'acqua resa potabile.

per mezzo di elettropompa è inviata agli emulsori (organi statici di mescolamento dell'acqua e dell'ozono). L'acqua sterilizzata passa per gravità in apposito serbatoio da cui viene sollevata con una elettropompa, munita di autoclave, alimentante la rete di distribuzione. Ai livelli minimo e massimo dell'acqua rispettivamente entro i serbatoi dell'acqua filtrata e di quella sterilizzata, gli impianti filtranti e sterilizzanti entrano in funzione o si arrestano automaticamente. In caso di funzionamento anormale dei generatori di ozono, resta comunque automaticamente impedito il funzionamento dell'impianto. L'ozonatore è ad un elemento verticale a lastre piane, refrigerazione a circolazione di acqua e ad aria ad aspirazione centrale; è del tipo ing. M. P. Otto (fig. 196) di cui la Ditta Ozono possiede i brevetti. Il contatto fra l'acqua e l'ozono avviene per emulsione e sotto pressione entro colonna di self-contatto, pure di tipo Otto.

(1) ADAMI ing. E., *Approvvigionamento di acque potabili (La bonifica integrale, maggio 1929)*.

Il tipo della fig. 196 può erogare 3000 litri di acqua all'ora in modo continuo e quello della fig. 197 può erogarne 500. Ambedue sono sufficienti a soddisfare le esigenze di piccoli comuni e centri rurali, con una spesa assai moderata di impianto e di esercizio.

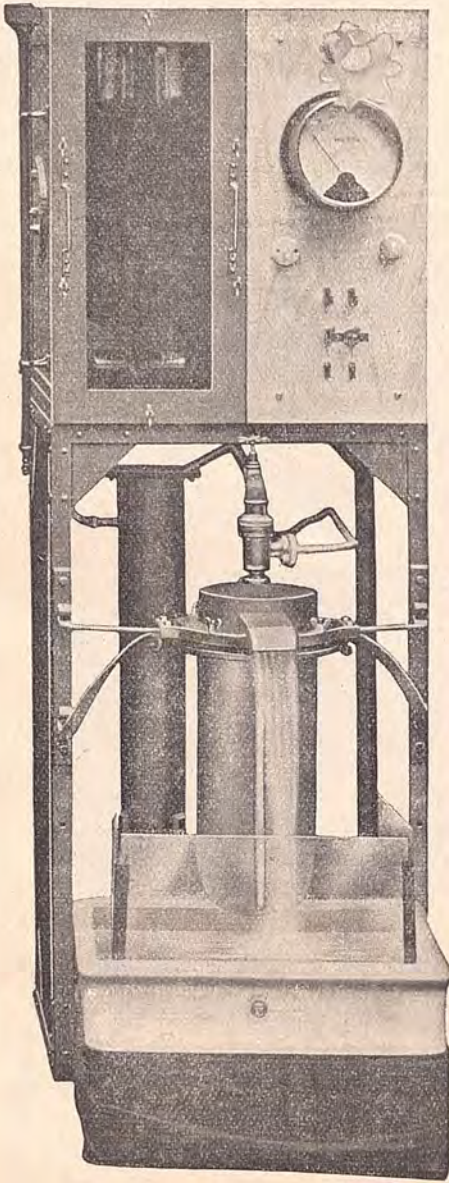


Fig. 196. — Sterilizzatore all'ozono, di tipo semi-industriale. — Portata oraria massima litri 3000.

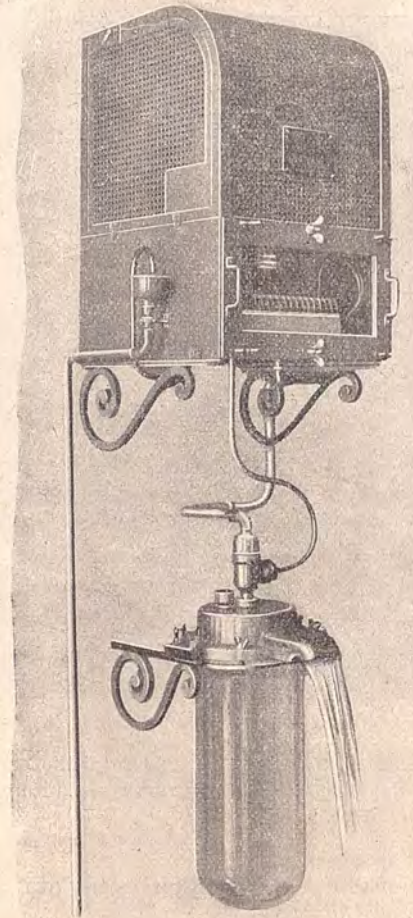


Fig. 197. — Sterilizzatore all'ozono, tipo semi-industriale. — Portata oraria litri 500.

N. — Influenza della condotta dei lavori sulle qualità igienico-sanitarie di un fabbricato.

La esecuzione di murature durante il gelo può grandemente compromettere il processo di presa delle malte, colla conseguente minor solidità della muratura, permanenza di umidità in essa, e facilità di assorbirne di nuova. I muri costruiti

in tempo di gelo risultano perciò umidi. Vi sono regolamenti che vietano di eseguire murature a temperature inferiori a -2° , ma se si osserva che adoperando materiali bagnati e malta a lenta presa, anche una costruzione in luogo elevato e ben esposto a venti, eseguita a temperatura superiore a -2° può dare risultati sfavorevoli, si può ben dire che, adoperando materiali asciutti e malta a rapida presa in posizione riparata, si possono avere risultati ancora buoni con temperatura a -2° . Quando si usino sufficienti precauzioni non è dannoso eseguire murature in tempo di freddo non molto intenso, specialmente pei muri interni di altezza non molto rilevante. Può anzi riuscir favorevole, poichè se il freddo è secco, la malta fresca evapora tosto gran parte dell'umidità, diminuendo così la formazione dei cristalli di ghiaccio che si formano sotto la superficie della malta stessa. Si dovrà tener presente: a) asciuttezza dei laterizi e delle pietre ed eventuale riscaldamento di essi; b) impiego di malta a rapida presa, preparata con impasto piuttosto consistente; c) protezione durante la notte della muratura mediante copertura. La malta è di presa più rapida quando è composta di calce spenta di recente ma non completamente; sia preparata in piccola quantità secondo il bisogno, sia piuttosto magra, cioè un po' scarsa la proporzione della sabbia, e infine quando la sabbia, od anche l'acqua, siano preventivamente alquanto riscaldate.

La malta di cemento Portland, a causa della sua presa più rapida di quella delle malte di calce, può sopportare senza danno anche dopo poche ore il gelo, se preparata densa, ma non distesa in grosso strato, poichè diventando compatta impedirebbe all'acqua superflua di uscirne: se in questa si formano dei cristalli di ghiaccio lo strato indurito si spezza. Lo stesso non si può dire dell'intonaco di cemento, e meno ancora di altri intonachi pei quali conviene attendere non soltanto che la muratura sia relativamente asciutta, ma che la temperatura sia opportuna. Anche impiegando malta di cemento converrà sempre riscaldare la sabbia, o l'acqua, e proteggere durante la notte la muratura fresca (1).

Quando la costruzione della muratura eseguita d'inverno viene sospesa, e ripresa in primavera, sarà sempre prudente demolire i due filari superiori e sostituirli con muratura nuova, raschiando bene le connessioni in cui si veda malta staccata.

I solai, salvo che siano di calcestruzzo armato, non si dovranno mai eseguire prima che sia completato il tetto. Fanno eccezione i solai formati con travature metalliche, le quali non soffrono anche se esposte alla pioggia, benchè il conseguente arrugginimento non sia favorevole; conviene perciò evitarlo ricoprendo l'ossatura mediante tavolati provvisori.

Ad evitare l'inumidimento di porzioni di muratura, è necessario, mentre si costruisce il tetto, di provvedere al completo smaltimento dell'acqua, collocando i canali di gronda e prolungando i pluviali fino a terra, perchè se si lasciassero interrotti a qualche altezza e fossero pure risvoltati a gomito, la pioggia di stravento inumidirebbe il muro, e l'acqua stramazzante al suolo, e rimbalzante sul muro, inumidirebbe la zoccolatura e penetrando nel terreno inumidirebbe la muratura sottoterra.

Canali di gronda e pluviali devono sempre disporsi in modo da essere ispezionabili; quindi i pluviali è meglio che siano esterni ai muri: ma se per ragioni, specialmente estetiche, si devono collocare entro incassature dei muri, esse dovranno farsi ampie isolando il condotto da ogni parte, e intonacarle con cemento, o addirittura formandole

(1) Noi a Milano abbiamo eseguito un solaio di calcestruzzo armato, che doveva avere un sopraccarico di circa 2000 Kg. per m^2 , e quando la temperatura discese a -5° abbiamo riscaldato l'acqua e aggiuntovi anche sal di cucina. Il solaio formato da nervature e solette, sostenute da pilastri, fu tenuto armato per alquanto tempo, maggiore dell'ordinario, ottenendo un ottimo risultato nei riguardi della presa e specialmente alla prova di carico.

di calcestruzzo come un tubo di cemento. Ov'è possibile il lato interno della incassatura si potrà fare con parete mobile, affine di permettere l'ispezione del condotto ed eventualmente la sua riparazione. Per maggior sicurezza conviene addirittura ricorrere a tubi di cemento incatramato, o a tubi di eternit, i quali non arrugginiscono nè si spezzano come quelli metallici per effetto di eccessivo freddo. L'eternit sostituisce molto convenientemente canali di gronda e pluviali anche esterni.

Si dovrà usare la massima severità cogli operai affinché per le loro occorrenze si valgano soltanto delle apposite latrine, e non imbrattino materiali giacenti per essere posti in opera, o murature già eseguite.

Molte volte, per ragioni di speculazione, si intraprende la costruzione di fabbricati destinati a reddito, verso la fine dell'estate, od anche in autunno, cosicchè al principio della primavera il fabbricato possa esser pronto per l'occupazione. È una pratica assolutamente contraria alla salubrità, cosicchè si dovrebbe seguire il procedimento opposto.

Da tutto l'esposto si rileva la grande importanza che ha un'assidua e oculata condotta dei lavori sulle qualità igieniche di una casa, della quale condotta e delle sue conseguenze, se male intesa, sono pienamente responsabili il direttore dei lavori e la impresa costruttrice.

BIBLIOGRAFIA

Nelle bibliografie annesse a tutti i capitoli del vol. I, parti 1^a e 2^a, si trovano pubblicazioni che interessano l'igiene, per cui non crediamo sia il caso di ripeterle. Ci limiteremo qui a elencare quelle che più specialmente trattano l'argomento dell'igiene nella costruzione edilizia in modo più o meno diretto. Soprattutto nei periodici, nei congressi, nei bollettini di Istituti, igienisti e medici hanno esposto teorie, studi e risultati di esperienze, descritti apparecchi, ecc.; ma sarebbe troppo lungo citarli. Registriamo qui appresso i periodici più noti a cui potrà far capo lo studioso.

Publicazioni italiane.

- ALBRECHT H., *Trattato pratico di igiene industriale*, Vallardi F., Milano.
- ANFOSSO C. e PAGLIANI L., *Istruzioni per l'igiene pubblica e la polizia sanitaria*, «Enciclopedia arti e industrie», Utet, Torino.
- BADALONI G., *Le malattie della scuola e la loro profilassi*, Soc. ed. «Dante Alighieri», Roma 1901.
- BERLESE, *Insetti della Casa e dell'Uomo*, Manuali Hoepli.
- CASAGRANDE, *Sui metodi per giudicare dell'abitabilità delle case vecchie e nuove dal grado di umidità dei locali*, Utet, Torino 1903.
- CELLI A., *Manuale dell'igienista*, Milano 1911.
- GIMMINO, *Manuale d'igiene per gli Ingegneri*.
- DE GIAXA, *Manuale d'igiene*, Milano 1912.
- DE GIAXA V., *Igiene delle città*, Utet, Torino 1930.
- FARALLI GIOVANNI, *Igiene della vita pubblica e privata*, Hoepli, Milano 1892.
- FILIPPINI, *Prontuario dell'igienista*, Pozzi, Roma 1923.
- FIORANI-GALLOTTA P. L., *L'Igiene della casa*, A. Milani, Padova 1932.
- GIANNITRAPANI, *Lo smaltimento delle immondizie cittadine*, Palermo 1927.
- GIRONE A., *Il suolo e le relative questioni sanitarie*, Aversa 1891.
- GRAMBERG A., *Ventilazione e riscaldamento*, Società Ed. Libreria, Milano 1913.
- ILVENTO, *La casa nell'igiene sociale*, Ist. Editoriale Scient., Milano 1925.
- IZAR A., *Moderni sistemi di riscaldamento e di ventilazione*, Hoepli, Milano 1912.
- MENEGHINI, *Chimica applicata ai materiali da costruzione*, La Litotipo, Padova 1923.
- NERI F., *Acqua potabile*, 1929.
- PAGLIANI, *Trattato d'igiene e di sanità pubblica*.

- PELLEGRINI, *I materiali di pavimentazione e di rivestimento*, Utet, Torino 1900.
- POZZI F., *Filtrazione, Filtro*, «Enciclopedia arti e industrie», Utet, Torino.
- REVELLI C. A., *Igiene industriale*, Utet, Torino 1897.
- ROSTER, *Climatologia dell'Italia nelle sue attinenze con l'igiene e coll'agricoltura*, Roma 1909.
- RUATA G. A., *Trattato d'igiene per gli ingegneri*, Hoepli, Milano 1906 (Vol. I).
- RUBNER M., *Trattato d'igiene*, Soc. Ed. Libreria, Milano 1906.
- RUMOR e STROEMENGER, *Riscaldamento, ventilazione e impianti sanitari*, Hoepli, Milano 1926.
- SALMOIRAGHI F., *Materiali naturali da costruzione*, Hoepli, Milano 1891.
- SANARELLI, *Tubercolosi ed evoluzione sociale*, Treves, Milano 1913.
- SCALA, *Applicazioni di fisica e chimica all'igiene*, «Trattato italiano d'igiene» di O. CASAGRANDE.
- SELVELLI C., *Igiene delle abitazioni*, Lupi, Città di Castello, 1901.
- SPATARO DONATO, *Fisica termica applicata all'igiene*.
- SPELUZZI M., *Tecnica sanitaria nella costruzione degli edifici civili*, Vallardi F., Milano 1932.
- VILLAVECCHIA, *Trattato di chimica applicata*, Hoepli, Milano 1921.

PERIODICI.

- Giornale della R. Accademia di Medicina.*
Giornale della Reale Società d'igiene.
La casa (Archivio di Patol. e Clinica medica).
L'Ingegneria sanitaria.
L'Ingegnere igienista.
L'Igiene moderna.
Riforma medica.
Rivista di Ingegneria sanitaria e di Edilizia moderna.
Rivista d'Igiene e di Sanità pubblica.

Publicazioni francesi.

- ARNOULD J., *Nouveaux éléments d'hygiène*, Paris 1881.
 AUPETIT L. et M., *Guide pour la distribution de l'eau dans les bâtiments*, 1926.
 BARDE C., *Salubrité des habitations et hygiène des villes*, Baudry, Genève 1891.
 BARRÉ L. A. et P., *La maison salubre*, Baillière, Paris 1898.
 ID., ID., *La ville salubre*, Baillière, Paris 1897.
 BAUDET L., *Filtration des eaux alimentaires. Filtrés à sable non submergés*, 1908.
 BAUDRON E., *Connaissance, recherche, choix et essais des matériaux de construction et de ballastage*, Paris.
 BERTIN-SANS, *L'habitation*, Baillière, Paris, 1904.
 BONJEAN E., *Analyse des eaux potables*, 1906.
 BOURREY G., *L'eau dans l'industrie. Application. Épuration*, 1908.
 BROUARDEL e MOSNY, *Traité d'hygiène*.
 CASATI J., *L'hygiène et l'art dans la construction*, 1903.
 CHALON P. F., *Eaux souterraines*, Béranger, Paris.
 CLOUET L. et E. COLBAERT, *Traité d'architecture, Tome III: Hygiène de l'habitation*, 1913.
 CORFIELD W. A., *Les maisons d'habitation, leur construction et leur aménagement*, Baillière, Paris 1889.
 DEBAUVE A. et Ed. IMBEAUX, *Assainissement des villes. Distribution d'eau*, Paris.
 DESSOLIER H., *Habitation dans les pays chauds*.
 DEVOS E., *L'emplacement, l'orientation, l'aménagement des bâtiments*.
 DUMESNIL O., *L'hygiène à Paris. L'habitation du pauvre*.
 FLEURY P., *Nouveau traité usuel de la peinture en bâtiment*, Garnier, Paris 1898.
 FOSSANGRIVES, *Hygiène et assainissement des villes*.
 FRICK G., *Fouilles et fondations*, Dunod, Paris 1920.
 GARTNER A., *Précis d'hygiène publique et privée*, Bruxelles 1895.
 GUILLOT E. et C., *L'hygiène dans la construction et l'habitation*, 1914.
 GUINOCHE, *Les eaux d'alimentation, épuration, filtration, stérilisation*, Paris 1894.
 HÉBERT E. (D'), *Les matériaux de construction et d'ornementation*, Paris.
 KNAPEN A., *Précis d'hygrométrie du bâtiment*, Paris 1926.
 LANG, *La ventilation naturelle et la porosité des matériaux de construction*, Stuttgart 1887.
 LEMARIÉ M., *L'architecture moderne et l'hygiène*, 1903.
 MAGGIORA, *Annales de Micrographie*.
 MEIGNÉ A., *Traité pratique de plomberie*, 1928.
 MUNTZ, *Cours d'hygiène*.
 NOGIER, *Les rayons ultraviolets et leur application industrielle à la stérilisation des eaux et autres liquides*, Dunod, Paris 1910.
 PALMERG A., *Traité de l'hygiène publique* (tradotto dallo svedese), Doïn, Paris.
 PETIT V., *L'eau souterraine*, 1931.
 PHILIPPE C., *De l'humidité dans les constructions et des moyens de s'en garantir*, Daly, Paris 1882.
 PUTZEYS E., *Les installations sanitaires des habitations privées et collectives*, Bruxelles 1908.
 PUTZEYS et SCHOOPS, *Traité de technique sanitaire*, Paris-Liège, 1927.
 RAZOUS P. et A., *Filtration, stérilisation et épuration des eaux potables, etc.*, 1908.
 RICHARD, *Précis d'hygiène*.
 ROSENTIAL J., *Traité d'hygiène publique et privée*, Bruxelles 1890.
 SCHOOPS, *Traité d'hygiène pratique*, Baillière, Paris 1908.
 SCHÜBLER, *Annales de l'agriculture française*, 1854.
 TRELAT E., *Hygiène de la température et de l'air dans la maison*, 1880.

PERIODICI.

- Eau et hygiène.*
La technique sanitaire et municipale.
Le Génie Sanitaire.
L'hygiène générale et appliquée.
Revue d'hygiène et de police sanitaire.
Technologie sanitaire.

Publicazioni tedesche.

- BERGWALD F., *Grundwasserdichtung, Isolierung gegen Grundwasser und aufsteigende Feuchtigkeit*, Oldenburg, München und Berlin 1916.
 BOTHAS L., *Massen-Desillation von Wasser*, 1908.
 BREYER F., *Der Mikromembran-Filter*, 1886.
 BRIX I., *Ueber Schnellfilter*, 1901.
 BÜSING F. W., *Ueber die Bestimmung der von städtischen Kanälen aufzunehmenden Wassermengen*, 1900.
 ERLWEIN G., *Die Ozon-Wasserwerke*, 1903.
 ID., *Trinkwasserreinigung durch Ozon nach dem System v. Siemens u. Halske*, 1901.
 ESMARCH, *Hygienisches Taschenbuch*, Berlin 1908.
Handbuch der Architectur, parte 3^a, vol. V, 2.
 FODOR, *Luft, Boden und Wasser*, Braunschweig 1881.
 ID., *Das gesunde Haus und die gesunde Wohnung*, Braunschweig 1878.
 GROSS E., *Handbuch der Wasserversorgung*, 1930.
 HOFMANN, *Grundwasser und Bodenfeuchtigkeit*.
 KÖHNE W., *Grundwasserkunde*, 1928.
 KOROSI, *Die Sterblichkeit der Haupt- und Residenzstadt*, Berlin 1904.
 KRÜGER R., *Handbuch des gesammten Strassenbaues in Städten*, Jena 1881.
 KRÜGER R., *Die Filter für Haus und Gewerbe*, 1886.
 LANG, *Porosität einiger Baumaterialien*, «Z. f. Biologie», 1875.
 MÜLLENBACH H., *Ueber Zweck u. Ausführung der Filter bei Wasserreinigungsanlagen*, 1900.
 NOWAK J., *Lehrbuch der Hygiene*, Wien 1881.
 PETER H., *Probleme der Wasserfiltration*, Zürich 1924.
 PRAUSNITZ, *Atlas und Lehrbuch der Hygiene*, München, Lehmann, 1909.
 SCHACHNER R., *Gesundheitstechnik in Hausbau*, Oldenburg, München und Berlin 1926.
 SCHÜLKE H., *Gesunde Wohnungen*, Berlin 1880.
 SOYKA, *Der Boden*, «Handbuch der Hygiene».

PERIODICI.

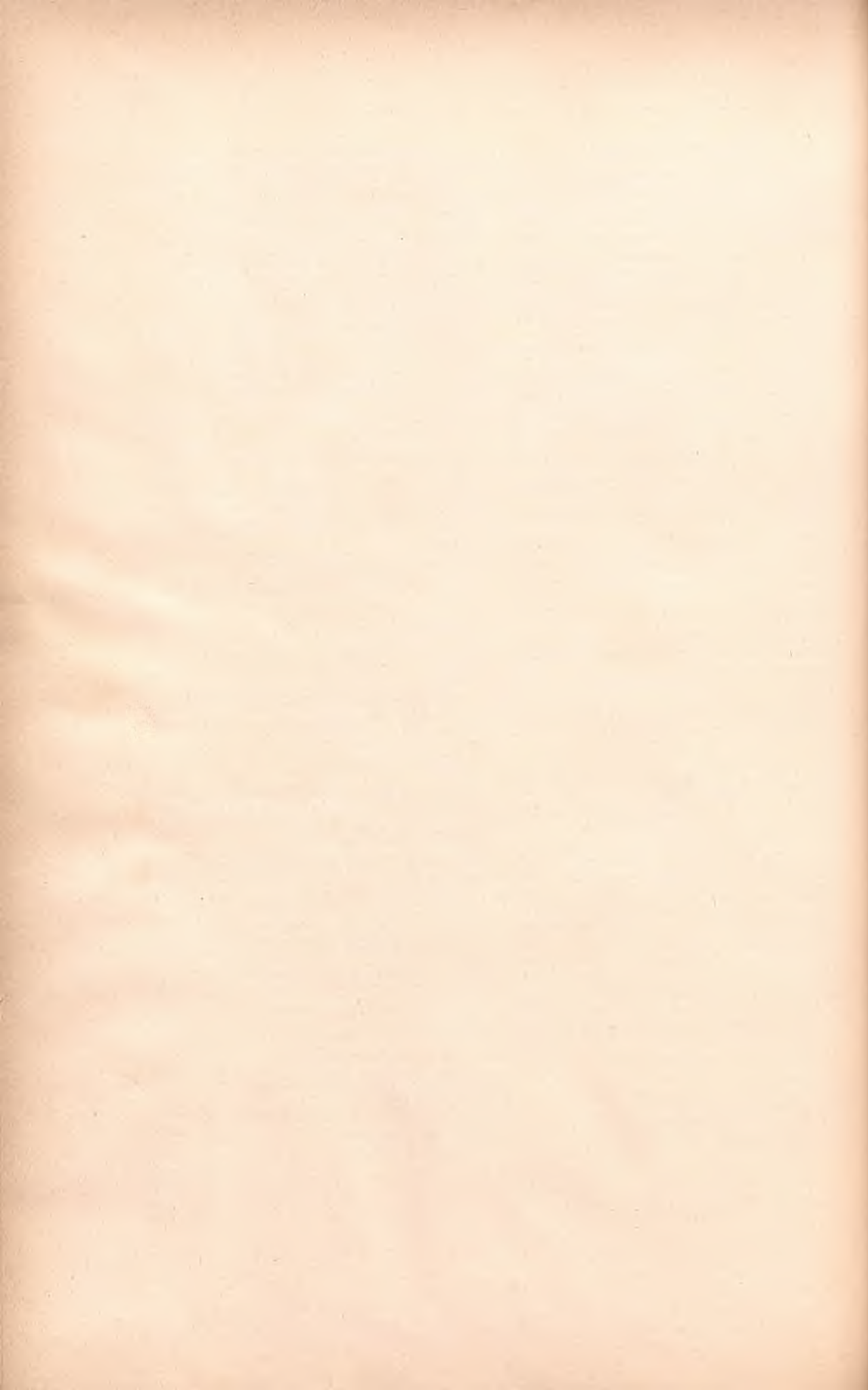
- Archiv f. Hygiene.*
Die Wärmewirtschaft.
Gesundheit's Ingenieur.
Wasser und Abwasser.
Zeitschrift f. Hygiene.
Zentralblatt f. gesam. Hygiene.

Publicazioni inglesi ed americane.

- ATKINS W. G., *The Modern System of Water Purification*, 1903.
 ATKINS W., G., *Water Softening and Scientific Filtration*, 1894.
 CHAUMONT, *The abitation in relation to healt*, London 1879.
 COLLET H., *Water Softening and Purification*, 1895.
 DON and CHISHOLM, *Modern Methods of Water Purification*, London 1913.
 DOUGLAS-GALTON, *Observations on the construction of healthy povelling*, 1886.
 DYE F., *Hot Water Supply*, Fifteenth, London 1912.
 FUERTES J. H., *Water-Filtration Works*, 1901.
 GERHARD W. P., *The Superintendence of Piping installations in Buildings*, 1907.
 HILL J. W., *The Purification of Public Water Supplies*, 1898.
 HOUSTON, *Studies in Water Supplies*, London 1913.
 LEFFMANN and BEAM, *Examination of water for sanitary and technical purpose*, Blakiston, Filadelfia 1889.
 RIDEAL S., *Water and its Purification*, 1902.
 SAVARD, *The Bacteriological Examination of Food and Water*, Cambridge 1914.
 RICHARDSON B. W., *Hygieia, a city of Healt*, London 1876.
 WOOD F., *Sanitary engineering*, 1914.

PERIODICI.

- American Journal of hygiene.*
Journal of the Institute of Public Health.
Public Healt Engineer.
Sanitary Record and Journal of Municipal and Sanitary Engineering.
The British Med. Jour.
The Journ. of State Med.



CAP. IV. — Restauri, consolidamenti, ricostruzioni.

(DANIELE DONGHI)

Quando in una fabbrica, o in parti di essa, si producono dissesti per cause intrinseche o estrinseche, così che ne sia compromessa la stabilità, l'integrità e la durata, si deve ricorrere a tutti i mezzi atti a ridonare all'intera fabbrica, o alle sue parti danneggiate, la necessaria resistenza, l'aspetto primitivo e il massimo potere di conservazione.

Nel cap. I di quest'*Appendice* si sono già indicate le cause producenti dissesti, ma per impedire la rovina parziale o totale di un fabbricato, o per arrestare l'effetto dell'una o dell'altra, si dovranno eseguire lavori di riparazione, di consolidamento, di risarcimento e di rifacimento, aventi principalmente lo scopo della conservazione: quando però il dissesto sia tale per cui nessuno di tali lavori sarebbe sufficiente allo scopo, allora è giocoforza ricorrere alla ricostruzione, se questa però, per ragioni speciali, sia assolutamente necessaria.

Ai detti lavori si dà il nome generico di *restauro*, ma questo vocabolo più esattamente si usa per indicare le opere che si eseguono per ridare a un edificio di carattere storico, artistico, archeologico, la perduta stabilità, affine di assicurarne la conservazione, e di ridargli il suo antico aspetto.

Nel citato capitolo si è notato quale sia la causa più comune e certa, e quella più temibile della parziale o totale rovina di una fabbrica. Comune e certa perchè essa è ineluttabile per qualsiasi oggetto naturale od artificiale: maggiormente temibile poichè il suo procedere più o meno lento si compie quasi sempre senza segno visibile, o tale da non sembrare pericoloso, talchè non vien meno la confidenza nella robustezza dell'opera. La vetustà procede nascostamente come il tarlo e bene spesso quando dà segno di sè, è troppo tardi per ricorrere ai rimedi, che si mostrerebbero insufficienti ancorchè di natura energica.

Al deterioramento di materiali e di strutture, dovuto specialmente all'uso, ma anche al tempo, si ripara coi lavori detti di mantenimento: pavimenti, tetti, intonachi, finimenti di ogni sorta esterni e interni, ecc., hanno sempre bisogno di riparazioni, sostituzioni di parti e così via, riparazioni di carattere periodico o saltuario e alle quali tanto più raramente si dovrà ricorrere quanto migliori saranno stati i materiali impiegati, e meglio adatti alla loro funzione; quanto più resistenti le strutture e più giudiziosa la scelta dei mezzi atti ad impedire gli effetti sia dell'umidità di qualsiasi genere e provenienza, sia degli agenti atmosferici: infine quanto più convenienti e attive saranno tutte le operazioni che si compiono per lo scopo della conservazione. Così la ripassatura almeno annuale dei tetti, colla pulitura delle grondaie; la pulizia dei pozzi ai piedi dei tubi di scarico; l'oliatura e la ceratura dei pavimenti: la pulitura delle vetrate e l'eventuale rimasticatura delle lastre di vetro: la ricoloritura e la riverniciatura di inferriate e di tutte le opere metalliche soggette a irrugginimento: la spazzatura delle canne da fumo e la pulitura di caldaie per riscaldamento; la ripassatura di cannelle; la pulitura, lustratura e oliatura della ferramenta di chiusure di porte e finestre, ecc. Trascurate che siano le opere ordinarie e straordinarie di man-

tenimento, i guasti, le rotture, gli ingorghi di condutture, ecc., ecc. diventano di tale importanza da obbligare a opere ben maggiori e ad operazioni ben più difficili e costose di quelle che sarebbero occorse per un adeguato periodico mantenimento.

Se poi si presenta qualche segno di dissesto, lesioni di vario genere, fessurazioni, distacchi, strapiombi, allora si deve procedere a un'accurata ricerca della causa, la quale può essere occasionale o permanente, del che bisogna per prima cosa assicurarsi. Non è tanto facile giudicare più o meno prontamente se un dissesto è di lieve o di grande entità, e neppure se esso dipenda da cedimenti o da debolezza congenita delle strutture, o sia conseguente a sforzi interni e a vetustà. È una diagnosi che non può farsi con sicuro risultato se non da un tecnico provetto, impraticitosi in restauri di varia natura, sebbene anch'egli possa in certi casi rimanere incerto e sbagliarsi. Per giudicare se la causa è occasionale o permanente si ricorre alle così dette *spie*, a tutti note, poste attraverso a fessure o a strappi delle murature. Sono formate con gesso, oppure con lastrine di vetro tagliate a coda di rondine, le cui code sono ingessate nei labbri della fessura. Se il gesso o la lastrina si spaccano vuol dire che il movimento dissestante continua. Però non possiamo affermare che tale prova sia sicura, poichè circostanze fortuite possono intervenire per fessurare le *spie*. Tali per esempio lo scotimento delle murature dovute al passaggio continuo di pesanti veicoli per le strade, od anche a uragani e a scosse sismiche leggere. Si può giudicare se delle fessurazioni o dei distacchi è causa un cedimento osservando la posizione relativa dei labbri della fessura, o del distacco o strappo. Se le eventuali piccole sporgenze di un labbro sono più basse delle corrispondenti rientranze del labbro opposto, si dovrebbe dedurre che un cedimento è avvenuto dalla parte del labbro abbassatosi, cedimento di solito accompagnato anche da un moto di rotazione intorno allo spigolo maggiormente compresso, o pel quale siasi manifestato un cedimento maggiore. Riconosciuto il cedimento si procederà alle necessarie opere di puntellazione e di sostruzione se la causa del danno dipenderà da debolezza della fondamenta, o dalla qualità del terreno, la cui resistenza si reputò sufficiente all'atto della costruzione, ma sia diminuita per una causa qualsiasi (1).

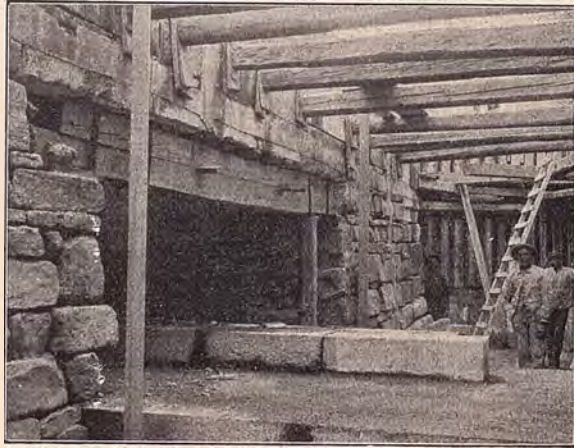
Nel vol. I, cap. I, § E e cap. II, § XVI abbiamo descritte opere di puntellamento e di sottomurazione: perciò rimandiamo a quei capitoli. È evidente che non si possono fornire norme assolute ed uniformi per tali lavori, pei quali si adotteranno sistemi diversi a seconda della qualità del terreno, della forma del fabbricato, della parte che deve sottomurarsi, delle condizioni statiche di essa, dei materiali impiegati, della necessità di un più o meno pronto consolidamento.

Il consolidamento di fondamenta richiede il loro rifacimento quando si riconoscano insufficienti o male eseguite o guaste dal tempo; ma se si tratta di cedimento del terreno, e se questo è avvenuto per tutta l'ampiezza del fabbricato, si deve effettuare un ampliamento del piano di posa, affinchè il peso della fabbrica si distribuisca sopra una maggior superficie di terreno, diminuendo così il carico unitario su di esso, in relazione alla sua resistenza originaria, o a quella successivamente assunta (2). Nelle ricostruzioni di parti vecchie si deve impiegare malta a rapida presa e mattoni, tenendo i giunti molto sottili (non più grossi di mm. 5). Se la sottomurazione richiede l'infissione di pali e non vi sia spazio sufficiente per il battipalo, si ricorre al torchio idraulico.

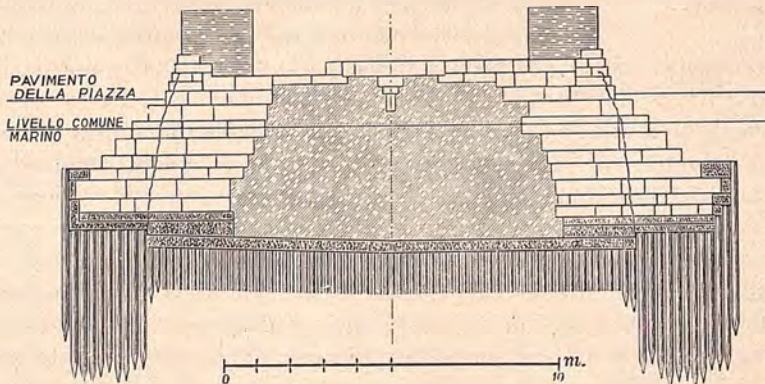
(1) Vedi Nota 1ª, pag. 293.

(2) Due esempi di centinature e puntellature per sottomurazione di colonne e pilastri, eseguite dal Prof. G. Tomasatti, si trovano descritti nell'articolo « Centinature di archi per cambiamento di fondazioni dei pilastri » dell'*Edilizia Moderna*, anno 1907.

Un esempio abbastanza recente di importante consolidamento di fondamenta con ampliamento del piano di posa, si ha nella ricostruzione del Campanile di S. Marco a Venezia (1). L'antico masso lapideo, poggiante sopra uno zatterone disteso sopra una palificata, esercitava sopra i m² 222 del piano di posa una pressione di circa kg. 9 per cm², mentre coll'ampliamento pure lapideo, formato di grandi conci di pietra d'Istria, di trachite e di arenaria di Muggia innestati nel vecchio masso, come mostrano le fig. 198 a, b, ridusse il peso unitario a kg. 4 al massimo, conveniente per un terreno argilloso compatto. Il nuovo masso che recinge l'antico, appoggia pure sopra uno zatterone a tre strati con sottostante palificata di pali di larice lunghi m. 4 ÷ 7,60 mentre quelli dell'antica palificata sono di m. 1,50 circa. In questo caso non si trattò di vera sottomurazione, poichè la fabbrica non esisteva più, e quindi il lavoro non presentava le difficoltà che si incontrano quando si debba operare sotto fabbriche esistenti più o meno solide e stabili. Abbiamo già indicato il procedimento da seguire in tali casi (pag. 114), seguito per es. nei lavori di sostruzione dell'abside



b) Procedimento per l'innesto del nuovo masso di fondazione nell'antico.



a) Sezione del masso conservato della vecchia fondazione e della nuova aggiuntasi.

Fig. 198 a, b. — Ampliamento delle fondamenta del Campanile di S. Marco, a Venezia.

di S. Giacomo dell'Orio a Venezia. Supposto che si usi il sistema di tronconi cacciati sotto la vecchia fondamenta, che questa sia larga cm. 80 e scarichi sul terreno per ogni metro lineare kg. 18.000, cioè kg. 2,25 per cm² e che il terreno non si possa cari-

(1) DANIELE DONGHI, *Il Campanile di S. Marco e la sua ricostruzione* (N. 3 della Rivista « Italia », Torino 1912). — *La ricostruzione del Campanile di S. Marco a Venezia* (« Giornale del Genio Civile », Roma 1913). — *Il Campanile di S. Marco e la sua ricostruzione* (« Edilizia Moderna », Milano, 1913). — *La ricostruzione del Campanile di S. Marco e della Loggetta del Sansovino* (« Atti dell'Ateneo Veneto », Venezia 1912). — *Per le fondazioni del Campanile di S. Marco* (« Monitore tecnico », Milano 1903).

care più di kg. 1,5, si dovrà allargare la base almeno di cm. 40, ossia cm. 20 per parte: perciò i tronconi dovrebbero essere lunghi almeno m. 1,20: ma perchè essi, supposti di calcestruzzo armato, non si incurvino o si spezzino sotto la reazione del terreno, dovranno essere alti almeno quanto sporgono dal muro di fondazione, cioè 20 cm. ed essere armati con tondini dritti e piegati legati da staffe (fig. 199 *a, b*). Nella figura si è supposto di poter fare lo scavo anche dalla parete interna del muro, ossia da ambe le parti, e ciò per facilitare la posa di tronconi. Se lo scavo interno non si potesse praticare allora conviene che ogni troncone abbia una testa quasi a punta o sia provvisto di una specie di puntazza per meglio introdurlo nel terreno. Secondo

la condizione del muro i tronconi potranno essere collocati un po' distanti l'uno dall'altro, oppure a contatto.

La sottomurazione, o meglio l'allargamento della base di appoggio sul terreno, è necessaria quando si voglia rialzare un fabbricato esistente, o si vogliano in esso fare o allargare aperture oppure ampliare locali mediante demolizione di muri maestri, del che abbiamo già tenuto parola (v. pag. 113). Nel caso di sopraelevazione è però sempre conveniente di costruire sopra i muri, sui quali essa deve eseguirsi, una fascia di calcestruzzo armato, nello scopo di distribuire meglio il peso della nuova costruzione sulla esistente e quindi sul terreno.

Può darsi che all'atto della prima costruzione si sia già abbondato nelle fondazioni, magari in previsione di un rialzo, come anche potrebbe darsi che il terreno sotto il peso del fabbricato abbia assunta una maggiore compattezza, il che però si dovrebbe avvertire da un abbassamento generale della fabbrica, ma tanto nell'un caso come nell'altro

sarà sempre meglio assicurarsi che il terreno, per effetto della sopraelevazione, non sia caricato oltre il limite della sua resistenza.

Il cedimento non uniforme del terreno provoca strapiombi che si arrestano quando si arresta la compressione sul terreno, o continuano mano mano, diminuendo d'importanza, finchè il terreno abbia assunto la resistenza necessaria. Ma in questo frattempo lo strapiombo può diventare tale da far uscire dalla base il piede della verticale abbassata dal centro di gravità della massa, provocando la caduta della fabbrica.

Gli strapiombi sono pure dovuti a spinte prodotte da archi e da volte, come da trature di tetti e di solai che si incurvino per effetto di eccessivi sovraccarichi. Si ricorre allora a tiranti visibili o nascosti entro la muratura, oppure questa si rinforza in corrispondenza dei punti di spinta mediante pilastrate e speronature, che si usarono specialmente nelle costruzioni gotiche. Nel rinascimento si ricorse piuttosto a tiranti, assai spesso di legno, che si vedono in molte chiese, i quali per effetto di tarlatura, o di infracidimento, non esercitarono più la loro funzione, provocando perciò pericolosi sfiacamenti, rotture di archi, spaccature di volte, a cui si dovette rimediare con nuovi tiranti. Così fu fatto, p. es. nella *Chiesa di S. Lorenzo* di Vicenza (fig. 200) dove si vedono due serie di tiranti sovrapposti. Non è sempre facile giudicare se lo strapiombo sia dovuto piuttosto a cedimento di terreno che a spinte o ad ambedue le cause, benchè una abbia preponderanza sull'altra. È quello che, secondo noi, è avvenuto per la edicola detta di S. Alipio all'estremo sinistro della facciata della *Basilica di S. Marco*, a Venezia (fig. 201). Si è ritenuto che lo strapiombo, specialmente della parte superiore dell'edicola, fosse dovuto principalmente a difetto di fondazione, al cui rinforzamento si è appunto

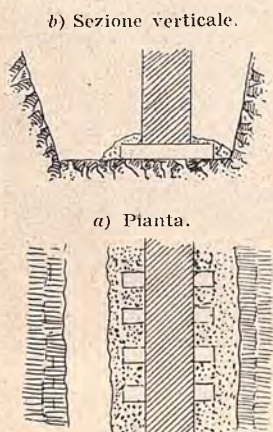


Fig. 199 *a, b*. — Rinforzo di fondamenti mediante sottostanti tronconi.



Fig. 200. — Interno del Tempio di S. Lorenzo, a Vicenza.

proceduto. A nostro avviso, invece, a suo tempo da noi espresso, si doveva ricercare la causa dello strapiombo in una spinta, che aveva certamente avuto per conseguenza anche un cedimento della fondamenta. Essa era dovuta in parte alla decrepitezza della costruzione, in parte al complesso delle cupole del Tempio soggette all'azione continuata del vento dominante di est-ovest, le quali spinte sempre in un senso, e precisamente in quello della edicola in questione, ebbero per effetto di spingere in fuori il suo angolo esterno, che per la poca sua massa, in confronto di quella spingente e per lo stato di deperimento della sua struttura non poteva più opporre efficace resistenza. È evidente che la spinta prodotta da un arco, o volta, va mano mano crescendo a misura che nel masso di muratura, contro cui si esercita, va diminuendo la coesione, a causa del disgregamento e polverizzamento della malta (1). Che per vetustà le malte si polverizzino lo ha dimostrato luminosamente la caduta del campanile di S. Marco, come abbiamo notato a pag. 110. Gli antichi restauratori di S. Marco già avevano cercato di provvedere con un tirante disposto diagonalmente nell'edicola, ma come poteva giovare quando il muro interno a cui era assicurato continuava il suo movimento verso l'esterno? Che detto tirante poi non fosse neppure in tensione lo dimostrava il fatto che si era ripiegato.

In un errore di tal genere caddero pure coloro che pensavano di poter arrestare il piegamento della Basilica Palladiana di Vicenza, ricorrendo a due tiranti diagonali. L'edificio (fig. 202 e fig. 513 vol. II, cap. XX, pag. 636) costruito nel 1477 e circondato poi dal Palladio nel 1549 colle magnifiche loggie, presenta un rigonfiamento delle sue facciate più lunghe

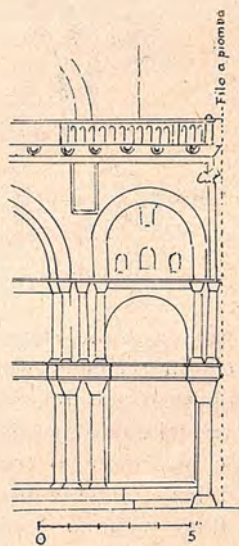


Fig. 201. — Angolo di S. Alipio della Basilica di S. Marco, a Venezia.

(1) Vedi Nota 2ª, pag. 293.

verso la Piazza delle Erbe, rigonfiamento che è più sensibile mano mano che dal piano terreno si va al sommo della fabbrica. Ma la facciata verso la detta Piazza presenta anche un abbassamento, il che significa che al movimento della Basilica concorrono la qualità del terreno, la presenza di probabili acque freatiche che scendono verso il Retrone, la spinta delle volte e della cupola, la vetustà delle murature delle parti più antiche della fabbrica, le quali sono deficienti per rispetto ai gravi carichi che devono reggere, e fors'anche le infiltrazioni nel terreno provenienti da un grande condotto di

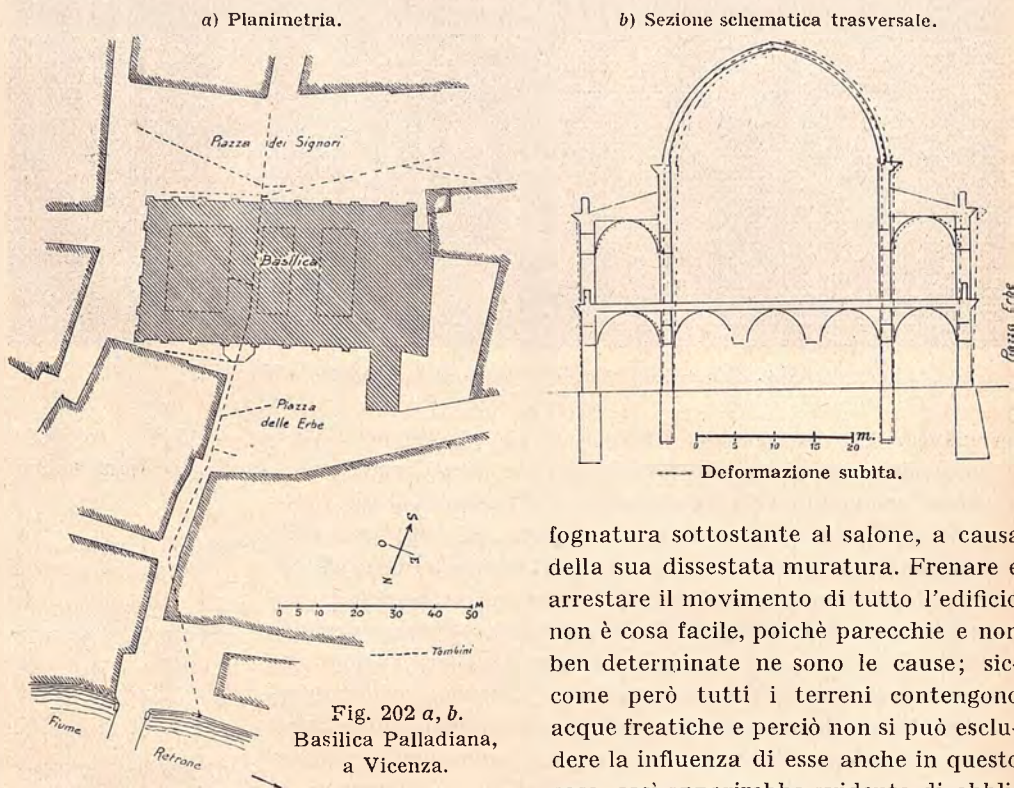


Fig. 202 a, b.
Basilica Palladiana,
a Vicenza.

fognatura sottostante al salone, a causa della sua dissestata muratura. Frenare e arrestare il movimento di tutto l'edificio non è cosa facile, poichè parecchie e non ben determinate ne sono le cause; siccome però tutti i terreni contengono acque freatiche e perciò non si può escludere la influenza di esse anche in questo caso, così apparirebbe evidente di obbligare le acque, che scorrono verso il Retrone, a prendere un corso diverso liberando da esse il terreno sottostante al monumento e contemporaneamente compiere tutte le opere di consolidamento richiesto dalle vecchie murature. Le varie opinioni esposte da tecnici e da Commissioni circa le cause delle deformazioni della Basilica Palladiana, le incertezze di tecnici, anche provetti, di fronte a casi consimili, provano quanto sia difficile, come in medicina, di rinvenire quell'*occhio clinico* che riconosca subito la causa di un malanno. È un occhio che si forma bensì coll'esperienza, ma richiede sempre intuito, buon senso, molto ragionamento, profonda cognizione della teoria e della pratica costruttiva. Benchè si debba sempre ricorrere ai calcoli forniti dalla teoria per determinare carichi, pressioni, spinte, ecc. e quindi poter giudicare delle condizioni statiche delle strutture, sia per forma, sia per dimensioni, si deve però tenere in gran conto il loro stato di deperimento e introdurre nei calcoli quei coefficienti, dai quali dipendono i risultati che indicheranno i mezzi e i sistemi di restauro.

Allo strapiombo di torri, campanili, camini industriali, causati da cedimento ineguale del terreno, abbiamo già accennato nel cap. I di questo volume. Se la massa non è eccessivamente pesante e lo strapiombo non troppo grande, si può procedere al raddriz-

zamento, di cui pure trattammo già (vol. I, cap. I, § E), od anche a speronature, le quali non sono che puntellature stabili: ma esse devono giungere a tale altezza da impedire che la massa sovrastante alla loro linea d'innesto colla fabbrica pericolante possa spezzarsi in corrispondenza di tale linea per effetto d'uragano o di altro fenomeno. Se, come avviene per il Campanile di S. Stefano a Venezia (v. pag. 107) dopo il restauro fatto, il centro di gravità di tutta la massa, compresa quella dello sperone aggiunto, sta sopra la linea mn di innesto (fig. 203 b) la pressione del vento ha ancora un braccio di leva sufficiente per produrre la rotazione di tutta la massa mnp intorno allo spigolo n . In tal caso lo sperone, o puntello, ha rinforzato, è vero, il campanile, ma gli ha tolta anche una parte della sua elasticità, lo ha, per così dire, irrigidito in parte, esponendolo più facilmente a rottura in corrispondenza di mn . Dagli esami eseguiti sul campanile si è però riconosciuto che la sua compagine è ancora in buon stato, per cui si è potuto dedurre che l'opera di consolidamento poteva ridursi soltanto a quella di rinforzare le fondazioni, ciò che si è appunto fatto, come risulta dalla fig. 203.

Un altro campanile strapiombante per effetto di cedimento del terreno, ma la cui struttura è ancora tale da non destare serie preoccupazioni è quello di S. Felice e Fortunato a Vicenza, pel quale nel 1914 si volle sentire il parere di un'apposita Commissione. Crediamo anzi utile in proposito di riprodurre in un allegato al presente capitolo la relazione di detta Commissione, presentando essa un esempio di calcolo quale si deve seguire in casi consimili, semprechè si possa essere sicuri della buona resistenza della compagine muraria (vedi Nota 3^a).

Molti altri esempi potremmo riportare, fra cui quello della torre dell'Università di Padova, che fu mozzata nonostante l'avversione di molti alla draconiana decisione.

Un esempio di cedimento della struttura e non del terreno è fornito dall'arcata del ponte sul Bacchiglione a Padova, in Corso del Popolo. Ha 43 m.

di corda e 4,30 di saetta (fig. 204 a, b), ma è di massa pesantissima e presenta un abbassamento di cm. 17 in chiave (forse gran parte di tale cedimento era già avvenuto all'atto della costruzione). Il cedimento è dovuto certamente tanto all'enorme peso dell'arcata di calcestruzzo armato con abbondanza di armatura metallica, arcata che ha m. 1,60 di altezza in chiave e m. 2 alle imposte, quanto al peso dei rinfranchi di calcestruzzo, e a quello del sovrastante terrapieno fino al livello del piano stradale, mentre insignificante si può ritenere il sovraccarico in confronto del complesso di tali pesi.

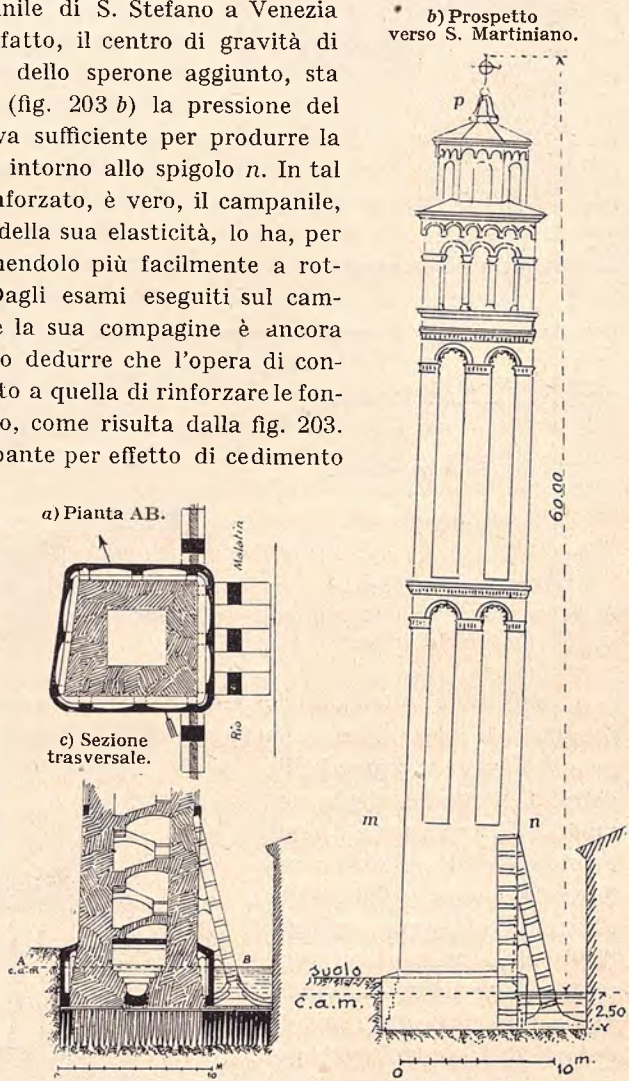


Fig. 203 a, b, c.
Consolidamento del Campanile di S. Stefano, a Venezia.

Un esempio di cedimento dovuto alla forma della struttura lo offre il ponte di Rialto

a Venezia (fig. 205 e fig. 4, pag. 8, vol. II p. 2^a). Il ponte di una sola arcata ha tre strade superiori: fra la centrale e le 2 laterali sono compresi due porticati ad arcate chiuse e destinate a botteghe. Ogni bottega fu divisa da un impalcato a livello del centro dell'arco, così da ricavare superiormente un magazzino, nel quale sono ammassate merci pesanti, soprattutto stoffe. È evidente che il peso di tali magazzini tende a rialzare il centro di gravità delle masse e siccome le spinte opposte di due archi adiacenti, a causa della diversa altezza della loro imposta, producono una risultante obliqua rispetto al piedritto, questo tende a rovesciarsi verso

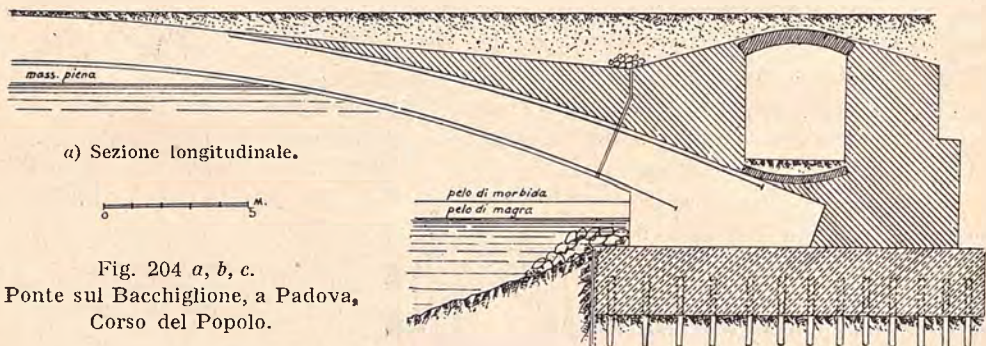
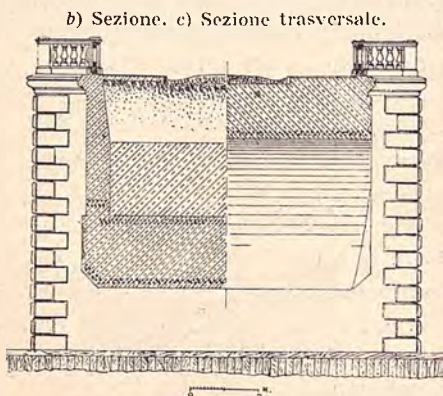


Fig. 204 a, b, c.

Ponte sul Bacchiglione, a Padova,
Corso del Popolo.

l'arco inferiore. È quindi pure evidente che l'arcata terminale di ogni porticato non essendo di sufficiente massa, perchè uguale alle altre, non può offrire efficace resistenza al movimento di rovesciamento di tutto il porticato che le sovrasta. L'avvenuto movimento è visibile ad occhio, ma lo rivelarono la caduta della chiave dell'arco centrale collegante due porticati opposti e lo rivelano sia la linea verticale assunta dallo spigolo esterno delle lesene fiancheggianti detto arco, lesene che in origine erano rastremate (vedi fig. 4 citata), sia la scheggiatura di alcune bugne dei piedritti delle arcate terminali, scheggiatura dovuta all'aumentata pressione sullo spigolo

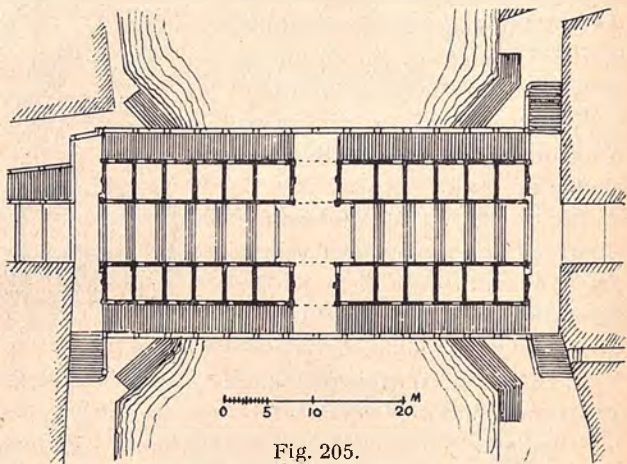


Fig. 205.

Pianta del Ponte di Rialto, a Venezia.

(V. fig. 4, pag. 8, vol. II p. 2^a).

esterno di dette bugne. Per ovviare al progressivo movimento, che aveva anche prodotto dei guasti nella copertura arcuata dei porticati, proponemmo di scoperchiare i porticati e allacciare quelli di sinistra con quelli di destra mediante una piattabanda di cemento armato costruita sopra i muri perimetrali, e girante sopra gli archi centrali. In tal modo

i movimenti in senso opposto di due porticati inclinati in senso inverso si sarebbero controbilanciati e quindi il movimento sarebbe cessato.

La caduta del Campanile di S. Marco e quella precedente del Campanile di Corbetta (pag. 110 e 111) ebbero per effetto di destare apprensioni per tutti quegli edifici e monumenti che presentavano lesioni, strapiombi, dissesti, ecc. più o meno importanti, sicchè si nominarono Commissioni per sopralluoghi, studi, assaggi e così via, quasi che si dovesse lamentare da un momento all'altro qualche nuova rovina. Furono infatti compiuti studi ed esami e formulate proposte di consolidamenti e di restauri, ma come accade sempre dopo i disastri prodotti da incendi o terremoti, il timore cessa e le proposte rimangono sulla carta, nè più si parlò di questo o di quell'altro fabbricato, magari gravemente indiziato, tanto più che trascorso un certo tempo dall'allarme lo si vede sempre in piedi. Ma intanto esso andrà lentamente deperendo fino al giorno in cui, raggiuntosi il limite di resistenza, la costruzione si sfascerà e perirà, o per effetto di vetustà, o di terremoto o di folgorazione. Così è avvenuto per il campanile di Pisa, pel quale, soltanto ora (1933) si stanno intraprendendo le opere di restauro: così per la già citata torre di S. Felice e Fortunato di Vicenza; così per il cosiddetto *Torrione* nella corte dei Tribunali di Verona, che dopo il giudizio da noi dato nel 1928 soltanto nel 1932 il Comune ne decise la demolizione, non avendo ottenuto dal Governo una adeguata contribuzione per le spese di restauro. Questo era ritenuto necessario specialmente per le cattive condizioni della compagine muraria che presentava lesioni e rigonfiamenti, i quali denotavano essere i dissesti del manufatto dovuti non a cedimento del suolo, ma a schiacciamento del materiale, a cattiva costruzione e a snervamento delle malte. L'opera di demolizione ha di fatto dimostrato lo sfacelo della muratura.

I rigonfiamenti sono indizio certo di schiacciamento del materiale e quando si avverano in pilastri, torri, campanili, si può fino ad un certo punto impedire lo sfasciamento, mediante fasciature metalliche, come fu fatto in molti casi e, per es., nel campanile di Torcello (1).

Il caso di cedimento e contemporaneo sfiancamento e schiacciamento lo troviamo nelle già citate cupole di S. Pietro, a Roma e di S. Paolo, a Londra (v. fig. 1 e 2 *a, b*, pag. 4, 5, 6, vol. II p. 2^a). Per la prima, come si disse, si ricorse ad anelli orizzontali fascianti la cupola, e per la seconda si è giudicato essere necessario soprattutto il rinforzo dei pilastri che la sostengono.

Fin qui ci siamo occupati di restauri diremo così liberi, cioè non vincolati a condizioni particolari di carattere storico, archeologico, artistico, i quali richiedono tali riguardi, da rendere assai più difficile e complessa l'opera del restauratore. In tali casi non sono in giuoco soltanto l'occhio clinico e le cognizioni tecniche, ma cognizioni di storia, specialmente artistica, e di archeologia. Per questo furono istituiti appositi uffici che hanno per incarico di provvedere ai restauri e alle conservazione degli antichi monumenti ed ai quali è preposto un personale scelto fra tecnici che possiedono le dette cognizioni, coadiuvati, quando occorra, da persone versate nelle materie suaccennate.

Non è il caso di trattenerci sulla tanto dibattuta questione fra i restauratori se si deve semplicemente conservare, oppure rifare ciò che è deperito o mancante, ma di cui si hanno elementi certi sia reali, sia ricavabili da disegni, fotografie, descrizioni, così da rimettere il monumento nel suo stato primitivo, oppure ottenere questo scopo immaginando

(1) Vedere *Noterelle pratiche* del Prof. TOMASATTI in *Edilizia Moderna*, anno 1909, nelle quali è ampiamente trattata la questione dell'effetto prodotto dal suono delle campane, pure trattata nell'anno 1903 nello stesso periodico dal prof. TOMASATTI nell'articolo *Stabilità delle torri e campanili*, e in quest'*Appendice* a pag. 118.

ciò che più non esiste e forse non è neppur mai esistito. CAMILLO BOITO nel suo aureo libro *Questioni pratiche di Belle Arti* (1) tratta la questione brillantemente, ma dopo aver osservato che nei monumenti architettonici prevale ora l'importanza archeologica, ora l'apparenza pittoresca, ora la bellezza architettonica, e aver distinto perciò l'arte del restauro in: Restauro archeologico (antichità), restauro pittorico (medio-evo), restauro architettonico (rinascimento, ecc.), sostiene la tesi che il restauro deve tendere soprattutto alla conservazione e non al rifacimento di parti scomparse nella loro antica forma, quando questa si potrebbe riconoscere, o peggio immaginarla e farla parere antica. È un concetto che non si accorda con quello del celebre Viollet-Le-Duc, ma che è ormai accolto e praticato. Boito lo riassume in queste due sentenze:

1° Bisogna fare l'impossibile, bisogna fare miracoli per conservare al monumento il suo vecchio aspetto artistico e pittoresco.

2° Bisogna che i compimenti, se sono indispensabili e le aggiunte, se non si possono scansare, mostrino, non di essere opere antiche, ma di essere opere di oggi (2).

Tali precetti egli sintetizza poi con questi versi:

Serbare io debbo ai vecchi monumenti
L'aspetto venerando e pittoresco
E se a scansare aggiunte o compimenti
Con tutto il buon volere non riesco
Fare devo così che ognun discerna
Esser l'opera mia tutta moderna.

A questo sintetico insegnamento, generalmente e fortunatamente seguito oggi-giorno, poco è da aggiungere: crediamo però conveniente di ripetere qui il voto espresso dal III Congresso degli ingegneri ed architetti italiani, riportato da Boito nel già citato suo libro:

« Considerando che i monumenti architettonici del passato, non solo valgono allo studio dell'architettura, ma servono, quali documenti essenzialissimi, a chiarire ed a illustrare in tutte le sue parti la storia dei varii tempi e dei varii popoli, e perciò vanno rispettati con scrupolo religioso, appunto come documenti, in cui una modificazione anche lieve, la quale possa sembrare opera originaria, trae in inganno e conduce via via a deduzioni sbagliate;

« La prima sezione del III Congresso degli ingegneri ed architetti, presa cognizione delle circolari inviate dal Ministro della pubblica istruzione ai prefetti del Regno intorno ai restauri degli edifici monumentali, raccomanda le seguenti massime:

« 1° I monumenti architettonici, quando sia dimostrata incontrastabilmente la necessità di porvi mano, devono piuttosto venire *consolidati* che *riparati*, piuttosto *riparati* che *restaurati*, evitando in essi con ogni studio le aggiunte e le rinnovazioni.

« 2° Nel caso che le dette aggiunte o rinnovazioni tornino assolutamente indispensabili per la solidità o per altre cause invincibili, e nel caso che riguardino parti non mai esistite o non più esistenti e per le quali manchi la conoscenza sicura della forma primitiva, le aggiunte o rinnovazioni si devono compiere con carattere diverso da quello del monumento, avvertendo che, possibilmente, nell'apparenza prospettica le nuove forme non urtino troppo con il suo aspetto artistico.

(1) BOITO CAMILLO, *Questioni pratiche di Belle Arti* (Restauri, Concorsi, Legislazione, Professione, Insegnamento), Hoepli, Milano 1893.

(2) Così fu fatto dall'Ing. Forcellini nel restauro del Palazzo Ducale di Venezia (v. vol. I, p. 1^a, §E).

« 3° Quando si tratti invece di compiere cose distrutte o non ultimate in origine per fortuite cagioni, oppure di rifare parti tanto deperite da non poter più durare in opera, e quando nondimeno rimanga il tipo vecchio da riprodurre con precisione, allora converrà in ogni modo che i pezzi aggiunti o rinnovati, pure assumendo la forma primitiva, siano di materia evidentemente diversa, o portino un segno inciso o meglio la data del restauro, sicchè neanche su ciò possa l'attento osservatore venire tratto in inganno. Nei monumenti dell'antichità o in altri, ove sia notevole la importanza propriamente archeologica, le parti di compimento, indispensabili alla solidità ed alla conservazione, devono essere lasciate coi soli piani semplici e con le sole riquadrature geometriche dell'abbozzo, anche quando non appariscano altro che la continuazione od il sicuro riscontro di altre parti antiche sagomate ed ornate.

« 4° Nei monumenti, che traggono la bellezza, la singolarità, la poesia del loro aspetto dalla varietà dei marmi, dei mosaici, dei dipinti, oppure dal colore della loro vecchiezza, o dalle circostanze pittoresche in cui si trovano, o perfino dallo stato rovinoso in cui giacciono, le opere di consolidamento, ridotte allo strettissimo indispensabile, non dovranno scemare possibilmente in nulla codeste ragioni intrinseche ed estrinseche di allettamento artistico.

« 5° Saranno considerate per monumenti e trattate come tali quelle aggiunte o modificazioni, che in diversi tempi fossero state introdotte nell'edificio primitivo, salvo il caso in cui, avendo un'importanza artistica e storica manifestamente minore dell'edificio stesso e nel medesimo tempo svisando o mascherando alcune parti notevoli di esso, sia da consigliarne la rimozione o la distruzione. In tutti i casi nei quali riesca possibile e ne valga la spesa, in opere di cui si parla verranno serbate o nel loro insieme od in alcune parti essenziali, possibilmente accanto al monumento da cui furono rimesse.

« 6° Dovranno eseguirsi, innanzi di por mano ad una opera anche piccola di riparazione o di restauro, le fotografie del monumento, poi di mano in mano le fotografie dei principali periodi del lavoro, e finalmente le fotografie del lavoro compiuto. Questa serie di fotografie sarà trasmessa al Ministero della pubblica istruzione insieme coi disegni della piante, degli alzati e dei dettagli, ed occorrendo, con gli acquerelli colorati, ove figurino con evidente chiarezza tutte le opere conservate, consolidate, rifatte, rinnovate, modificate, rimosse o distrutte. Un resoconto preciso e metodico delle ragioni e del procedimento delle opere e delle variazioni d'ogni specie accompagnerà i disegni e le fotografie. Una copia di tutti i documenti ora indicati dovrà rimanere depositata presso le fabbricerie delle chiese restaurate o presso l'ufficio cui spetta la custodia del monumento.

« 7° Una lapide da infiggersi nell'edificio ricorderà le date e le opere principali del restauro ».

Che il restauro dei monumenti, specialmente sotto il punto di vista artistico e storico non sia cosa facile lo dimostrano le polemiche sorte ogniqualvolta si è dovuto procedere a un restauro: note quelle sulla copertura della Loggia di Brescia, del fastigio del Duomo di Milano, del Palazzo di S. Giorgio a Genova, della Chiesa di S. Trinità a Firenze, delle vetrate di S. Giovanni e Paolo di Venezia e così via.

Ma se col precetto sopra ricordato si può por fine alle polemiche di carattere artistico, archeologico, storico, restano le difficoltà esecutive, circa l'impiego dei mezzi e dei materiali da usare nel restauro. Se, per esempio, qualche anno addietro si fosse proposto di impiegare il calcestruzzo cementizio armato per opere di rinforzo, o di consolidamento, si faceva subito il viso dell'armi, ancorchè si potesse spiegare che nessun altro sistema avrebbe potuto sostituirlo con uguale risultato e si dimostrasse che nessun cambiamento, o deturpamento, ne sarebbe derivato al monumento. Tale ingiustificata avver-

sione si basava sul concetto che per il monumento antico non si dovevano adoperare se non materiali e sistemi simili a quelli adoperati per la sua costruzione: ma sia perchè si sarebbe sempre riconosciuta la modernità dei materiali ancorchè simili agli antichi, sia perchè ricorrendo al sistema costruttivo antico non si sarebbe potuto ottenere

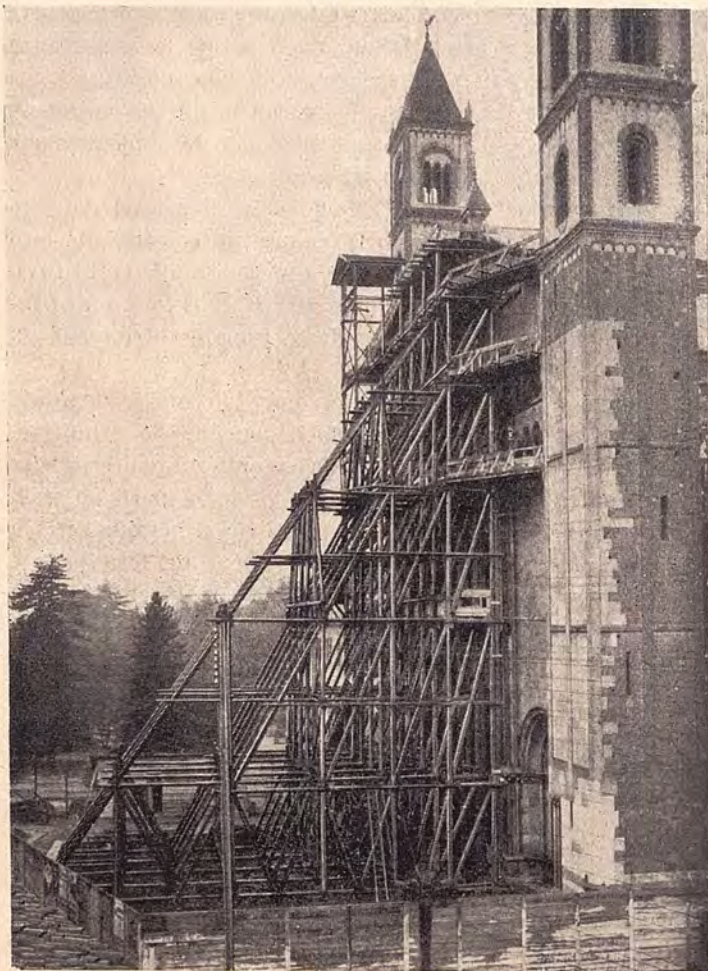


Fig. 206 a, b, c, d.

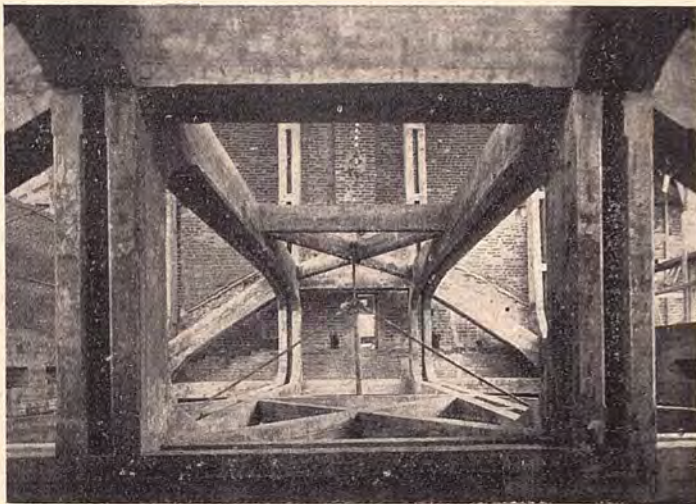
a) Incastellatura provvisoria a sostegno del frontone pericolante della Basilica di S. Andrea, a Vercelli (Ing. A. Giberti).

il sistema che, secondo noi, dovrebbe sempre seguirsi. Se i danni interessano, per esempio, mosaici su cupole o vólte dissestate, perchè toglierli e dopo risarcito il danno della cupola o della vólta, rifarli, sia pure col massimo scrupolo, invece di ricorrere a consolidamenti che lascino intatto il mosaico e visibili i suoi guasti? Perchè staccare affreschi per rimetterli poi a posto con improbo e pericoloso lavoro, quando si potrebbe posteriormente ad essi rinsaldare i muri o le vólte che li portano, specialmente ricorrendo a quelle iniezioni di cemento che si mostrarono tante volte veramente efficaci? Non che questo sia sempre possibile: lo è però nella maggior parte dei casi e potrebbe anche esserlo sempre quando si tenga conto dei mezzi che oggi la tecnica offre al restauratore.

il consolidamento necessario, sia perchè il sistema nuovo poteva rimanere nascosto ed offrire la voluta efficacia, si finì per comprendere che l'uso del calcestruzzo armato era conveniente, anche nel caso in cui i rinforzi fossero rimasti visibili, purchè la loro funzione rimanesse ben chiara e distinta dalle forme strutturali ed estetiche del monumento.

Una notevolissima applicazione di questo sistema si ha nel razionale e ben ideato restauro del bellissimo S. Andrea di Vercelli (fig. 206 a, b, c, d). L'importante restauro fu condotto con vera genialità dall'Ing. A. Giberti. In tale restauro si fece più di ciò che comunemente si faccia, giacchè le opere di consolidamento furono così studiate da lasciare visibili spaccature e guasti, a testimonianza della sorte che sarebbe toccata al monumento se non si fosse provveduto a tempo. È

Al precetto Boito, che l'opera aggiunta o di compimento deve risultare evidente, non si deve però dare una estensione illimitata. Sembrerebbe ammissibile, per esempio, di consolidare, secondo una proposta inglese, certe parti cadenti del Partenone con colonne di calcestruzzo armato? Ai consolidamenti con sistemi e materiali di oggi e lasciati visibili, si deve ricorrere con molta circospezione, quando non costituiscano una deturpazione, non compromettano l'aspetto primigenio del monumento o quello che ha assunto col



b) Sistema rigido di armature di cemento armato, alle quali sono collegati i contrafforti posti dietro il frontone pericolante (i contrafforti sono visibili in fondo).



c) Uno dei contrafforti, al quale sono ancorati, per mezzo di tiranti di ferro, i conici del frontone. Girando i dadi a vite sulle piastre, si può più o meno tirare il frontone verso i contrafforti.



d) Grande e pericolosa spaccatura in una volta e in un muro perimetrale, che dopo il restauro non desta più preoccupazioni, ma resta a testimoniare il dissesto avvenuto.

tempo, e soltanto quando esista la piena sicurezza che essi soltanto possano ridare al monumento la sua stabilità e gliene impartiscano una anche maggiore e molto più

duratura. È per questo che fu accolta la proposta di impiegare il calcestruzzo armato nella ricostruzione del Campanile di S. Marco, tanto per le sue rampe e la sua cuspide, quanto per la vòlta della Loggetta Sansoviniana, della quale la fig. 207 mostra l'ossatura:

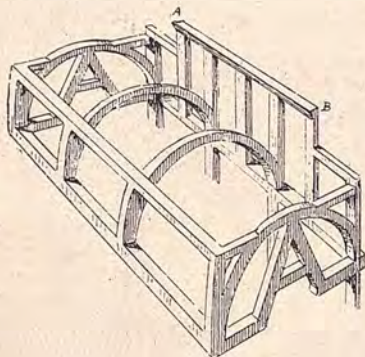


Fig. 207. - Ossatura di calcestruzzo armato per la vòlta e copertura della Loggetta Sansoviniana, a Venezia.

impiego che mentre non ha per nulla modificato l'aspetto dei due monumenti, li ha resi molto più stabili e duraturi. Per contro per la Loggetta fu scrupolosamente osservato il precetto relativo alle aggiunte e compimenti, inserendo al posto delle parti scultorie, non più rintracciate, dei pezzi semplici di marmo non lavorato (fig. 208).

Varie furono pure le proposte di impiegare il calcestruzzo cementizio armato per il consolidamento del S. Paolo di Londra e molti altri esempi si potrebbero addurre in cui il sistema fu usato, specialmente in consolidamenti di monumenti veneziani, ed è ad esso che si deve ricorrere nel rinforzo di fondamenta, generalmente deboli o mal eseguite negli antichi monumenti. Ma se in genere cosiffatte strutture di rinforzo rimangono invisibili, nel già citato consolidamento del S. Andrea si lasciarono scoperti i contrafforti costruiti dietro il frontone pericolante, benchè non visibili che da certi punti.

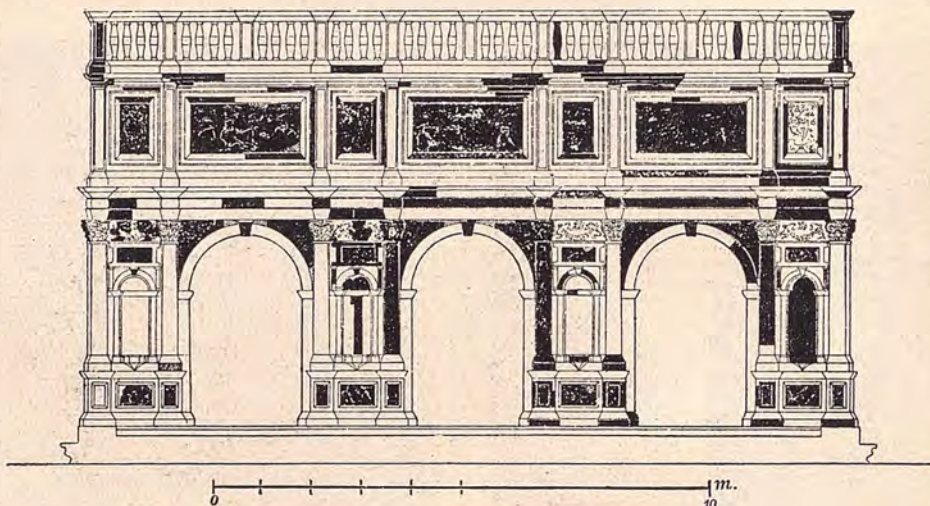


Fig. 208. — Schema rappresentante le parti nuove (bianche) e le parti antiche (nere) ricollocate in opera nella Loggetta Sansoviniana, a Venezia.

Gran parte dei vecchi monumenti, soprattutto del medioevo e del rinascimento, presentano gravi difetti di costruzione: fondamenta deboli, spinte non efficacemente contrastate, murature a sacco, o malamente connesse con abbondanza di malta, e peso eccessivo di strutture elevate, come avveniva, per esempio, per la antica e massiccia cuspide del Campanile di S. Marco, che l'architetto Calderini riteneva così espressamente fatta perchè il campanile resistesse meglio all'azione del vento (!!).

Orbene, si deve attendere che in seguito ai danni cagionati da tali difetti e dalla vetustà, il monumento stia per sfasciarsi, sia pure anche soltanto in parte, e quindi affannarsi a correre ai ripari, oppure si deve studiarlo *intus et in cute* quando è ancora sufficientemente sano per rintracciarne i difetti e provvedere a impedire l'inizio, o l'aggravamento dei danni?

La risposta non sembra dubbia. La vita di un monumento è paragonabile a quella dell'uomo. Questi per vivere più a lungo deve conoscere i difetti del proprio organismo e comportarsi in modo da non aggravarli: egli non può naturalmente sfuggire agli effetti della decrepitezza, alla quale del resto non sfugge nessuna opera dell'uomo. Nello stesso

modo che chirurgia e medicina prolungano e salvano bene spesso la vita all'uomo, così scienza delle costruzioni, tecnica costruttiva e intuito, fornendo i mezzi di verifica delle condizioni intrinseche e statiche di un monumento, e indicando quelli atti a riparare ai difetti di esso, e alle loro conseguenze, gli prolungano la vita o lo salvano dallo sfacelo. Se si aspetta che il male si sia manifestato e lo si trascura, si renderanno assai più difficili le opere di salvezza, più onerose, e talvolta di impossibile attuazione, od obbligheranno a rifacimenti dannosi alla estetica ed alla storia del monumento. In sostanza si deve rifare il progetto del monumento colle norme di quella scienza costruttiva che disgraziatamente fu sconosciuta, o poco nota, agli antichi architetti, i quali operarono soltanto per effetto di genio e di intuito. Perciò: scrupoloso rilevamento coadiuvato da

assaggi: determinazione dell'età del monumento per aver cognizione del grado di sua decrepitezza e dei sistemi costruttivi per esso impiegati: studio statico in base a tali cognizioni: studio della struttura che avrebbe dovuto avere per la sua maggiore e duratura stabilità, in base alla odierna scienza costruttiva: infine studio delle opere di consolidamento in base al predetto studio e ai ricordati precetti.

L'esempio che esponiamo relativo al campanile di S. Felice e Fortunato mostra appunto come dev'essere studiato un monumento che si ritiene pericolante affine di dedurre se il pericolo è imminente o lontano, quali siano i difetti statici o costruttivi

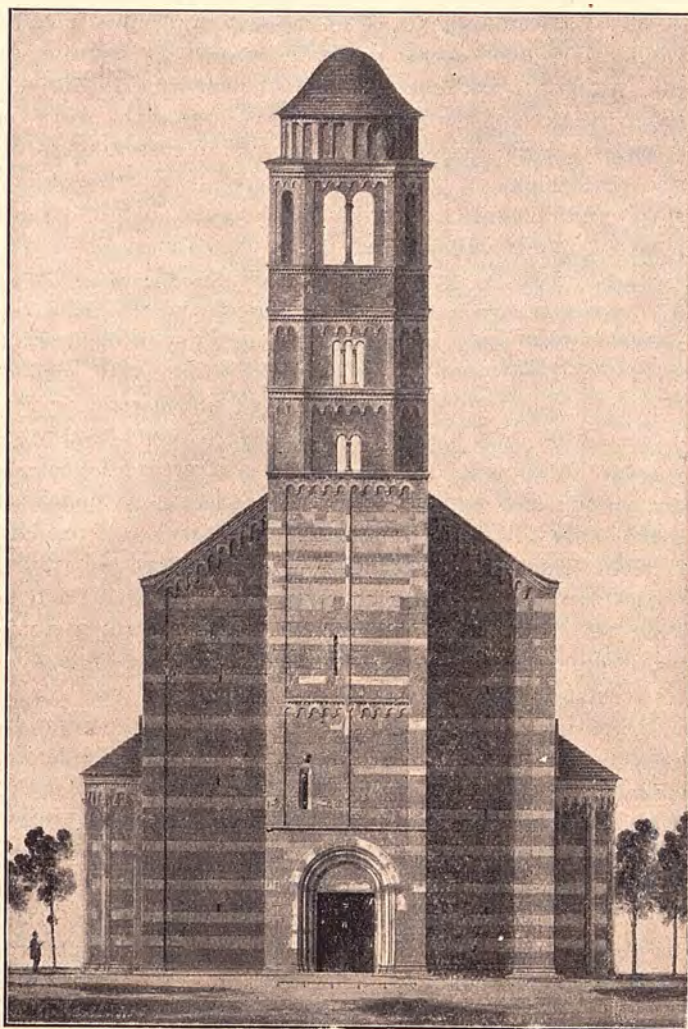


Fig. 209. — Facciata della Chiesa di S. Maria del Tiglio, a Gravedona (rilievo di D. Donghi).

della fabbrica e quali i lavori di restauro da compiere affinchè il monumento possa rimanere in vita il maggior tempo possibile, resistendo all'azione di fenomeni e agenti atmosferici e tellurici. Allorchè si tratta di campanili si dovrà pur tener conto dell'azione dinamica delle campane, la quale si può anche evitare sopprimendo il suono a slancio e usando quello a martello, sia a mano sia elettrico, oppure ricorrendo alle suonerie a tubi.

Lo studio preliminare di un monumento, soprattutto per fissarne l'epoca di costruzione e quindi conoscerne i sistemi costruttivi, e dedurne i probabili difetti dipendenti da quei sistemi, si potrebbe compiere anche su rilievi e disegni esistenti. Ma è facile cadere in errori gravi, sia perchè il monumento può essere stato costruito o modificato in varie epoche e quindi presentare modi diversi di costruzione; sia perchè i rilievi difficilmente rispecchiano lo stato vero e le vere forme del monumento e dei suoi particolari, tantochè si trovano rilevanti sconcordanze nei disegni fatti da autori diversi di uno stesso monumento. Un esempio si ha nei rilievi della Chiesa di S. Maria del Tiglio in Gravedona, eseguiti dal Mella, da De Darstein e da noi. La fig. 209 rappresenta la facciata secondo il rilievo nostro. Confrontandolo con quello del Mella si rilevano differenze sensibili sia nella struttura a bugnatura, sia nel numero degli archetti e nelle cornici, sia nella parte superiore del campanile, ecc. Le bugnature sono di diversa altezza e bicolori mentre il Mella le fa di altezza uguale e unicolori: dove vi sono 10 o 6 archetti, il Mella ne mette 9 o 5; la pianta che è irregolare, Mella la fa regolare; egli non indica diverse aperture di finestra: disegna diversa la struttura del coperto: fa corrispondere le fascie del campanile a quelle della facciata, mentre ciò non è per la parte alta di essa, corrispondente alle falde inclinate del tetto. Tale irregolarità, ha fatto concludere al Darstein, il quale fece del monumento un rilievo abbastanza scrupoloso, che se il campanile apparisce eseguito contemporaneamente al resto dell'edificio fino al principio di dette falde, la sua porzione quadrangolare superiore fu invece costruita in epoca posteriore e così pure la parte rimanente del campanile, di elegantissima forma cruciale, trasformata poi in ottagonale per ragioni statiche.

Dopo quanto abbiamo esposto ci parrebbe superfluo, e anche fuor di luogo, descrivere restauri eseguiti, e accennare alle critiche che furono fatte a molti di essi, specialmente a quelli pei quali si seguirono i concetti del Viollet-Le-Duc, oppure le idee di ricompositori più o meno fantastici, poichè quegli esempi non fornirebbero norme applicabili in tutti i casi. Quando il restauratore segua il concetto di non introdurre nulla di nuovo che non sia esistito, di non rifare, o se vi è obbligato, di lasciare comprendere che il rifacimento è cosa nuova; quando egli segua le norme più sopra dette nei riguardi della statica e della struttura del monumento affine di giudicare se esse corrispondono a condizioni di sicurezza e di durata, oppure quali dovrebbero essere per corrispondervi, egli compirà un restauro tale a cui la critica non potrà muovere alcuna obbiezione o alcun rimprovero.

Il libro del Boito, le relazioni annuali degli uffici per la conservazione dei monumenti e le altre pubblicazioni relative a restauri di palazzi, chiese, ecc., indicheranno al restauratore la strada da seguire nei restauri di carattere artistico, storico e archeologico.

BIBLIOGRAFIA

Fra le pubblicazioni speciali che trattano del modo di eseguire i restauri sia ordinari, sia artistici, citiamo soltanto le seguenti:

- BOITO CAMILLO, *La ricomposizione dell'Altare di Donalello nella Basilica del Santo a Padova*, « Archivio storico dell'Arte », serie II, anno I, fasc. III.
- HARVEY WILLIAM, *The preservation of St. Paul's Cathedral and other Famous Buildings*, London 1925.
- RUSSO CRISTOFORO, *Le lesioni dei fabbricati (Sintomi, cause, effetti, rimedi)*, Utet, Torino 1930.
- VIOLETT-LE DUC, *Dictionnaire raisonné de l'Architecture française du XI au XVI siècle*, voce Restauration, Morel, Paris 1866.
- DONGHI DANIELE, *Considerazioni sul rilevamento, il restauro, il consolidamento di antichi monumenti*, « Atti e memorie della R. Accademia di Scienze, Lettere e Arti in Padova », 1930.
- Molte invece sono le relazioni di uffici destinati alla conservazione dei monumenti e gli scritti contenuti in Atti di Accademie, di Società varie, di periodici tecnici, artistici, di storia, di archeologia e simili, nei quali si descrivono restauri compiuti. Ne diamo un'idea colla lista qui sotto relativa a lavori su monumenti italiani.
- ANNONI AMBROGIO, *La facciata di S. Pietro in Gesate, in Milano*. Vicende odierne e restauri, fac. II, 1913 degli « Atti dei Collegio Ingegneri e Architetti di Milano ».
- Id., *Vecchie e nuove vicende della torre del Palazzo dei Giureconsulti di Milano*, fasc. I, 1914 degli « Atti del Collegio Ingegneri e Architetti di Milano ».
- ANTI, BORTOLAN, CARAMPIN, SACCARDO, SETTI, *Relazione sulle condizioni del sottosuolo della Basilica Palladiana riguardo alle condizioni statiche del Monumento*, Vicenza 1902.
- ANTONELLI, CASELLI, ARCAINI, *Relazione sullo stato del Campanile di S. Stefano in Venezia*, Venezia 1902.
- AVENA ADOLFO, *Monumenti dell'Italia Meridionale. Relazione dell'Ufficio Regionale per la conservazione dei monumenti delle provincie meridionali*, Roma 1902.
- BELTRAMI LUCA, *Relazione sulle attuali condizioni statiche della Basilica Palladiana in Vicenza*, 1903.
- BERCHET F., *Sui restauri del fondaco dei Turchi a Venezia*, « L'Ingegneria a Venezia nell'ultimo ventennio », Venezia 1887.
- BOITO CAMILLO, *Questioni pratiche di Belle Arti. Restauri, concorsi, legislazione, professione, insegnamento*, Hoepli, Milano 1893.
- BOITO, D'ANDRADE, DONGHI, FRADELETTO, LEVI, OJETTI, RICCI, *Relazioni ai lavori di restauro di S. Maria Gloriosa dei Frari in Venezia e sui lavori compiuti nelle chiese di S. Giacomo dell'Orto, S. Francesco della Vigna e S. Nicolò dei Mendicanti in Venezia*, Venezia 1905.
- DE BONO E., *Diagnosi e terapia dei fabbricati lesionati, con appendice sulle trepidazioni che si producono per azione di macchine in movimento*.
- FAVARO ANTONIO, *La torre del Bo*, « Archivio Veneto Tridentino », vol. I.
- FERRIA G. G., *Sulla stabilità di una colonna nella Chiesa di S. Domenico in Alba*, « Atti Società Ing. e Ind. di Torino », 1888.
- FORCELLINI A., *Sul restauro delle principali facciate del Palazzo Ducale a Venezia*, « L'Ingegneria a Venezia nell'ultimo ventennio », Venezia 1887.
- FUNGHINI VINCENZO, *Sulla utilità di bene conservare i monumenti antichi*, « Conferenza nel salone della Prima Esposizione di Architettura », Torino 1890.
- LANDINI ARMANDO, *Per la conservazione dei nostri storici monumenti*, « L'Avvenire d'Italia », Bologna 1923.
- MANFREDO MANFREDI e MARANGONI, *Le condizioni statiche della Basilica di S. Marco a Venezia*, Venezia 1904.
- MORETTI GAETANO, *Relazioni dell'Ufficio Regionale per la conservazione dei Monumenti in Lombardia*.
- Id., *La conservazione dei monumenti della Lombardia dal 1° luglio 1900 al 31 dicembre 1906*, Milano 1908.
- Id., *La conservazione dei monumenti in Egitto e in Grecia*, « Bollettino Ufficiale Ministero L. P. », 1902.
- ONGARO MAX, *I monumenti ed il restauro*, « Letture all'Ateneo Veneto », 5 marzo 1906.
- REGGIORI FERDINANDO, *Come fu salvata la Basilica di S. Andrea in Vercelli*, « Le Vie d'Italia », aprile 1930.
- Rivista archeologica dalla Provincia di Como*.
- SACCARDO P., *I restauri della Basilica di S. Marco dall'anno 1878 in poi*, « L'Ingegneria a Venezia nell'ultimo ventennio », Venezia 1887.
- SETTIMI FRANCESCO, *Travaux de renforcement dans le Palais Caffarelli*, Roma 1888.
- POLENI, *Memorie storiche della gran Cupola del Tempio Vaticano*, Padova 1748.

NOTE

(NOTA 1^a).

È stato recentemente (1933) ideato e costruito dal signor Simone Monasteri di Palermo un apparecchio da lui detto « Lesioniscopio », che funziona per mezzo di corrente elettrica a volts 4,5. L'apparecchio è composto di due braccia che si fissano al muro, uno da una parte e l'altro dall'altra della lesione. Qualsiasi piccolo movimento è rivelato dall'accensione di lampadine elettriche. Queste sono cinque, collegate mediante fili alle cinque viti micrometriche dei bracci dell'apparecchio, segnate con lettere a cui ne corrispondono delle uguali per le lampadine. L'accensione della lampadina A indica uno sbandamento in fuori della parte sinistra della lesione se l'apparecchio è applicato all'esterno del fabbricato, mentre indicherà quello della destra se è applicato all'interno. Il rovescio avviene se si accende la lampadina B. L'abbassamento della parte sinistra è rivelato dall'accensione della lampadina C e quello di destra dalla D, mentre l'accensione della lampadina E indica un movimento di allontanamento nel piano verticale.

L'ingegnoso apparecchio è senza dubbio preferibile alle spie ordinarie, molto meno sensibili. Ha con sé l'inconveniente di dover ricorrere alla corrente elettrica e quindi, generalmente, a un trasformatore, a meno che essa si ottenga con pile a 4,5 volts.

(NOTA 2^a).

Finchè esiste una completa coesione nella muratura del timpano o del rinfianco di un arco, la spinta che questo esercita è più o meno ridotta, a seconda dell'importanza del timpano, e può anche esserlo totalmente quando il timpano sia considerevole. Mano mano che la coesione diminuisce per effetto della vetustà, viene a mancare la solidarietà delle strutture di timpano o di rinfianco, e l'arco, prima di sfasciarsi, passa per un periodo in cui determina (se i piedritti reagiscono ancora) la massima fra le possibili spinte, quella cioè che competerebbe ad un arco libero da ogni aiuto e dotato di tre cerniere.

(NOTA 3ª).

Relazione della Commissione per lo studio delle condizioni statiche del campanile dei Santi Felice e Fortunato, a Vicenza.

Struttura del campanile.

Vuole la tradizione che nel luogo ove ora sorge la Chiesa dei Santi Felice e Fortunato, esistesse un tempio di Venere. Ma alcun fatto storico sovviene a confermare tale ipotesi all'infuori di un'ara quivi ritrovata, nè può essere sufficiente documento il fatto che nella compagine murale della Chiesa esistano numerosi frammenti marmorei del periodo romano.

Certamente ivi esisteva fino dall'alto medio-evo un Cimitero cristiano e una Chiesa. Del Cimitero attestano le numerose tombe rinvenute negli scavi, le quali appunto possono essere attribuite per la forma e per qualche scultura ai secoli VII e VIII; della Chiesa accenna il noto documento secondo il quale il vescovo Ridolfo l'avrebbe restaurata nel 985, aggiungendo al titolo originario dei Santi Vito e Modesto quello dei Santi Felice e Fortunato.

Il nucleo principale e primitivo dell'edificio attuale va certamente riferito al periodo di Ridolfo; più tardi si ampliò e si ornò la Chiesa della porta maggiore (1164), dell'abside (1179) e della cripta (1183) e del campanile (1190). Il campanile, a dir vero, non risulta nella sua canna tutto coevo; la metà superiore all'incirca accenna, nei caratteri costruttivi e nelle forme della cella campanaria, al secolo XIII.

Più tardi, cioè nel 1300, il campanile venne isolato e fortificato, abbattendo parte della navata settentrionale circueando la cella con beccatelli e merlature. Più tardi ancora, nella fine del 1400, si demolì il tetto originale della torre e vi si aggiunse l'ottagono che tuttora si vede. Da quell'epoca fino ad oggi il bel campanile rimase inalterato, nè lo guastarono i barbari lavori del 1614 per cui tutta la Chiesa venne trasformata, nè lo toccarono i malsani criteri dei modernissimi restauratori che rovinarono la cripta e distrussero avanzi preziosissimi del secolo X. Il campanile è rappresentato in prospetto e sezione verticale dalle fig. 1 e 2 della tavola 1ª (III) secondo i rilievi forniti dall'Ufficio del Genio Civile di Vicenza.

Le fondazioni del campanile poggiano sul terreno a circa tre metri di profondità dal piano antico, il quale, per alcuni lavori di sterro eseguiti nel 1907 per formazione di rilevati ferroviari, venne manomesso nell'area circostante alla torre, abbassandolo di circa metri 2,50 e lasciando a protezione del monumento per tre lati (il quarto lato a sud è quello adiacente alla Chiesa) un terrapieno largo in sommità metri 5 con la scarpa dell'1 $\frac{1}{4}$ per 1; per cui al di là del terrapieno, che si spinge con l'unghia a 8 metri all'intorno del campanile, il piano di fondazione sottostà soltanto 50 centimetri a quello del terreno attuale. Sul masso di fondazione sorge uno zoccolo alto tre metri circa che serve di base al fusto, composto di canna e controcanna di sezione pressochè quadrata (la differenza costante fra i lati esterni di una sezione qualsiasi è di cm. 20).

La canna è formata dai muri perimetrali, le cui facce esterne hanno ciascuna la rastremazione di 1 centimetro per tre metri, laddove che la controcanna è formata da muri della grossezza costante di cm. 75 per i primi m. 7,50 di altezza, e di cm. 55 per la parte superiore.

Nel vano fra le due canne si svolgono le scalette sostenute da voltine.

Ad eccezione dello zoccolo di base che è costruito con blocchi di pietra di Costozza e di avanzi architettonici romani di pietra viva, tutta la struttura del campanile è di laterizio. I muri perimetrali si vedono poi all'esterno decorati e rinforzati con pietra viva lungo gli spigoli.

La cella campanaria a quattro bifore s'innalza colle paraste e piattabande a sostegno degli archetti di coronamento, le une e le altre formate di pietra viva, intercalata a laterizio; complesso che rende artistica l'opera sia pel carattere policromo, sia per la vaga decorazione dei fregi formati col mattone sopra gli archivolti delle bifore e sotto la cornice di coronamento del dado ottagonale.

Relativamente allo stato di conservazione dell'opera sono da segnalare:

1° le pessime condizioni della parte merlata in aggetto alla cella campanaria che senza influenzare la stabilità della torre costituiscono pericolo per la caduta del materiale che continua a disgregarsi;

2° le lesioni verticali sulla faccia W che partendo dalla cella campanaria e cercandosi una via lungo i piani di minor resistenza, attraverso i fori di porta e finestre, scendono giù fino allo zoccolo di fondazione;

Fig. 1. — Prospetto a levante.

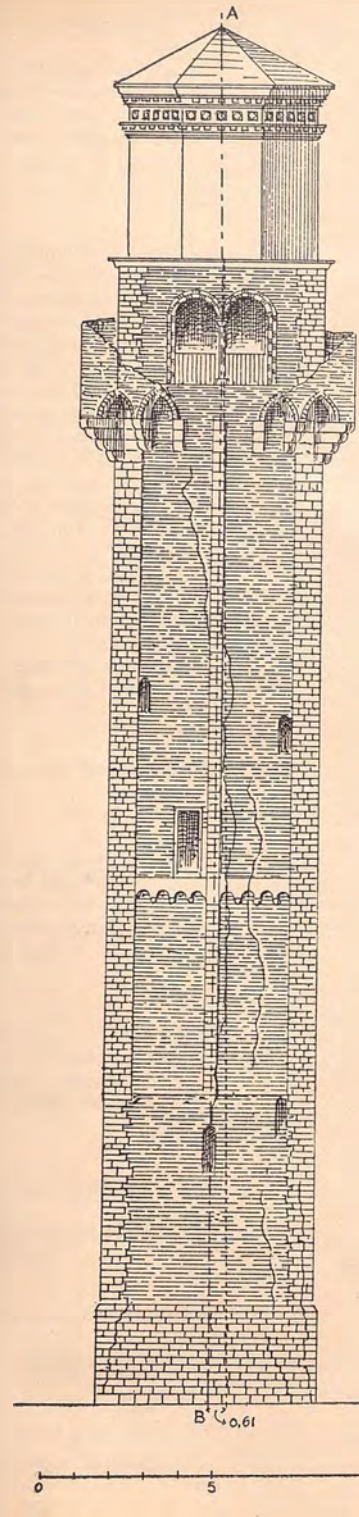


Fig. 2. — Sezione A B.



Determinazione grafica della posizione dei punti di applicazione delle risultanti rispetto all'asse del campanile.

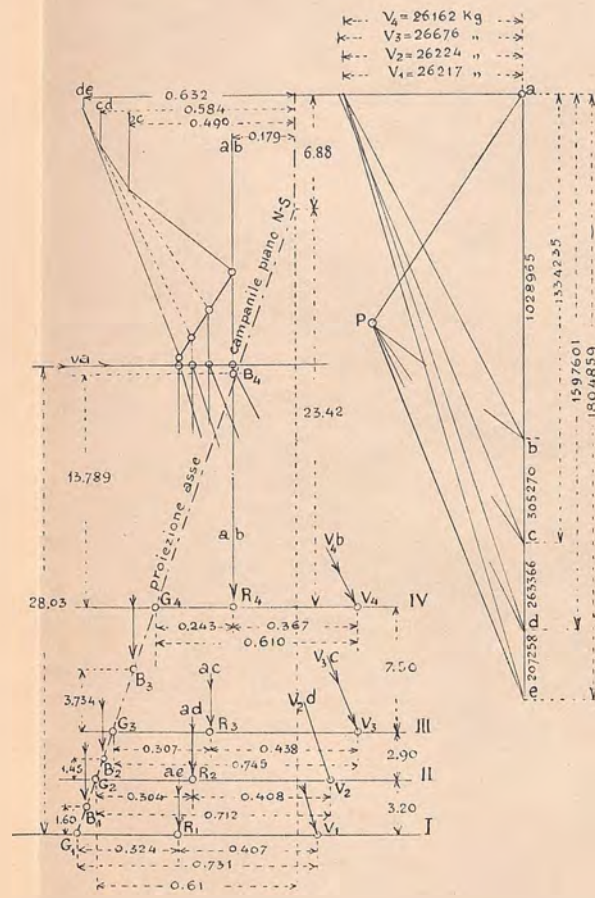


Fig. 3.

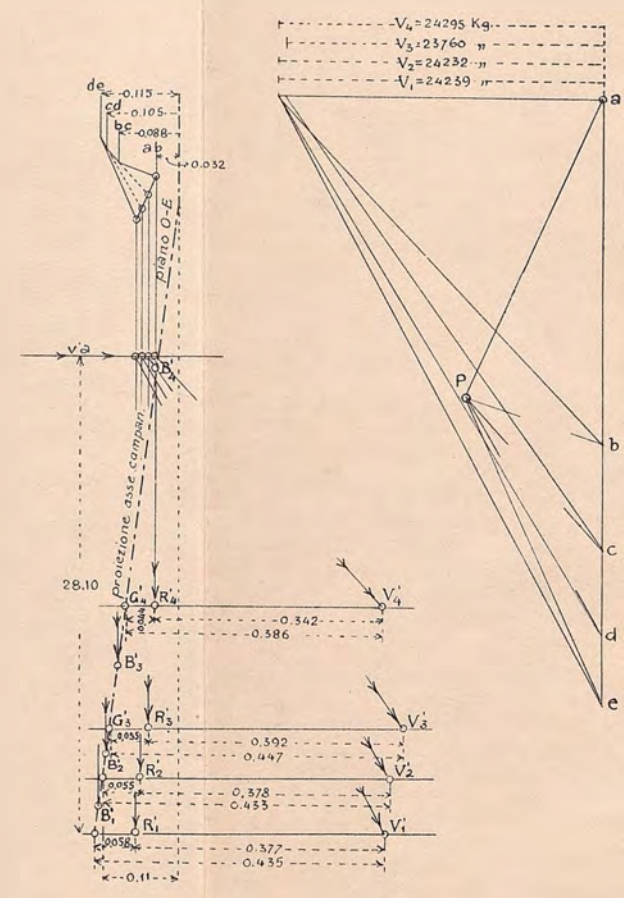


Fig. 4.

SCALE }
 per le altezze 1:200.
 delle forze verticali (*peso proprio*) mm. 0,5 = 10000 Kg.
 delle forze orizzontali (*pressione del vento*) mm. 1 = 1000 Kg. (fig. 3).
 delle forze orizzontali (*pressione del vento*) mm. 1 = 500 Kg. (fig. 4).
 degli spostamenti G R e G V, 1 : 20.
 degli spostamenti G' R' e G' V', 1 : 10.

3° l'incompleto collegamento dei blocchi di marmo costituenti lo zoccolo come appare dalla deficienza di malta nelle connesure delle faccie viste.

Dall'esame fatto alla struttura resistente risulta però che la compagine murale del fusto è tale da non dare attualmente preoccupazioni sia per la natura e la resistenza delle pietre e dei mattoni impiegati, sia per la natura, presa e resistenza delle malte.

Peso proprio.

Per determinare le condizioni statiche del campanile lo si è diviso in quattro tronchi, separati gli uni dagli altri dalle sezioni nelle quali vi è una variazione nella grossezza dei muri. Per ciascuna delle dette sezioni calcoleremo gli sforzi unitari massimi e minimi di compressione tenendo conto del peso proprio, dello strapiombo e dell'effetto del vento.

Ciò premesso passiamo a stabilire il peso proprio di ciascun tronco.

1° TRONCO. — Il 1° tronco è costituito dal masso di fondazione dell'altezza di m. 3,20 e la cui sezione costante è un rettangolo cavo di lati esterni m. 6,60 × 6,80 ed interni m. 2,00 × 2,20.

Il volume è quindi di mc. 129,536 ed assumendo per peso specifico della muratura di mattoni 1,60, il peso del 1° tronco risulta di kg. 207258.

2° TRONCO. — Il 2° tronco rappresentato dallo zoccolo di fondazione di altezza m. 2,90 ha per sezione costante un rettangolo cavo di lati esterni m. 6,40 × 6,60 ed interni m. 2,00 × 2,20.

Essendo il volume di detto tronco di mc. 109,736, assumendo per peso specifico della muratura di pietra di Costozza 2,40, il peso risulta di kg. 263366.

3° TRONCO. — Il 3° tronco dell'altezza di m. 7,50 ha per sezione quattro rettangoli concentrici. La parte muraria è compresa fra il 1° e 2° e fra il 3° e 4° rettangolo.

Nel vuoto fra il 2° e 3° rettangolo si sviluppa la scala.

I tre rettangoli interni sono costanti e delle dimensioni rispettive m. 2,00 × 2,20; m. 3,50 × 3,70; m. 4,70 × 4,90 mentre quello esterno è variabile a causa della rastremazione ed è delle dimensioni m. 6,15 × 6,35 alla sommità e m. 6,20 × 6,40 alla base del tronco.

Indicando con h la distanza, dalla sommità del tronco, di una sezione generica, l'area di questa risulta:

$$\Omega = 24,5725 + 0,08333 h + 0,000044 h^2$$

ed il volume fra detta sommità e la sezione stessa:

$$V = 24,5725 h^2 + 0,08333 \frac{h^2}{2} + 0,000044 \frac{h^3}{3}$$

Per l'altezza di m. 7,50 del tronco si ha quindi il volume di m³ 186,644 di muratura di mattoni ed il peso di kg. 298630.

Nel tronco in esame fa parte del peso proprio anche quello della scala in esso compresa ed il cui peso, per metro di verticale superata, si può ritenere in base a rilievi diretti di kg. 885,3 circa.

Il peso proprio del tronco risulta perciò di:

$$298630 + 7,50 \times 885,3 = 305270 \text{ kg.}$$

4° TRONCO. — Il 4° ed ultimo tronco comprende la parte superiore del fusto dell'altezza di m. 23,42 ed un dado ottagonale di coronamento dell'altezza complessiva di m. 6,88.

Per quanto riguarda il fusto la sezione, analogamente a quella del tronco precedente, è individuata da quattro rettangoli: i due interni costanti delle dimensioni:

$$\text{m. } 2,40 \times 2,60 \quad \text{m. } 3,50 \times 3,70 \quad \text{m. } 4,70 \times 4,90$$

e quello esterno variabile e di dimensioni m. 5,994 × 6,194 alla sommità e m. 6,15 × 6,35 alla base del tronco.

Indicando ancora con h la distanza di una sezione generica dalla sommità del fusto l'area della sezione risulta:

$$\Omega = 20,8068 + 0,0812 h + 0,000044 h^2$$

ed il volume fra detta sommità e la sezione stessa:

$$V = 20,8068 h^2 + 0,0812 \frac{h^2}{2} + 0,000044 \frac{h^3}{3}$$

Per l'altezza di m. 23,42 del tronco di fusto si ha quindi il volume di m³ 509,753 di muratura di mattoni ed il peso di kg. 815005.

Nel tronco in esame fanno parte del peso proprio: la parte di scala in esso compresa e che per m. 19,60 di verticale superata ha il peso di kg. 17360; la loggia merlata, il cui peso complessivo delle diverse parti (mensole, timpani, solaio, merlatura, telaio, campane) è stato valutato in kg. 84145, e l'ottagono di coronamento del peso di kg. 111855.

Il peso proprio del tronco risulta quindi di kg. 1028965.

Nel seguente specchio sono riportati i pesi dei tronchi e quelli sopportati dalle sezioni di separazione di essi:

TABELLA A.

Tronco	Sezione	Peso del tronco Kg.	Peso sopportato dalla sezione Kg.
4°		1028965	
3°	IV	305270	1028965
2°	III	263366	1334235
1°	II	207258	1597601
	I		1804859

Strapiombo.

Mentre l'ottagono superiore di coronamento è verticale, il fusto del campanile è inclinato nella direzione Nord-Est.

Nel 1912 in occasione di un sopralluogo di una Commissione raccolta dal Soprintendente ai Monumenti, Ing. Da Lisca, per studiare le condizioni della torre, la pendenza fu misurata a cura del Genio Civile di Vicenza riconoscendo che il centro della sezione superiore del fusto, rispetto a quello della sezione al piano terra, trovavasi spostato di cm. 61 verso la faccia a Nord e di cm. 11 verso la faccia Est.

Essendo m. 33,92 l'altezza della sezione superiore del fusto rispetto al piano terra l'inclinazione risultò di:

$$\text{arc tg} \frac{\sqrt{0,61^2 + 0,11^2}}{33,82} = 1^\circ 3' 1''.$$

Nella prima adunanza della attuale Commissione fu incaricato il membro cav. Tonini di far rinnovare la misura della pendenza, ed in seguito a rilievi fatti il 31 luglio ultimo scorso, fu accertato che per un'altezza di m. 30,00 lo strapiombo nella direzione Nord era di cm. 54, il che corrisponde, per un'altezza di 33,82 ad uno strapiombo di $0,54 \frac{33,82}{30,00} = \text{m. } 0,609$ con la differenza trascurabile di 1 millimetro rispetto alla misura effettuata due anni prima.

La concordanza delle due misure, benchè l'una fatta con filo a piombo esterno e l'altra con filo a piombo interno, non è sufficiente a far ritenere che nel periodo dei due anni decorsi la pendenza del campanile non sia cambiata e ciò perchè il sistema stesso di rilevamento per molteplici cause può dare un errore superiore alla variazione di pendenza che si verificherebbe per un lento ma progressivo cedimento del terreno sottostante. Però per lo scopo del presente studio il probabile errore di osservazione non ha influenza sensibile sui valori delle sollecitazioni unitarie che si debbono determinare e perciò in base ai rilievi fatti riterremo senz'altro l'inclinazione del campanile di:

$$\text{arc tg} \frac{0,61}{33,82} = 1^\circ 1' 59'' \quad \text{nel piano Sud-Nord}$$

$$\text{arc tg} \frac{0,11}{33,82} = 0^\circ 11' 11'' \quad \text{» » West-Est.}$$

A causa della inclinazione del campanile la risultante dei carichi verticali sopportati da una sezione generica non passerà più per il centro della sezione.

Assunti quindi per il detto centro due assi coordinati paralleli ai lati della sezione, l'uno y diretto normalmente alla faccia Nord e l'altro x alla faccia Est, si sono determinate analiticamente per ognuna delle quattro sezioni le coordinate del centro di pressione R e si è ottenuto:

per la I sezione:	\bar{X}	= m.	0,058	\bar{Y}	= m.	0,324
» » II	»	= »	0,055	»	= »	0,304
» » III	»	= »	0,055	»	= »	0,307
» » IV	»	= »	0,041	»	= »	0,243

Per verificare l'esattezza dei risultati analitici si è risolto il problema graficamente come è indicato nelle fig. 3 e 4 della tavola 1^a (III) ove per maggior chiarezza si è adottata per le lunghezze in piani orizzontali una scala diversa da quella per le altezze.

La fig. 3 rappresenta la proiezione dell'asse del campanile nel piano yz e la 4 nel piano xz .

Per ciascuna proiezione è stato segnato l'asse del campanile ed i barimetri B_4, B_3, B_2, B_1 dei diversi tronchi, il primo dei quali B_4 non trovasi sull'asse a causa della verticalità dell'ottagono.

Per la ricerca dei centri di pressione non è necessario conoscere la posizione di B_4 , ma è sufficiente determinare la verticale passante per esso, quindi mentre per le parti inclinate si è dovuto determinare i punti di applicazione dei rispettivi pesi, per l'ottagono si è ricavato il solo peso.

Le verticali per B_4, B_3, B_2, B_1 sono le linee di azione delle forze:

ab	= kg.	1028965
bc	= »	305270
cd	= »	263366
de	= »	207258

sollecitanti i singoli tronchi e le successive risultanti:

ab	= kg.	1028965
ac	= »	1334235
ad	= »	1597601
ae	= »	1804859

rappresentano i pesi sopportati dalle rispettive sezioni IV, III, II e I e le tagliano nei rispettivi centri di pressione R_4, R_3, R_2, R_1 .

Ellissi e noccioli centrali delle sezioni base dei tronchi.

SEZIONE I. — La base del 1° tronco, ossia la sezione al piano di fondazione, è determinata da due rettangoli concentrici ed a lati paralleli per cui gli assi principali di inerzia sono le parallele ai lati dei rettangoli condotte dal centro (fig. 1).

Si ha quindi per l'area:

$$\Omega = 6,80 \times 6,60 - 2,20 \times 2,00 = 40,48 \text{ m}^2$$

per i momenti d'inerzia rispetto agli assi principali:

$$I_x = \frac{1}{12} (6,80 \times 6,60^3 - 2,20 \times 2,00^3) = 161,4477 \text{ m}^4$$

$$I_y = \frac{1}{12} (6,60 \times 6,80^3 - 2,00 \times 2,20^3) = 171,1629 \text{ m}^4$$

per i raggi di inerzia:

$$\rho_x = \sqrt{\frac{I_x}{\Omega}} = \sqrt{3,988333} = \text{m. } 1,997$$

$$\rho_y = \sqrt{\frac{I_y}{\Omega}} = \sqrt{4,228353} = \text{m. } 2,056$$

Il nocciolo è un rombo avente i vertici sugli assi principali e più precisamente quelli sull'asse y distano dal baricentro di:

$$\frac{\rho_x^2}{6,60} = \frac{3,988333}{3,30} = \text{m. } 1,209$$

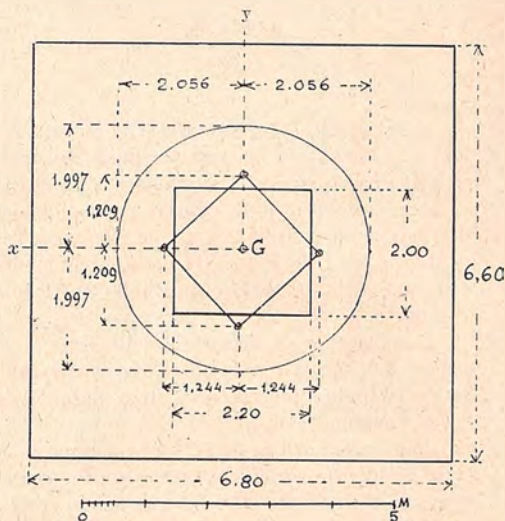


Fig. 1.

e quelli sull'asse x distano dal baricentro di:

$$\frac{\rho_y^2}{6,80} = \frac{4,228353}{3,40} = m. 1,244.$$

SEZIONE II. — La base del 2° tronco, ossia la sezione al piano del terreno, è determinata, come la sezione I, da due rettangoli concentrici per cui gli assi principali d'inerzia sono le parallele ai lati dei rettangoli condotte dal centro (fig. 2).

Si ha quindi per l'area:

$$\Omega = 6,40 \times 6,60 - 2,00 \times 2,20 = 37,84 \text{ m}^2$$

per i momenti d'inerzia rispetto agli assi principali:

$$I_x = \frac{1}{12} (6,60 \times 6,40^3 - 2,20 \times 2,00^3) = 142,7125 \text{ m}^4$$

$$I_y = \frac{1}{12} (6,40 \times 6,60^3 - 2,00 \times 2,20^3) = 151,5565 \text{ m}^4$$

per i raggi d'inerzia:

$$\rho_x = \sqrt{\frac{I_x}{\Omega}} = \sqrt{3,771473} = m. 1,942$$

$$\rho_y = \sqrt{\frac{I_y}{\Omega}} = \sqrt{4,005194} = m. 2,001.$$

I due vertici del nocciolo situati sull'asse y distano dal baricentro di:

$$\frac{\rho_x^2}{6,40} = \frac{3,771473}{3,20} = m. 1,179$$

e quelli situati sull'asse x distano dal baricentro di:

$$\frac{\rho_y^2}{6,60} = \frac{4,005194}{3,30} = m. 1,214.$$

SEZIONE III. — La sezione III, base del 3° tronco (fig. 3), è situata a m. 2,90 dal piano del terreno e rappresenta il piano del pavimento della torre.

Essa è costituita da quattro rettangoli concentrici e la parte resistente è quella compresa fra il 1° ed il 2° e fra il 3° e 4° rettangolo, escludendo però due vani della larghezza di m. 0,90 corrispondenti alle porte.

A causa della dissimmetria della sezione il baricentro non trovasi nel centro dei rettangoli e gli assi principali d'inerzia non sono paralleli ai lati dei rettangoli stessi.

La determinazione dell'ellisse e del nocciolo centrale per questa sezione è stata eseguita geometricamente nella tav. 2ª (IV) scomponendo la figura in 9 rettangoli elementari per ciascuno dei quali sono stati individuati il baricentro G di coordinate x, y , l'area elementare w , i diametri della ellisse di inerzia, ed i centri di 2° ordine x ed y rispetto agli assi x ed y indicati in figura (1).

(1) Nella tavola 2ª (IV) non sono stati indicati detti centri di 2° ordine dei rettangoli elementari, ma però sono state tracciate le parallele agli assi condotte per essi.

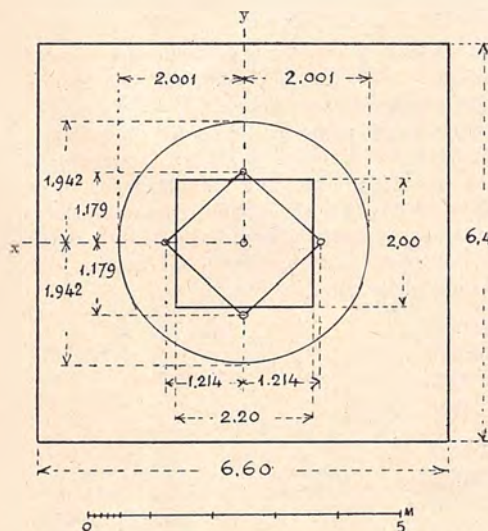


Fig. 2.

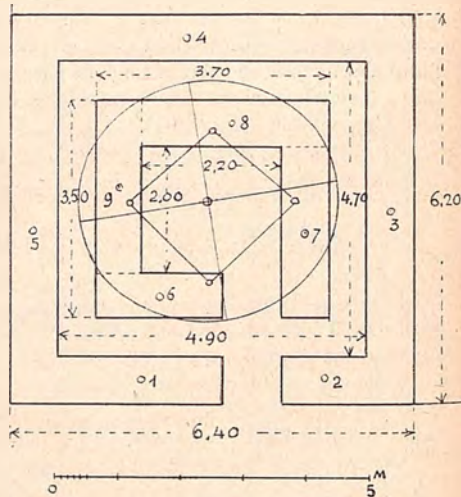
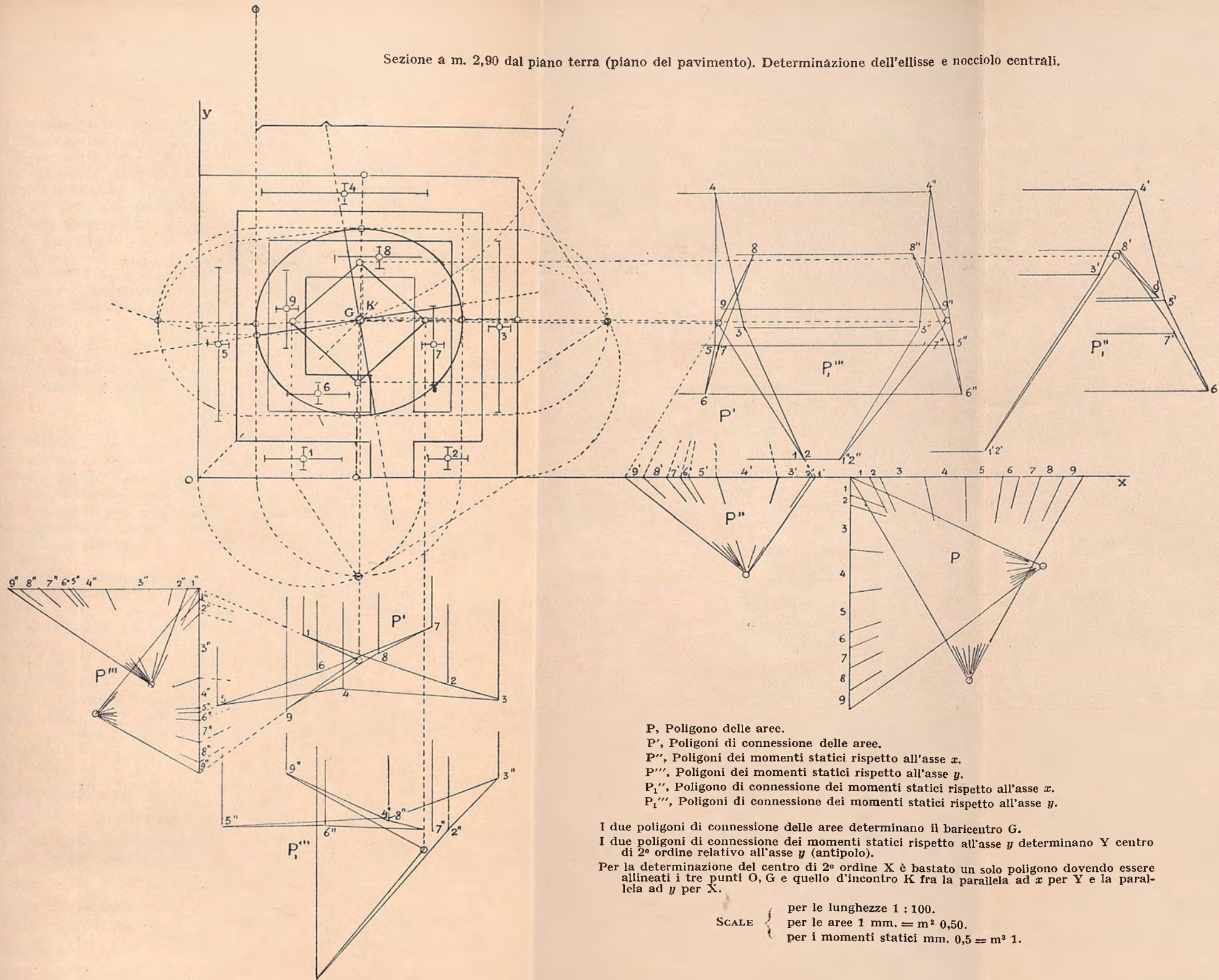


Fig. 3.

Sezione a m. 2,90 dal piano terra (piano del pavimento). Determinazione dell'ellisse e nocciolo centrali.



- P, Poligono delle aree.
- P', Poligoni di connessione delle aree.
- P'', Poligoni dei momenti statici rispetto all'asse x .
- P''', Poligoni dei momenti statici rispetto all'asse y .
- P₁'', Poligono di connessione dei momenti statici rispetto all'asse x .
- P₁'', Poligoni di connessione dei momenti statici rispetto all'asse y .

I due poligoni di connessione delle aree determinano il baricentro G.
 I due poligoni di connessione dei momenti statici rispetto all'asse y determinano Y centro di 2° ordine relativo all'asse y (antipolo).

Per la determinazione del centro di 2° ordine X è bastato un solo poligono dovendo essere allineati i tre punti O, G e quello d'incontro K fra la parallela ad x per Y e la parallela ad y per X.

SCALE { per le lunghezze 1 : 100.
 per le aree 1 mm. = m² 0,50.
 per i momenti statici mm. 0,5 = m³ 1.

Il baricentro dei punti G affetti dai coefficienti w è il baricentro della figura e per la sua determinazione sono serviti i due poligoni di connessione delle aree i cui lati prolungati individuano sugli assi x ed y segmenti proporzionali ai momenti statici:

$$w y \quad \text{ed} \quad w x.$$

Il baricentro dei centri di 2° ordine Y affetti dai coefficienti $w x$ è il centro di 2° ordine Y della intiera figura rispetto l'asse y e per la sua determinazione sono serviti i due poligoni di connessione dei momenti statici rispetto l'asse y .

Il baricentro dei centri di 2° ordine X affetti dai coefficienti $w y$ è il centro di 2° ordine X della intiera figura rispetto l'asse x e per la sua determinazione è bastato un solo poligono di connessione dei momenti statici rispetto l'asse x poichè il punto (xy) origine, il baricentro G ed il punto K di incontro della parallela ad x per Y con la parallela ad y per X debbono essere allineati.

Avendo assunti per assi x ed y due lati del perimetro, i centri di 2° ordine X ed Y sono vertici del nocciolo.

Gli altri vertici X_1 ed Y_1 centri di 2° ordine rispetto ad assi paralleli a quelli coordinati sono stati determinati considerandoli come punti corrispondenti ad X_1' ed Y_1' nelle due punteggiate in involuzione che hanno per centri il baricentro G e per costanti rispettive:

$$GX \times GX' = e \quad GY \times GY'.$$

Le direzioni degli assi principali sono state quindi determinate ricercando la coppia di diametri ortogonali nella involuzione individuata dalle coppie di diametri coniugati:

$$GX, GC \quad \text{e} \quad GY, GF.$$

Nella tavola è anche rappresentata la costruzione per ottenere la lunghezza di un semi-diametro dell'ellisse centrale.

Benchè il procedimento grafico sopra descritto conduca sollecitamente alla determinazione dell'ellisse centrale e del nocciolo, pure per ottenere gli elementi numerici relativi con tutta esattezza, ed anche per uniformità a quanto si è fatto per le altre sezioni più semplici, si è creduto opportuno procedere al calcolo analitico, che può avere così una riprova nel procedimento grafico, onde assicurarsi di non essere incorsi in errori di computo nelle complesse numerazioni numeriche.

Per il calcolo analitico sarebbe stato più semplice considerare la figura costituita soltanto da 6 figure elementari di cui 2 positive (1° e 3° rettangolo) e le altre 4 negative (2° e 4° rettangolo e i due vani delle porte) ma per un confronto anche parziale col procedimento grafico si è conservata la divisione della sezione nei 9 rettangoli elementari come è indicato nella tabella seguente:

TABELLA B.

	Aree parziali ω	Coordinate dei baricentri delle aree parziali		Coordinate dei centri di 2° ordine rispetto l'asse x		Coordinate dei centri di 2° ordine rispetto l'asse y		Momenti statici parziali rispetto l'asse		Momenti d'inerzia parziali rispetto l'asse		Prodotti di inerzia parziali $\omega x \times Y_y = \omega y \times X_x$
		x	y	$X_x = x$	Y_x	X_y	$Y_y = y$	ωx	ωy	$\omega x X_y$	$\omega y Y_x$	
1	1,9875	2,075	0,375	2,075	0,500	2,373	0,375	4,124	0,745	9,787	0,373	1,546
2	1,0125	4,975	0,375	4,975	0,500	5,006	0,375	5,037	0,380	25,214	0,190	1,889
3	4,6500	6,025	3,100	6,025	4,133	6,033	3,100	28,016	14,415	169,016	59,582	86,850
4	4,2375	2,825	5,825	2,825	5,833	3,767	5,825	11,971	24,684	45,091	143,978	69,731
5	4,0875	0,375	2,725	0,375	3,633	0,500	2,725	1,533	11,138	0,766	40,469	4,177
6	1,5375	2,375	1,725	2,375	1,752	2,522	1,725	3,652	2,652	9,211	4,647	6,299
7	2,0625	4,675	2,725	4,675	2,956	4,685	2,725	9,642	5,620	45,174	16,615	26,275
8	2,2125	3,575	4,475	3,575	4,486	3,778	4,475	7,910	9,901	29,881	44,411	35,396
9	2,0625	1,725	3,475	1,725	3,656	1,752	3,475	3,558	7,167	6,234	26,205	12,363
	23,8500							75,443	76,702	340,374	336,470	244,526

Le somme dei numeri della 1^a e delle ultime colonne della tabella danno:

l'area	$\Omega = 23,85 \text{ m}^2$
il momento statico rispetto l'asse y	$S_y = 75,443 \text{ m}^3$
» » » » x	$S_x = 76,702 \text{ m}^3$
» d'inerzia » » y	$I_y = 340,374 \text{ m}^4$
» » » » x	$I_x = 336,470 \text{ m}^4$
il prodotto » » gli assi x, y	$K_{xy} = 244,526 \text{ m}^4$

elementi che forniscono semplicemente per successive operazioni indicate gli altri elementi che qui sotto si riportano:

Coordinate del baricentro:

$$x_o = \frac{75,443}{23,85} = \text{m. } 3,163; \quad y_o = \frac{76,702}{23,85} = \text{m. } 3,216.$$

Vertici del nocciolo:

$$\text{Coordinate del centro relativo all'asse } x \left\{ \begin{array}{l} X_x = \frac{244,526}{76,702} = \text{m. } 3,188 \\ Y_x = \frac{336,470}{76,702} = \text{m. } 4,387. \end{array} \right.$$

$$\text{Coordinate del centro relativo alla parallela } x_1 \text{ ad } x \left\{ \begin{array}{l} Y_{x_1} = \frac{6,20 - 4,387}{6,20 - 3,216} \cdot 3,216 = \text{m. } 1,954 \\ X_{x_1} = 3,163 - \frac{(3,188 - 3,163)(3,216 - 1,954)}{4,387 - 3,216} = \text{m. } 3,136. \end{array} \right.$$

Vertici del nocciolo:

$$\text{Coordinate del centro relativo all'asse } y \left\{ \begin{array}{l} X_y = \frac{340,374}{75,443} = \text{m. } 4,512 \\ Y_y = \frac{244,526}{75,443} = \text{m. } 3,241. \end{array} \right.$$

$$\text{Coordinate del centro relativo alla parallela } y_1 \text{ all'asse } y: \left\{ \begin{array}{l} X_{y_1} = \frac{6,40 - 4,512}{6,40 - 3,163} \cdot 3,163 = \text{m. } 1,845 \\ Y_{y_1} = 3,216 - \frac{(3,241 - 3,216)(3,163 - 1,845)}{4,512 - 3,163} = \text{m. } 3,192. \end{array} \right.$$

Momenti di inerzia rispetto agli assi baricentrici x', y' paralleli agli assi x, y :

$$I_{y'} = 340,374 - \frac{75,443^2}{23,85} = 101,734 \text{ m}^4$$

$$I_{x'} = 336,470 - \frac{76,702^2}{23,85} = 89,793 \text{ m}^4.$$

Prodotto d'inerzia rispetto agli assi baricentrici x', y' paralleli agli assi x, y :

$$K_{x'y'} = 244,526 - \frac{75,443 \times 76,702}{23,85} = 1,901 \text{ m}^4.$$

Inclinazione degli assi principali di inerzia:

$$\alpha = \frac{1}{2} \text{ arc tg } \frac{2 \times 1,901}{101,734 - 89,793} = \frac{1}{2} \text{ arc tg } 0,3184 = 8^\circ 49' 50''.5.$$

Momenti d'inerzia rispetto agli assi principali d'inerzia:

$$I_{y''} = \frac{101,734 + 89,793}{2} \cdot \frac{1}{2} \times \frac{101,734 - 89,793}{0,9529} = 102,029 \text{ m}^4$$

$$I_{x''} = \frac{101,734 + 89,793}{2} \cdot \frac{1}{2} \times \frac{101,734 - 89,793}{0,9529} = 89,498 \text{ m}^4.$$

Raggi d'inerzia principali:

$$\rho_{y''} = \sqrt{\frac{102,029}{23,85}} = \sqrt{4,2779} = \text{m. } 2,068$$

$$\rho_{x''} = \sqrt{\frac{89,498}{23,85}} = \sqrt{3,7525} = \text{m. } 1,937.$$

SEZIONE IV. — La base del 4° tronco (fig. 4) trovasi a m. 10,40 dal terreno ed è costituita da quattro rettangoli concentrici ed a lati paralleli per cui gli assi principali d'inerzia sono le parallele ai lati dei rettangoli condotte dal centro.

La parte resistente della sezione è quella compresa fra il 1° e 2°, 3° e 4° rettangolo. Si ha quindi per l'area:

$$\Omega = 6,15 \times 6,35 + 3,50 \times 3,70 - 4,70 \times 4,90 - 2,40 \times 2,60 = 22,7325 \text{ m}^2$$

per i momenti d'inerzia rispetto agli assi principali:

$$I_x = \frac{1}{12} \left(6,35 \times \overline{6,15}^3 + 3,70 \times \overline{3,50}^3 - 4,90 \times \overline{4,70}^3 - 2,60 \times \overline{2,40}^3 \right) = 90,9188 \text{ m}^4$$

$$I_y = \frac{1}{12} \left(6,15 \times \overline{6,35}^3 + 3,50 \times \overline{3,70}^3 - 4,70 \times \overline{4,90}^3 - 2,40 \times \overline{2,60}^3 \right) = 96,4039 \text{ m}^4$$

per i raggi d'inerzia:

$$\rho_x = \sqrt{\frac{I_x}{\Omega}} = \sqrt{3,999507} = \text{m. } 2,000$$

$$\rho_y = \sqrt{\frac{I_y}{\Omega}} = \sqrt{4,240798} = \text{m. } 2,059.$$

Il nocciolo è un rombo avente i vertici sugli assi principali e più precisamente quelli sull'asse y distano dal baricentro di:

$$\frac{\rho_x^2}{\frac{6,15}{2}} = \frac{3,999507}{3,075} = \text{m. } 1,301$$

e quelli sull'asse x distano dal baricentro di:

$$\frac{\rho_y^2}{\frac{6,35}{2}} = \frac{4,240798}{3,175} = \text{m. } 1,336.$$

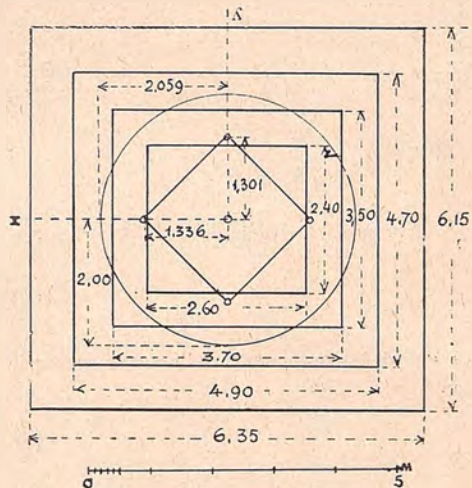


Fig. 4.

Intensità e direzione del vento.

INTENSITÀ DEL VENTO. — Per poter determinare i massimi sforzi sopportati dal materiale e dal terreno di fondazione, è necessario considerare il caso in cui sulla torre agisca la pressione del vento.

Ammetteremo perciò l'ipotesi che la pressione p del vento sia di kg. 200 per m² di superficie normale investita.

In genere nei progetti per torri si adotta un valore di p più alto, perfino di kg. 300 onde dimostrare esuberanza di stabilità.

Nel caso di costruzioni esistenti i valori eccessivi di p potrebbero condurre a conclusioni lontane dal vero, con la possibile conseguenza della demolizione per un'opera che può con sicurezza sfidare le insidie del tempo.

D'altra parte il valore

$$p = 200 \text{ kg. per m}^2$$

è quello adottato da distinti tecnici per studi analoghi al presente, e cioè dal Prof. Canevazzi per la Ghirlandina di Modena, dal Prof. Cavani per la Garisenda di Bologna, e dall'Ing. Cuppari per la Torre di Pisa.

A detto valore corrisponde inoltre la velocità di m. 40,41 al 1'', mai raggiunta sino ad ora a Vicenza, come risulta dai dati gentilmente forniti dall'Ill.mo Conte Almerico da Schio, direttore dell'Osservatorio meteorologico dell'Accademia Olimpica.

DIREZIONE PIÙ SFAVOREVOLE DEL VENTO. — Riguardo alla direzione più sfavorevole del vento, che provochi cioè i massimi sforzi unitari in una data sezione, ci sia permesso di non seguire l'errore in cui son caduti, e cadono, distinti professionisti, nel ritenere che detta direzione debba essere quella corrispondente alla inclinazione della torre. Noi dimostreremo che la cercata direzione non ha alcuna relazione con quella della pendenza, e prenderemo in esame una sezione che non abbia assi di simmetria come la III, potendo facilmente dalla risoluzione di questo caso scendere a quello più semplice di sezioni quali la I, II e IV.

Sia pertanto FSET il perimetro della sezione di area Ω (fig. 5); β l'angolo della direzione del vento con l'asse y' ; α l'angolo degli assi y, y' ; A_1, A_2 le aree delle facce SE, ET; h_1, h_2 le altezze dei baricentri di queste facce dal piano della sezione; P il peso gravitante sulla sezione; R , di coordinate X, Y , il centro di pressione tenendo conto del solo peso P e della pendenza della torre; V , di coordinate $X + \Delta X, Y + \Delta Y$ il centro di pressione nella ipotesi che agisca anche il vento di intensità p per m^2 ; δ_1, δ_2 le proiezioni di VR sugli assi x', y' .

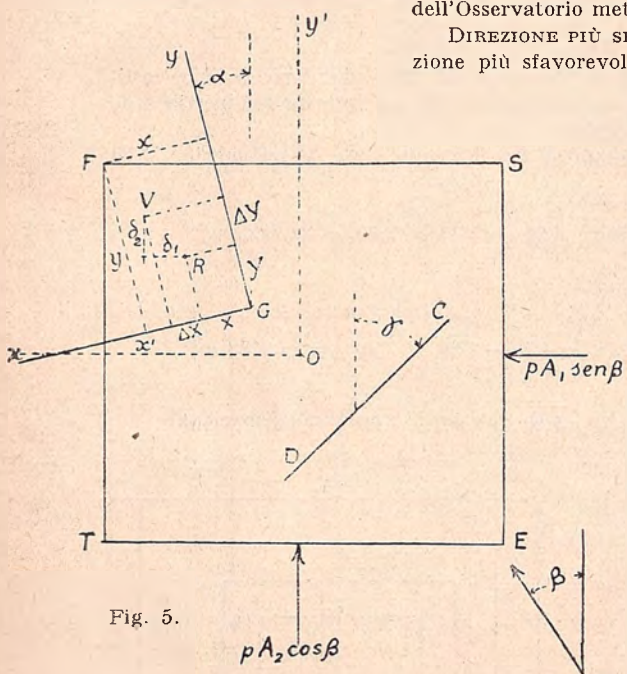


Fig. 5.

Ammissa la legge di F. R. von Lössl le pressioni del vento sulle facce SE ed ET risultano:

$$p A_1 \text{ sen } \beta \quad p A_2 \text{ cos } \beta$$

e quindi le componenti dello spostamento del centro di pressione per effetto del vento sono rispetto agli assi x', y' :

$$\left. \begin{aligned} \delta_1 &= \frac{p A_1 h_1 \text{ sen } \beta}{P} \\ \delta_2 &= \frac{p A_2 h_2 \text{ cos } \beta}{P} \end{aligned} \right\} (1)$$

e rispetto agli assi x, y :

$$\left. \begin{aligned} \Delta X &= \delta_1 \text{ cos } \alpha - \delta_2 \text{ sen } \alpha = \frac{P}{P} (A_1 h_1 \text{ sen } \beta \text{ cos } \alpha - A_2 h_2 \text{ cos } \beta \text{ sen } \alpha) \\ \Delta Y &= \delta_1 \text{ sen } \alpha + \delta_2 \text{ cos } \alpha = \frac{P}{P} (A_1 h_1 \text{ sen } \beta \text{ sen } \alpha + A_2 h_2 \text{ cos } \beta \text{ cos } \alpha) \end{aligned} \right\} (2)$$

da cui derivando rispetto a β :

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \Delta X}{\partial \beta} &= \frac{P}{P} (A_1 h_1 \cos \beta \cos \alpha + A_2 h_2 \sin \beta \sin \alpha) \\ \frac{\partial \Delta Y}{\partial \beta} &= \frac{P}{P} (A_1 h_1 \cos \beta \sin \alpha - A_2 h_2 \sin \beta \cos \alpha). \end{aligned} \right\} (3)$$

Indicando ancora con ρ_x, ρ_y i raggi principali d'inerzia, e con x, y le coordinate del vertice F ove si ha il massimo sforzo di compressione allorchè il centro di pressione è V (vertice maggiormente distante dall'antipolare di V rispetto all'ellisse centrale) lo sforzo unitario in detto punto F è dato dalla nota relazione:

$$\sigma = \frac{P}{\Omega} \left[\frac{x}{\rho_y^2} (X + \Delta X) + \frac{y}{\rho_x^2} (Y + \Delta Y) + 1 \right]$$

Il secondo membro di questa relazione è una funzione di β perchè tali lo sono ΔX e ΔY per cui il valore di β che rende massimo σ si ha risolvendo l'equazione:

$$\frac{\partial \sigma}{\partial \beta} = 0$$

ossia:

$$\frac{x}{\rho_y^2} \frac{\partial \Delta X}{\partial \beta} + \frac{y}{\rho_x^2} \frac{\partial \Delta Y}{\partial \beta} = 0.$$

Sostituendo in questa i valori (3) si ottiene l'equazione:

$$\frac{x}{\rho_y^2} \frac{P}{P} (A_1 h_1 \cos \beta \cos \alpha + A_2 h_2 \sin \beta \sin \alpha) + \frac{y}{\rho_x^2} \frac{P}{P} (A_1 h_1 \cos \beta \sin \alpha - A_2 h_2 \sin \beta \cos \alpha) = 0$$

che risolta rispetto a β dà:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{x \rho_x^2 \cos \alpha + y \rho_y^2 \sin \alpha}{-x \rho_x^2 \sin \alpha + y \rho_y^2 \cos \alpha} \frac{A_1 h_1}{A_2 h_2} \quad (4)$$

che è la formula cercata.

Nel caso che la sezione abbia gli assi principali d'inerzia paralleli ai lati del perimetro rettangolare della sezione, risulta $\alpha = 0$ e la (4) prende la forma:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{x \rho_x^2 A_1 h_1}{y \rho_y^2 A_2 h_2} \quad (5)$$

È facile riconoscere come l'espressione:

$$\frac{x \rho_x^2 \cos \alpha + y \rho_y^2 \sin \alpha}{-x \rho_x^2 \sin \alpha + y \rho_y^2 \cos \alpha}$$

della formula (4) e l'analoga:

$$\frac{x \rho_x^2}{y \rho_y^2}$$

della formula (5) rappresentino la cotangente dell'angolo γ che il lato CD del nocciolo (antipolare di F rispetto all'ellisse centrale) fa con l'asse y' .

Per ciò le formule (4) e (5) assumono l'espressione semplicissima:

$$\operatorname{tg} \beta \cdot \operatorname{tg} \gamma = \frac{A_1 h_1}{A_2 h_2} \quad (6)$$

la quale interpretata geometricamente mostra come la direzione del vento e quella del lato CD del nocciolo sono coniugate rispetto all'ellisse che ha per semidiametri (paralleli agli assi x', y') quantità proporzionali a $\sqrt{A_1 h_1}$ e $\sqrt{A_2 h_2}$.

La formula precedente si presta pure ad una semplice costruzione geometrica.

Infatti per un punto qualsiasi M (fig. 6) si conduca MZ parallela al lato CD del nocciolo ed MP, MW parallele agli assi x', y' (parallele cioè ai lati del rettangolo perimetro della sezione), si prenda quindi:

$$\overline{MW} = A_2 h_2 \quad \overline{MP} = A_1 h_1 \quad \text{e} \quad \overline{PU} = \overline{WZ}$$

La retta MU dà la direzione più sfavorevole del vento (*).

Per l'applicazione delle due formule (4) e (5) basterà dare i valori di A_1, A_2, h_1, h_2 per le quattro sezioni. A tal uopo fatta l'ipotesi che la parte di torre per un'altezza di m. 10,40 dal piano terra

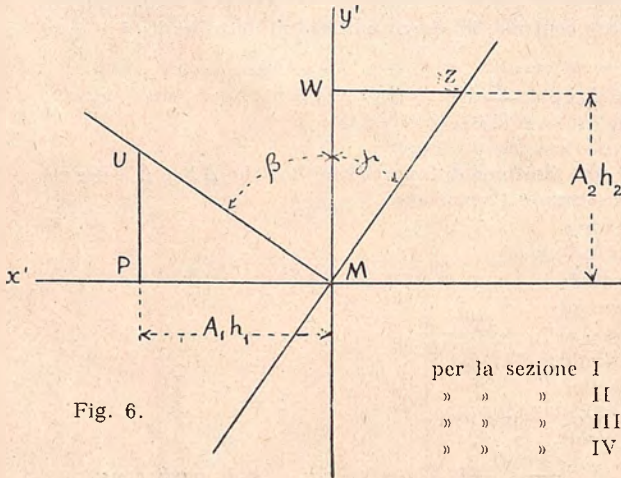


Fig. 6.

sia difesa dai fabbricati circostanti contro l'azione del vento, le due superficie laterali colpite dal vento risultano costanti per tutte le quattro sezioni e precisamente:

$$A_1 = 176,05 \text{ m}^2 \\ A_2 = 180,73 \text{ "}$$

Le dette superficie hanno i baricentri alle distanze rispettive:

$$\text{m. } 28,10 \quad \text{e} \quad \text{m. } 28,03$$

dal piano di fondazione e quindi:

per la sezione I	$h_1 = \text{m. } 28,10$	$h_2 = \text{m. } 28,03$
» » » II	$= \text{» } 24,90$	$= \text{» } 24,83$
» » » III	$= \text{» } 22,00$	$= \text{» } 21,93$
» » » IV	$= \text{» } 14,50$	$= \text{» } 14,43$

Per la sezione I applicando la formula (5) si ha:

$$\text{tg } \beta_1 = \frac{3,40 \times 176,05 \times 28,10 \times 3,988333}{3,30 \times 180,73 \times 28,03 \times 4,228353} = 0,9490$$

per cui:

$$\beta = 43^\circ 30'$$

Questo valore dell'angolo più sfavorevole sostituito nella (1) dà i valori degli incrementi delle coordinate del centro di pressione:

$$\Delta X = \delta_1 = \frac{200 \times 176,05 \times 28,10 \times 0,6884}{1804859} = \text{m. } 0,377$$

$$\Delta Y = \delta_2 = \frac{200 \times 180,73 \times 28,03 \times 0,7253}{1804859} = \text{m. } 0,407.$$

Per la sezione II la formula (5) fornisce:

$$\text{tg } \beta_2 = \frac{3,30 \times 176,05 \times 24,90 \times 3,771473}{3,20 \times 180,73 \times 24,83 \times 4,005194} = 0,9486$$

valore pochissimo diverso da quello ottenuto per la I sezione per cui risulta ancora:

$$\beta_2 = 43^\circ 30'$$

(*) È facile inoltre ottenere una relazione fra la congiungente i due centri di pressione V, R e il lato CD del nocciolo. Infatti indicando con φ l'angolo di VR con l'asse y' sarà:

$$\text{tg } \varphi = \frac{\delta_1}{\delta_2}$$

e quindi per le (1):

$$\text{tg } \varphi = \frac{A_1 h_1 \text{ sen } \beta}{A_2 h_2 \text{ cos } \beta} = \text{tg } \beta \frac{A_1 h_1}{A_2 h_2}$$

e per la (6):

$$\text{tg } \varphi \cdot \text{tg } \gamma = \frac{A_1^2 h_1^2}{A_2^2 h_2^2}$$

Fig. 1. — Sezione I (piano di fondazione).

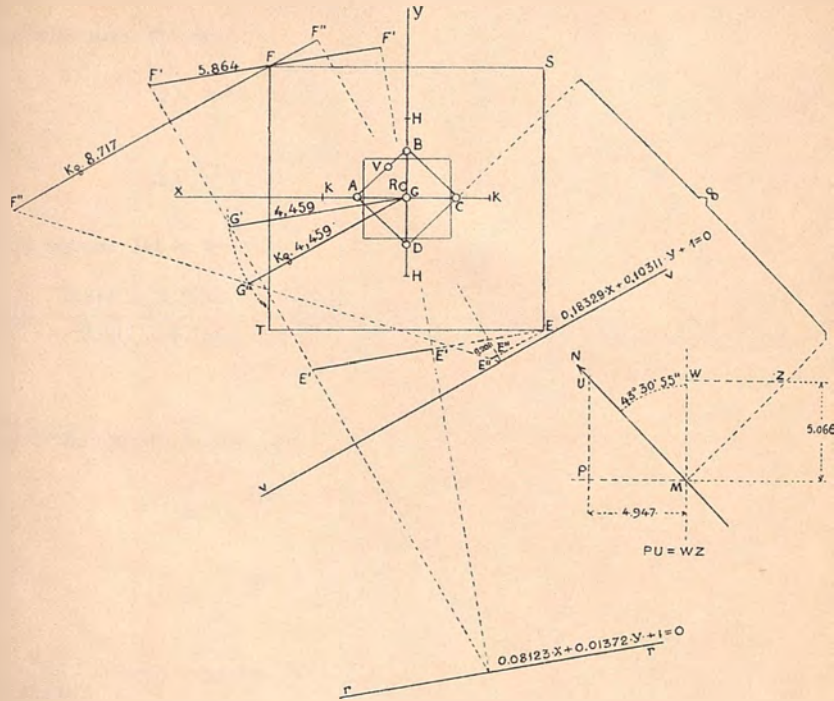
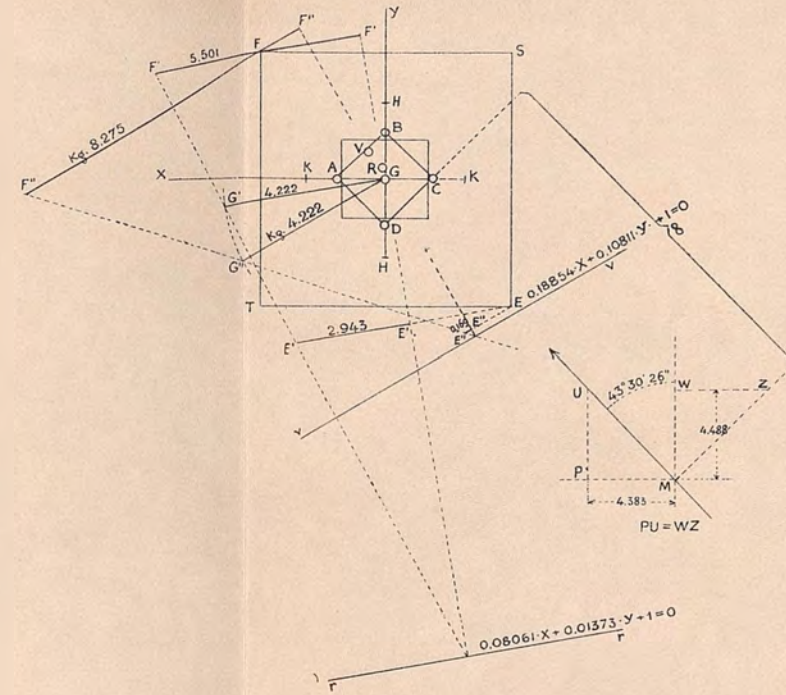
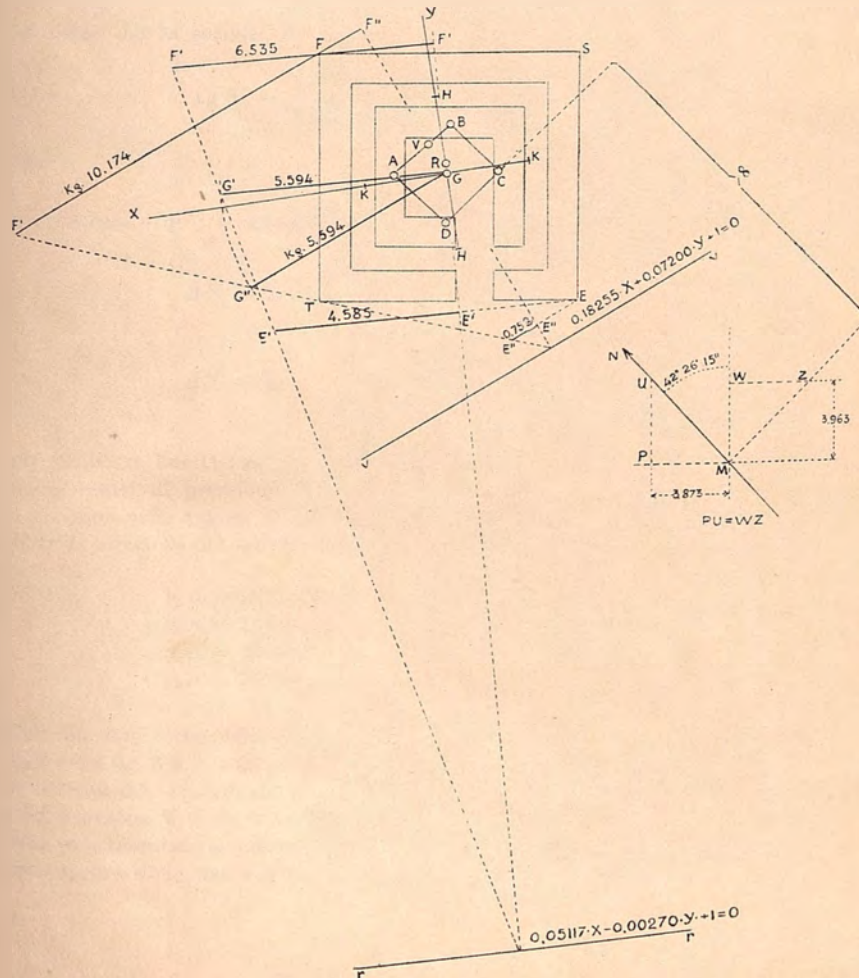


Fig. 2. — Sezione II a m. 3,20 dalla I (piano terra).



G, Baricentro.
 A B C D, Nocciolo centrale d'inerzia.
 H H, K K, Diametri principali dell'ellisse centrale d'inerzia.
 Z, R, Punto di applicazione della risultante dei carichi verticali (*peso proprio*).
 r r, Antipolare di R rispetto all'ellisse centrale (*asse neutro*).
 V, Punto di applicazione della risultante dei carichi verticali e dell'azione del vento.
 v v, Antipolare di V rispetto all'ellisse centrale (*asse neutro*).

Fig. 3. — Sezione III a m. 2,90 dalla II (piano pavimento).

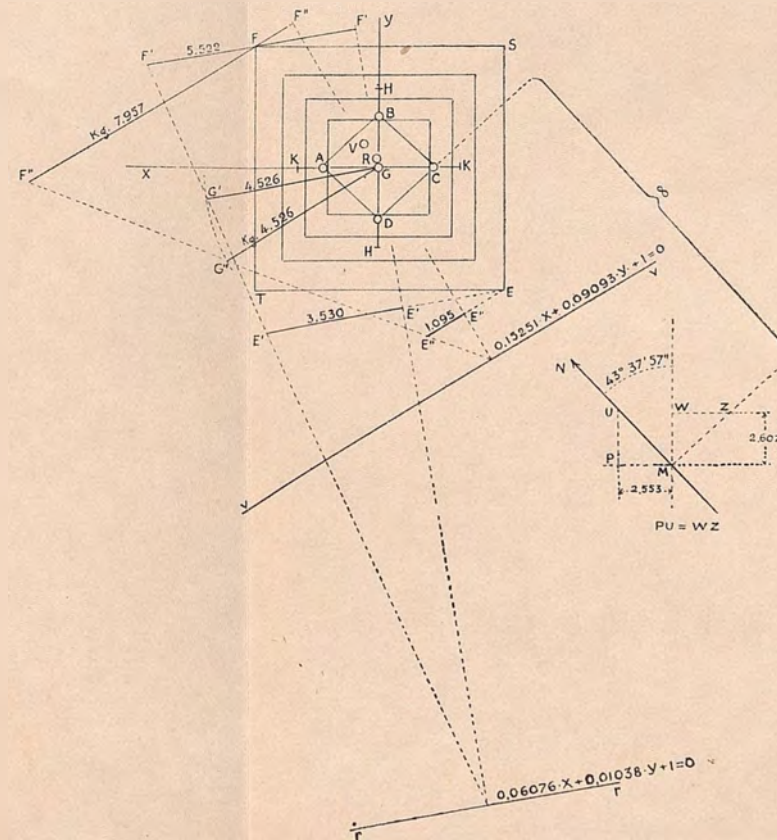


F' F', Sforzo massimo per cm²
 G' G, » medio » » } dovuto al peso proprio.
 E' E', » minimo » »

F'' F'', » massimo » » } dovuto al peso proprio e all'azione del vento.
 G'' G'', » medio » » }
 E'' E'', » minimo » » }

SCALE { per le lunghezze 1 : 200.
 { per gli sforzi cm. 0,5 = 1 Kg. per cm².

Fig. 4. — Sezione IV a m. 7,50 (piano rialz. interno).



che sostituito nelle (1) dà:

$$\Delta X = \delta_1 = \frac{200 \times 176,05 \times 24,90 \times 0,6882}{1597601} = \text{m. } 0,378$$

$$\Delta Y = \delta_2 = \frac{200 \times 180,73 \times 24,83 \times 0,7255}{1597601} = \text{m. } 0,408.$$

Per la sezione III la formula (4) dà:

$$\text{tg } \beta_3 = \frac{2,667 \times 3,7525 \times 0,98815 + 3,434 \times 4,2779 \times 0,15352}{-2,667 \times 3,7525 \times 0,15352 + 3,434 \times 4,2779 \times 0,98815} \cdot \frac{176,05 \times 22,00}{180,73 \times 21,93} = 0,9143$$

per cui: $\beta_3 = 42^\circ 26'$.

Sostituendo questo valore nelle (1) e nelle (2) si ottiene:

$$\delta_1 = \frac{200 \times 176,05 \times 22,00 \times 0,6748}{1334235} = \text{m. } 0,392$$

$$\delta_2 = \frac{200 \times 180,73 \times 21,93 \times 0,7380}{1334235} = \text{m. } 0,438$$

$$\Delta X = \frac{200}{1334235} (176,05 \times 22,00 \times 0,6748 \times 0,98815 - 180,73 \times 21,93 \times 0,7380 \times 0,15352) = \text{m. } 0,319$$

$$\Delta Y = \frac{200}{1334235} (176,05 \times 22,00 \times 0,6748 \times 0,15352 + 180,73 \times 21,93 \times 0,7380 \times 0,98815) = \text{m. } 0,493.$$

Ed infine per la sezione IV la formula (5) dà:

$$\text{tg } \beta_4 = \frac{3,175 \times 176,05 \times 14,50 \times 3,999507}{3,075 \times 180,73 \times 14,43 \times 4,240798} = 0,9534$$

per cui: $\beta_4 = 43^\circ 38'$.

Questo valore di β sostituito nelle (1) fornisce:

$$\Delta X = \delta_1 = \frac{200 \times 176,05 \times 14,50 \times 0,6900}{1028965} = \text{m. } 0,342$$

$$\Delta Y = \delta_2 = \frac{200 \times 180,73 \times 14,43 \times 0,7238}{1028965} = \text{m. } 0,367.$$

Per verificare l'esattezza dei risultati analitici ottenuti, si è determinata graficamente la posizione dei centri di pressione V.

A tal uopo nella tavola 3^a (V) fig. 1, 2, 3, 4 si sono ottenute per mezzo della costruzione sopra riportata le direzioni più sfavorevoli del vento, il che ha permesso di ottenere ancora le pressioni:

$v_1 a = 26217 \text{ kg}$	$v_1' a = 24239 \text{ kg}$
$v_2 a = 26224 \text{ »}$	$v_2' a = 24232 \text{ »}$
$v_3 a = 26676 \text{ »}$	$v_3' a = 23760 \text{ »}$
$v_4 a = 26162 \text{ »}$	$v_4' a = 24295 \text{ »}$

normali alle due facce della torre.

Indi nelle fig. 3 e 4 della tavola 1^a (III) si sono composte dette pressioni rispettivamente con le forze verticali ab, ac, ad, ac ; le risultanti $v_1 b, v_2 c, v_3 d, v_1 e$ tagliano perciò le sezioni nei cercati centri di pressione V. È da avvertire che in dette figure avendo assunto scale diverse per le lunghezze verticali ed orizzontali, si è dovuto assumere ancora diverse scale per il peso proprio e le forze rappresentanti la pressione del vento.

Riportiamo nella seguente tabella i risultati ottenuti finora e cioè per ogni sezione il carico P gravitante su essa, l'area Ω , i raggi principali d'inerzia, e le coordinate dei centri di pressione R e V rispetto agli assi principali (*):

TABELLA C.

Sezione	Carico gravitante sulla sezione	Area Ω m ²	Raggi principali d'inerzia		Coordinate dei centri di pressione		Coordinate dei centri di pressione	
	P		ρ_x	ρ_y	X	Y	$X + \Delta X$	$Y + \Delta Y$
	Kg.		m.	m.	m.	m.	m.	m.
I	1.804.859	40,48	1,997	2,056	0,058	0,324	0,435	0,731
II	1.597.601	37,84	1,942	2,001	0,055	0,304	0,433	0,712
III	1.334.235	23,85	1,937	2,068	- 0,012	0,192	0,307	0,685
IV	1.028.965	22,7325	2,000	2,059	0,044	0,243	0,386	0,610

Sforzi unitari.

Abbiamo già accennato che lo sforzo unitario di compressione in un punto di coordinate x, y è dato dalla espressione:

$$\sigma = \frac{P}{\Omega} \left[\frac{x}{\rho_y^2} (X + \Delta X) + \frac{y}{\rho_x^2} (Y + \Delta Y) + 1 \right]$$

Per avere lo sforzo massimo unitario in una delle sezioni basterà quindi sostituire ad x, y i valori relativi al vertice F della sezione ed alle altre quantità i valori che appaiono nella tabella C.

Per quanto riguarda lo sforzo unitario minimo di compressione per le sezioni I, II e IV aventi i lati opposti del nocciolo paralleli, l'angolo β della direzione del vento che fornisce σ_{max} è uguale a quello cui corrisponde σ_{min} , come risulta anche dalla (5), essendo le coordinate x, y di F proporzionali a quelle del vertice opposto E , mentre invece per la sezione III i valori di β che corrispondono a σ_{max} e σ_{min} sono diversi a causa della dissimmetria della sezione stessa.

Però considerato che ciò che interessa di conoscere sono gli sforzi massimi, e che d'altra parte i valori di β relativi a σ_{max} e σ_{min} sono pochissimo diversi, non ci occuperemo della determinazione di σ_{min} nella sezione III e calcoleremo il valore di σ_x nel vertice E allorchè nel vertice F si ha σ_{max} .

SEZIONE I. — Ciò premesso per la sezione I se si supponesse il campanile verticale e sollecitato dal solo peso proprio, cioè $X + \Delta X = 0$, $Y + \Delta Y = 0$ la ripartizione della pressione sarebbe uniforme e lo sforzo unitario costante sarebbe:

$$\sigma = \frac{P}{\Omega} = \frac{1804859}{4048} = 4,459 \text{ kg. per cm}^2.$$

Tenendo conto soltanto della inclinazione, trascurando cioè l'azione del vento e ponendo:

$$\begin{aligned} x_F &= \text{m. } 3,40 & y_F &= \text{m. } 3,30 \\ x_E &= \text{m. } -3,40 & y_E &= \text{m. } -3,30 \end{aligned}$$

si ha:

$$\begin{aligned} \sigma_{max} &= \frac{1804859}{4048} \left(\frac{3,40 \times 0,058}{2,056^2} + \frac{3,30 \times 0,324}{1,997^2} + 1 \right) = 5,864 \text{ kg. per cm}^2 \\ \sigma_{min} &= \frac{1804859}{4048} \left(-\frac{3,40 \times 0,058}{2,056^2} - \frac{3,30 \times 0,324}{1,997^2} + 1 \right) = 3,054 \text{ kg. per cm}^2. \end{aligned}$$

(*) Per quanto riguarda la sezione III i valori delle coordinate del centro di pressione R rispetto agli assi principali si sono dedotti da quelli delle coordinate rispetto agli assi x, y : m. 0,055, m. 0,307, ottenuti a pag. 297 per mezzo delle:

$$\begin{aligned} X &= (0,055 \quad 0,037) \cos \alpha - (0,307 - 0,116) \sin \alpha \\ Y &= (0,055 - 0,037) \sin \alpha + (0,307 - 0,116) \cos \alpha. \end{aligned}$$

Considerando invece anche l'azione del vento si ottiene:

$$\sigma_{max} = \frac{1804859}{4048} \left(\frac{3,40 \times 0,435}{2,056^2} + \frac{3,30 \times 0,731}{1,997^2} + 1 \right) = 8,717 \text{ kg. per cm}^2$$

$$\sigma_{min} = \frac{1804859}{4048} \left(-\frac{3,40 \times 0,435}{2,056^2} - \frac{3,30 \times 0,731}{1,997^2} + 1 \right) = 0,201 \text{ kg. per cm}^2$$

SEZIONE II. — Nell'ipotesi che il campanile non fosse pendente lo sforzo unitario costante sarebbe:

$$\sigma = \frac{P}{\Omega} = \frac{1597601}{3784} = 4,222 \text{ kg. per cm}^2.$$

Tenendo conto soltanto della inclinazione e ponendo:

$$\begin{array}{ll} x_F = \text{m. } 3,30 & y_F = \text{m. } 3,20 \\ x_E = -\text{m. } 3,30 & y_E = -\text{m. } 3,20 \end{array}$$

si ha:

$$\sigma_{max} = \frac{1597601}{3784} \left(\frac{3,30 \times 0,055}{2,001^2} + \frac{3,20 \times 0,324}{1,942^2} + 1 \right) = 5,501 \text{ kg. per cm}^2$$

$$\sigma_{min} = \frac{1597601}{3784} \left(-\frac{3,30 \times 0,055}{2,001^2} - \frac{3,20 \times 0,324}{1,942^2} + 1 \right) = 2,943 \text{ kg. per cm}^2.$$

Considerando invece anche l'azione del vento si ha:

$$\sigma_{max} = \frac{1597601}{3784} \left(\frac{3,30 \times 0,433}{2,001^2} + \frac{3,20 \times 0,712}{1,942^2} + 1 \right) = 8,275 \text{ kg. per cm}^2$$

$$\sigma_{min} = \frac{1597601}{3784} \left(-\frac{3,30 \times 0,433}{2,001^2} - \frac{3,20 \times 0,712}{1,942^2} + 1 \right) = 0,169 \text{ kg. per cm}^2.$$

SEZIONE III. — Per questa sezione anche se il campanile fosse verticale, la ripartizione delle pressioni non sarebbe uniforme poichè il baricentro della sezione è spostato rispetto alla traccia dell'asse del campanile.

Detta traccia ha per coordinate:

$$X = -\text{m. } 0,019 \qquad Y = -\text{m. } 0,120$$

e ponendo:

$$\begin{array}{ll} x_F = \text{m. } 2,667 & y_F = \text{m. } 3,434 \\ x_E = -\text{m. } 2,705 & y_E = -\text{m. } 3,675 \end{array}$$

lo sforzo massimo si avrebbe nel punto E e sarebbe:

$$\sigma_{max} = \frac{1334235}{2385} \left(\frac{2,705 \times 0,019}{2,068^2} + \frac{3,675 \times 0,120}{1,937^2} + 1 \right) = 6,318 \text{ kg. per cm}^2$$

mentre lo sforzo minimo si avrebbe nel punto F e sarebbe:

$$\sigma_{min} = \frac{1334235}{2385} \left(-\frac{2,667 \times 0,019}{2,068^2} - \frac{3,434 \times 0,120}{1,937^2} + 1 \right) = 4,914 \text{ kg. per cm}^2.$$

Tenendo conto soltanto della inclinazione si ha invece:

$$\sigma_{max} = \frac{1334235}{2385} \left(-\frac{2,667 \times 0,012}{2,068^2} + \frac{3,434 \times 0,192}{1,937^2} + 1 \right) = 6,535 \text{ kg. per cm}^2$$

$$\sigma_{min} = \frac{1334235}{2385} \left(\frac{2,705 \times 0,012}{2,068^2} - \frac{3,675 \times 0,192}{1,937^2} + 1 \right) = 4,585 \text{ kg. per cm}^2$$

e considerando anche l'azione del vento:

$$\sigma_{max} = \frac{1334235}{2385} \left(\frac{2,667 \times 0,307}{2,068^2} + \frac{3,434 \times 0,685}{1,937^2} + 1 \right) = 10,174 \text{ kg. per cm}^2$$

$$\sigma_{min} = \frac{1334235}{2385} \left(-\frac{2,705 \times 0,307}{2,068^2} - \frac{3,675 \times 0,685}{1,937^2} + 1 \right) = 0,752 \text{ kg. per cm}^2.$$

SEZIONE IV. — Nell'ipotesi del campanile verticale lo sforzo unitario costante sarebbe:

$$\sigma = \frac{P}{\Omega} = \frac{1028965}{2273,25} = 4,526 \text{ kg. per cm}^2.$$

Tenendo conto invece della inclinazione e ponendo:

$$\begin{aligned} x_p &= \text{m. } 3,175 & y_p &= \text{m. } 3,075 \\ x_g &= - \text{m. } 3,175 & y_g &= - \text{m. } 3,075 \end{aligned}$$

si ha:

$$\sigma_{max} = \frac{1028965}{2273,25} \left(\frac{3,175 \times 0,044}{2,059^2} + \frac{3,075 \times 0,243}{2,000^2} + 1 \right) = 5,522 \text{ kg. per cm}^2$$

$$\sigma_{min} = \frac{1028965}{2273,25} \left(-\frac{3,175 \times 0,044}{2,059^2} - \frac{3,075 \times 0,243}{2,000^2} + 1 \right) = 3,530 \text{ kg. per cm}^2$$

e considerando anche l'azione del vento:

$$\sigma_{max} = \frac{1028965}{2273,25} \left(\frac{3,175 \times 0,386}{2,059^2} + \frac{3,075 \times 0,610}{2,000^2} + 1 \right) = 7,957 \text{ kg. per cm}^2$$

$$\sigma_{min} = \frac{1028965}{2273,25} \left(-\frac{3,175 \times 0,386}{2,059^2} - \frac{3,075 \times 0,610}{2,000^2} + 1 \right) = 1,095 \text{ kg. per cm}^2.$$

Riportiamo nella tabella seguente i risultati ottenuti per gli sforzi unitari massimi e minimi di compressione in kg. per cm².

Nella tavola 3^a (V) fig. 1, 2, 3, 4 per ognuna delle quattro sezioni e per tutte le ipotesi di sollecitazione sono stati individuati i centri di pressione, i relativi assi neutri, ed i diagrammi di ripartizione dello sforzo unitario.

TABELLA D.

	Sezione I		Sezione II		Sezione III		Sezione IV	
	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}
I ipotesi (torre verticale)	4,459		4,222		6,318	4,914	4,526	
II » (torre inclinata)	5,864	3,054	5,501	2,943	6,535	4,585	5,522	3,530
III » (id. id. con azione vento)	8,717	0,201	8,275	0,169	10,174	0,752	7,957	1,095

Resistenza del terreno di fondazione.

I valori di σ_{max} ottenuti per la sezione I e cioè per il piano di fondazione dimostrano che la pressione sul terreno è molto forte.

Per riconoscere se detta pressione è ammissibile, sarebbe necessario determinare la resistenza specifica del terreno, ossia la pressione normale limite, oltre la quale verrebbe rotto l'equilibrio di tutta la massa ed alla quale si verificherebbe il rifluimento laterale.

Indicando con δ il peso di 1 m³ di terra, con h la profondità, φ l'angolo di equilibrio della terra Ω l'area della sezione, il carico totale P che può sopportare l'area Ω è dato ordinariamente dalla formula di Rankine:

$$P = \Omega \delta h \operatorname{tg}^4 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right)$$

o dall'altra di Yankowsky:

$$P = 2 \Omega \delta h \left(\frac{\operatorname{tg} \frac{45^\circ + \varphi^2}{2}}{\operatorname{tg} \frac{45^\circ - \varphi}{2}} \right)$$

È da notare che per dette formule, le sole sino ad ora conosciute, i valori di P sono semplicemente proporzionali all'altezza h mentre l'esperienza indica una progressione ben più rapida; d'altra parte le formule stesse non tengono conto del perimetro C della sezione, mentre risulta ben chiaro che a parità di tutte le altre condizioni la resistenza di una sezione crescerà col crescere del perimetro.

Per le ragioni sovraesposte noi crediamo di proporre la formula:

$$P = \frac{\Omega \delta h \operatorname{tg}^4 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right)}{k} + \frac{C \delta h^2}{2} \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg}^2 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right)$$

in cui k rappresenta il rapporto tra gli sforzi massimo e medio di compressione.

Nel caso nostro essendo:

$$h = \text{m. } 3,20 \quad \Omega = \text{m. } 40,48 \quad C = \text{m. } 35,20$$

e ponendo $\delta = 1800$ kg. e $k = 2$ risulta:

$$P = 116582 \operatorname{tg}^4 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right) + 324403 \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg}^2 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right)$$

per cui per:

$\varphi = 30^\circ$	$P = 1611120$ kg.
$= 31^\circ$	$= 1746731$ »
$= 32^\circ$	$= 1894610$ »
$= 33^\circ$	$= 2056078$ »
$= 34^\circ$	$= 2232553$ »
$= 35^\circ$	$= 2425769$ »
$= 36^\circ$	$= 2637534$ »
$= 37^\circ$	$= 2870018$ »
$= 38^\circ$	$= 3125648$ »
$= 39^\circ$	$= 3407091$ »
$= 40^\circ$	$= 3717548$ »

Ricordando che allorchè avvenne l'inizio del movimento di inclinazione, l'ottagono di coronamento non era ancora costruito e quindi sul terreno di fondazione gravitava l'intero peso della costruzione diminuita di quella dell'ottagono, cioè 1804859 — 111855 = kg. 1693004, si conchiude che all'epoca dell'inclinazione della torre l'angolo φ di equilibrio delle terre era circa di 30° 37' e che il movimento stesso ebbe termine per un aumentato valore dello stesso angolo φ prodotto dal costipamento e dal tempo trascorso.

L'attuale verticalità, o quasi, dell'ottagono di coronamento sta anche a dimostrare che dopo il primo movimento d'inclinazione della torre, non se ne sono verificati altri, per cui il valore dell'angolo si è mantenuto superiore a 31° 24'. Per considerazioni pratiche, tenuto conto del tempo trascorso e della costipazione avvenuta si può anche ritenere che l'attuale valore dell'angolo φ sia ben più alto di 31° 24' ed oltrepassi i 40° per cui il carico attuale sopportato dal terreno, pure essendo elevato, può ammettersi con fiducia per una costruzione esistente come quella in esame ove non si manifestino ulteriori movimenti; ossia semprechè cause esterne non vengano a diminuire di nuovo l'angolo φ e perciò a turbare l'equilibrio.

Onde far rilevare le condizioni del campanile in esame rispetto a quelle di altre opere analoghe, crediamo utile, per un opportuno confronto, di riportare i valori massimi delle pressioni sul terreno per le torri Ghirlandina di Modena e Garisenda di Bologna, per il campanile di Pisa e per quello antico di Venezia.

I valori riportati dimostrano che la pratica costruttiva di altri tempi attribuiva eccessiva fiducia alle condizioni di resistenza del terreno, e che per quanto riguarda il campanile di S. Felice di Vicenza esso non si trova in condizioni peggiori di quelli presi a confronto.

	Ghirlandina	Garisenda	Torre di Pisa	Antico campanile di Venezia (1)	S. Felice di Vicenza
	kg. per cm ²	kg. per cm ²	kg. per cm ²	kg. per cm ²	kg. per cm ²
I ipotesi (peso proprio)	5,10	4,31	5,14	6,54	4,459
II » (tenendo conto dell'inclinaz.) .	6,99	8,81	9,61	7,19	5,864
III » (tenendo conto anche del vento)	9,37	10,37	10,12 (?)	9,93	8,717

(1) Cfr. **DONCHI**, *La ricostruzione del campanile di S. Marco, a Venezia*, Roma, Tip. Genio Civile, 1913.

Conclusioni.

I risultati ottenuti per le sezioni II, III e IV dimostrano che le pressioni massime sui materiali, nelle ipotesi di carico più sfavorevoli, sono elevate, ma non tali che i materiali stessi non possano sopportarli; quindi richiamando quanto si è detto a pag. 295 sulle condizioni attuali della compagine murale nulla è da temere per la resistenza del fusto.

Riguardo invece alla sezione I e cioè al piano di fondazione, come si è già detto più particolarmente nel paragrafo precedente, la pressione sul terreno è molto forte e non sarebbe ammissibile per nuove costruzioni.

Invece per una costruzione esistente ove il terreno sottostante fosse stato già compresso dal peso sovrastante all'estremo suo limite, i valori sopra riportati di σ_{max} possono essere accolti con tutta fiducia nella ipotesi che non abbiano a verificarsi ulteriori movimenti della torre.

È necessario dunque preoccuparsi se permangono le cause che determinarono la pendenza della torre, ed ove si potessero accertare con tutta esattezza progressivi aumenti di inclinazione, si avrebbe la prova della tendenza della torre ad un lento e continuo spostamento, che aggravandone sempre più le condizioni statiche potrebbe causarne la rovina.

In questo caso, allo scopo di evitare la rovina della torre, bisognerà provvedere con mezzi adatti ad elevare il carico che può sopportare la sezione di fondazione con l'aumentare direttamente o indirettamente una o più delle quantità di cui il detto carico è funzione e cioè l'area della sezione, il perimetro, il peso specifico delle terre e l'angolo di equilibrio di esse.

Nel caso invece che osservazioni accurate accertino l'invariabilità dell'attuale pendenza del campanile, dovrà essere cura costante di chi è preposto alla manutenzione dell'opera che cause esterne non abbiano a turbare l'equilibrio, e perciò non dovranno esser permessi escavi all'ingiro della base, e si dovrà curare che le acque piovane cadenti dal tetto della vicina chiesa siano allontanate dalla base dell'opera affine di evitare una diminuzione dell'angolo di equilibrio delle terre.

Vicenza, li 12 Novembre 1914.

La Commissione:

F.to: Ing. **BONOLDI**, *Presidente*. — Ing. **TONINI**.
— Ing. **DA LISCA**. — Ing. **D. DONCHI**. —
Ing. **ANDRUZZI**, *Relatore*.

CAP. V. — Urbanistica

(Ing. CESARE ALBERTINI)

§ 1. GENERALITÀ. — Che cosa è urbanismo — quali cause ne siano state origine — sue caratteristiche — suoi intendimenti — problemi urbanistici preminenti nel momento attuale — piani regolatori e piani di ampliamento — loro reciproci rapporti — piani di massima e piani esecutivi.

Non è facile definire che cosa sia *urbanismo*, tanto ancora sono incerti i confini di questa materia, che vorrebbe essere al tempo istesso scienza ed arte, e che mira alla soluzione armonica di problemi assai complessi e diversi.

Urbanismo potrebbe essere la scienza o l'arte che, basandosi sull'esperienza del passato, intende creare alle città le condizioni più favorevoli pel migliore loro sviluppo avvenire, così che il loro assetto meglio risponda alle esigenze di bellezza, di decoro, di igiene, di pubblico servizio, le quali, soddisfatte armonicamente, generano il benessere urbano.

Un tempo non si consideravano problemi urbanistici di carattere generale e comprensivo. Uomini di genio, o di alto senno, risolvevano di caso in caso i problemi che via via si affacciavano ai reggitori: uomini di azione li attuavano sagacemente adattando le soluzioni proposte alle varie condizioni naturali di ambiente. Si trattava però in generale di problemi esaminati isolatamente e per sé stanti, di natura artistica, morale o sociale, che venivano risolti per lo più indipendentemente dalla considerazione dell'assetto generale della città e dalla previsione del suo sviluppo avvenire.

Si trattava allora per lo più di disciplinare le costruzioni e la loro distribuzione, adattandole a caratteristiche topografiche, a condizioni di ubicazione, che si cercava di sfruttare nel modo migliore per conferire alle città sempre maggiore bellezza in relazione a caratteristiche di vita e di costumi delle popolazioni, così da soddisfare soprattutto a necessità di carattere estetico.

Accorgimenti geniali, squisito senso d'arte, e soprattutto una sapiente intuizione della bellezza, che potrebbe dirsi connaturata nella nostra stirpe, hanno in passato risolto mirabilmente i diversi problemi urbanistici che si ponevano ai reggitori delle nostre città.

Così ancor prima che esistesse l'urbanismo, come scienza o come arte, si era, specialmente nelle città italiane, cumulata tale somma di esperienza e di pratica da formare la base di tutti gli studi che nella seconda metà del secolo XIX portarono alla moderna concezione della scienza, o dell'arte urbanistica.

Non più oggi la semplice soluzione dei problemi estetici o demografici, ma lo studio della città compiuta di tutti i suoi servizi, siano essi i numerosi e svariati mezzi di locomozione, siano i diversi servizi industriali ed igienici richiesti dalle necessità del vivere civile.

Di qui l'opportunità di un diverso e più ampio indirizzo di studi, il quale tenda tuttavia a mantenere ai centri urbani le caratteristiche a loro impresse, tanto dalla situazione geografica ed ambientale, quanto dall'indole e dalle costumanze della popolazione.

L'urbanismo è rispettoso dei fattori di ordine naturale, che tuttavia corregge ed indirizza a maggiore vantaggio del divenire delle città, ma al tempo stesso prevede le migliori possibilità di sviluppo nei fattori di ordine artificiale che possono essere ben disciplinati quando ad essi possa presiedere la considerazione generale dei problemi piuttosto che la visione di locali soluzioni.

Non era possibile che la soluzione di problemi divenuti tanto vasti e complessi fosse lasciata alla mercè dei singoli tecnici e alle particolari vedute loro, che avrebbero potuto derivare da considerazione troppo ristretta degli elementi in gioco, e che forse non tenendo conto della esperienza già avvenuta in argomento avrebbero rifatto pericolosi tentativi. Di qui la necessità di una particolare preparazione di scienza e di tecnica, quale può dare appunto l'urbanismo, il quale indica il modo di raccogliere dati, di coordinare i problemi, di considerare i fenomeni della vita urbana, e tenta di determinare le leggi che li governano, così da dedurne le soluzioni che più giovino perchè il progresso cittadino abbia a svilupparsi economicamente ed armonicamente; perchè i pubblici servizi abbiano impianti adeguati alle necessità delle popolazioni e rispondano a piani generali organici, dai quali poi si possa passare all'esecuzione di singole parti, man mano se ne presenti l'opportunità; perchè insomma si attenuino i danni eventualmente derivanti dall'agglomeramento e dall'accentramento e si ottengano tutti i vantaggi che si possono trarre dalla cooperazione e dal coordinamento degli sforzi della comunità.

Del resto lo sviluppo dell'urbanismo risponde ad un bisogno che apparve tanto più sentito quanto più le città si sentirono inadeguate a soddisfare le necessità eccitate nella vita moderna dallo sviluppo sempre maggiore dei mezzi tecnici offerti ai cittadini.

Si riassunsero così nell'urbanismo le aspirazioni, inavvertite prima e quasi inconsistenti, poi sempre più vive ed esplicite verso un migliore organamento delle nostre città. Il disagio che ci preme quando nelle vie dei nostri vecchi centri urbani si agglomera e si ingorga il traffico stradale: il dolore che ci prende quando i nostri bei monumenti, i quadri caratteristici e tanto cari delle nostre antiche strade vengono deturpati da edifici nuovi eccessivamente alti, dalle facciate adorne di fastose decorazioni in cemento: l'amore al natio loco che ci fa desiderare sempre più grandi e più belle le nostre città, convergono in un bisogno di rinnovamento, in una necessità di correggere e di evitare gli errori del passato, imprimendo alla tecnica urbana un diverso indirizzo: necessità e bisogno che appunto gli studi urbanistici mirano a soddisfare.

Occorre poi combattere con ogni mezzo i danni che derivano dall'urbanesimo, il fenomeno sociale e demografico, per il quale le popolazioni rurali vengono attratte dai grandi centri a formarvi le mostruose agglomerazioni urbane: fenomeno che l'urbanismo appunto combatte, fin dove lo può, mediante la formazione di piani di sistemazione regionale che diano ai nuclei rurali ed ai piccoli centri i vantaggi di una relativa indipendenza dal centro regionale, soprattutto per quanto concerne i bisogni della vita civile; fenomeno che l'urbanismo attenua imprimendo alle grandi agglomerazioni caratteristiche che ben soddisfacciano alle esigenze igieniche, estetiche, civiche, e tengano conto delle necessità dell'ulteriore sviluppo delle città.

* * *

Deriva da quanto si è detto essere l'urbanismo scienza quant'altra mai eclettica e comprensiva, della quale i confini non sono determinati con precisione. È facile pertanto che chi si occupa di problemi stradali consideri l'urbanismo come una sottosezione di studi a lui familiari; è facile che chi fa dell'architettura non veda nella

scienza urbanistica che la soluzione di problemi estetici; e via via: l'archeologo, l'igienista, il tecnico dei trasporti, e quello della viabilità, ognuno vorrebbe che l'urbanismo riuscisse una branca dello studio da lui preferito, e che prevalentemente esso si indirizzasse a risolvere i problemi a lui più consueti.

Così non deve essere, perchè così non è. La parola urbanismo, derivazione barbara di parola straniera, che ormai conviene adottare per non aumentare gli equivoci, equivale nel suo significato a quello che era l'*edilizia* del tempo romano. L'edile romano curava l'assetto, la sistemazione generale della città, l'estetica, il buon ordine dei servizi: era insomma il *manager* che vedeva i problemi della capitale dell'impero non dal punto di vista ristretto degli interessi dei singoli, o dei bisogni momentanei, ma nel grande quadro del prestigio dell'urbe, e del suo divenire glorioso. Nello stesso modo il moderno urbanista non studia in particolare problemi estetici, problemi di trasporti, problemi di viabilità: ch'è lascia la soluzione particolare di essi a chi in tali materie è particolarmente versato, ma di tutti questi problemi è profondamente conscio, in quanto occupandosi dei problemi della sistemazione e dell'ampliamento delle città, dei problemi di organamento delle regioni dove i nuclei abitati sono frequenti, deve compiere opera preveggenze di coordinamento, tenendo conto in equa misura dei bisogni dei singoli servizi affinché essi possano oggi e domani trovare soddisfacimento per il migliore benessere estetico, igienico, economico dei cittadini.

Erra dunque chi attribuisce la qualifica di urbanista a colui che sa ben studiare una rete stradale senza preoccuparsi d'altro, come erra chi nell'urbanismo non vede che un problema di piano regolatore: erra chi all'urbanismo non dà che sistemazioni di carattere estetico, come chi si limita ad esaminare il problema dei trasporti.

* * *

Si è già detto che l'urbanismo trova le sue origini e il miglior campo di insegnamenti pratici nelle antiche città italiane. Invero dobbiamo ricordare come i primi insegnamenti urbanistici si trovino già in Vitruvio; più tardi, agli albori della Rinascenza, Leon Battista Alberti riprende con maggior ampiezza il tema allettivo e fornisce ai costruttori di città consigli che sarebbero tuttavia utili agli urbanisti di oggi.

Ma, più ancora di quel che è scritto nei libri, è ciò che mostrano i secoli di storia edilizia delle nostre città che costituisce il più bel volume di urbanismo, tantochè in tutti i trattati stranieri d'urbanismo gli esempi tratti dalle città italiane costituiscono la parte preponderante.

Nessuno oggi potrebbe creare artificiosamente quella *concordia discors* che costituisce la bellezza di molti quadri urbani delle nostre città. Ma da quella *concordia discors* scaturisce forse il più grande insegnamento pratico per chi si occupa d'urbanismo; quell'insegnamento pratico che difende dal rigido teorizzare, che sa far interpretare con geniale libertà le norme dei trattatisti, che insomma dell'urbanismo fa un'arte e non una metodica successione di teoremi o di assiomi.

Strade rettilinee o curvilinee, o ad andamento spezzato, piazze grandi e piccole, di traffico o monumentali, convergenze di strade ad angolo acuto, contrasti tra edifici di diverso carattere hanno trovato in passato soluzioni geniali che dimostrano come in materia urbanistica non esistano problemi assolutamente insolubili, bensì problemi difficili, che gli urbanisti d'oggi devono saper risolvere con libertà di pensata, così come in passato li superò l'istintiva coscienza del popolo.

Accanto a Torino quadrata, regolare, superba nella grandiosa impostazione della sua magnifica rete di strade alberate, noi troviamo il pittoresco, meraviglioso disordine

degli allineamenti di Genova, di Bologna, di Brescia, fecondo di piacevoli sorprese, evocatore di poesia e di arte. E poi Firenze e Napoli, e Palermo dove la natura interviene ad abbellire la città. E poi Siena, e poi Pisa, e Bergamo e Verona... non finirebbe più l'elencazione dell'infinita varietà di aspetti che all'urbanista presentano le città italiane: Roma infine, dove i problemi urbanistici hanno assunto un particolare significato per il contrasto che sorge tra le necessità della vita di una grande capitale, ed il rispetto che si deve alle memorie di un luminoso passato; dove si contendono il primato le vestigia della Roma *caput mundi* e le pittoresche creazioni della città papale, dove la lotta tra le diverse esigenze della città è stata continua nel passato ed è viva tuttora, dove le soluzioni che si sono date allo spaventoso problema costituiscono tutte un insegnamento, anche là dove manifestamente si è errato, poichè in questa materia insegna molto il bene raggiunto, ma insegnano assai anche gli errori. Più vasti, più pericolosi problemi di questi, nei quali gli errori sono ben raramente rimediabili, esistono difficilmente: quanto più ampia nell'urbanista è la conoscenza del bene e del male che si è fatto, tanto meno fallace riuscirà l'opera sua.

* * *

Era necessario l'intervento dell'urbanismo nel divenire delle nostre città?

Abbiamo detto che un bisogno confuso di miglioramento, una coscienza diffusa dall'opportunità di far argine ad errori che avrebbero compromesso l'avvenire dei nostri centri urbani ha creato all'urbanismo un ambiente particolarmente simpatico e favorevole. La rifioritura degli studi urbanistici risponde poi a reale necessità.

I grandi centri urbani, per l'attrazione che essi esercitano sul territorio circostante, sono cresciuti a dismisura e tendono vieppiù ad estendersi. Di qui la convenienza di formare nuovi quartieri con un ordinamento che tenga conto di tutti i bisogni di una città moderna. Costruzioni dunque non troppo addensate, formazione di una rete stradale ben differenziata a seconda delle esigenze del traffico, creazione di strade, piazze, prospettive che rispondano a criteri estetici.

Se però si vuole che si formino alla periferia della città quartieri popolosi, ma non addensati, occorre provvedere adeguatamente ai mezzi di trasporto dal nucleo centrale, dove si vive la vita del lavoro, alla periferia, dove si svolge la vita familiare. Di qui la necessità di riformare le zone centrali, di crearvi arterie sufficienti a collegare con traffico ben ordinato il centro alla periferia. Ciò in generale risponde ad un criterio di risanamento dei centri urbani che trova rispondenza nel tornaconto economico e che è reso difficile soltanto dalla convenienza di rispettare, e, più ancora, di mettere in onore i molti monumenti di cui generalmente si orna la parte antica delle nostre città.

Vi sono poi città di medie proporzioni le quali per condizioni speciali di ubicazione o di commerci si sviluppano e si estendono rapidamente. Anche per esse deve intervenire l'urbanista affinchè tale sviluppo avvenga ordinatamente e colla consapevolezza dei bisogni di domani. Esso determinerà quindi la rete delle arterie stradali fondamentali, tenendo presente che nelle strade dovranno trovar luogo i servizi della più grande città, stabilirà i luoghi in cui dovranno trovarsi gli edifici e gli impianti di pubblico uso, come uffici, scuole, macelli, ospedali, cimiteri, affinchè la rete stradale e la distribuzione dei vari quartieri riesca armonica e corrispondente ad un concetto unitario. Determinerà poi i luoghi dei giardini, dei parchi, dei campi da giuoco, tenendo ben presente, e facendo ben presente soprattutto agli amministratori delle città che errori di previsione, o mancata tempestiva considerazione dei futuri bisogni delle città espongono più tardi le città stesse a spese enormi che si potrebbero invece evitare, quando pure non accada di trovarsi di fronte all'irrimediabile.

Vi sono poi i luoghi di cura, le stazioni climatiche e balneari, dove si deve intervenire per conservare quelle caratteristiche che appunto conferiscono alla località il loro pregio particolare, e che l'egoismo dei singoli molte volte potrebbero compromettere. Anche qui deve intervenire l'opera dell'urbanista provvidenziale e previdente.

Quali siano i problemi che l'urbanistica oggi soprattutto deve risolvere appare dalla considerazione dei problemi tecnici che si sono posti alle odierne città. Oggidì il progresso della tecnica ha radicalmente mutato consuetudini e bisogni, non solo, ma il raggio di influenza dell'attrazione che una città esercita sul territorio circostante si è aumentato in ragione dell'accresciuta rapidità e della maggiore potenzialità dei mezzi di trasporto. Inoltre il vecchio organismo delle città, improvvisamente assoggettato a esigenze nuove e cimentato a servizi che non è in grado di soddisfare, si dimostra insufficiente e inadatto ai tempi nuovi e richiede adeguati provvedimenti.

D'altra parte dovunque si lamenta deficienza di abitazioni, si invoca un'estensione sempre maggiore delle città per far fronte ai bisogni delle grandi masse operaie che mirano a inurbarsi, e non s'accontentano dei mezzi di trasporto che portano sul luogo del lavoro quotidianamente gli eserciti di lavoratori che si occupano nei centri industriali.

* * *

Al disagio di carattere tecnico fa riscontro un disagio di carattere estetico. La prevalenza dei mezzi tecnici, lo sviluppo della meccanica, delle industrie, ha informato la vita delle città così che è sembrato per un momento che la bellezza delle città dovesse cedere il posto ad un urbanismo industriale, materiato di trasporti e di illuminazione, di fognature e di acquedotti, di costruzioni immani quanto l'ardimento umano sapeva concepire. Caratteristica di questo momento della vita delle nostre città è la costruzione dei grattacieli americani, ideati come sovrapposizione illimitata di piani, senza preoccupazioni estetiche; caratteristica i ponti e i viadotti per le ferrovie elevate, eseguiti senza cura di bellezza e più che altro coll'intento di mostrare che la tecnica moderna non arretra dinanzi allo studio di qualsiasi problema, per arduo ch'esso possa sembrare, e lo risolve vittoriosamente.

Contro questo disagio che si è venuto creando negli ultimi decenni del secolo XIX reagisce oggi la pubblica opinione: e vediamo appunto i grattacieli ingentilirsi, assumere forme architettoniche, diventare torri, cercare insomma una espressione estetica che si accordi colle monumentali loro proporzioni.

Vediamo l'affannosa ricerca di un'architettura del ferro e del cemento armato che vesta di forme nuove i nuovi elementi costruttivi. Vediamo le città tendere ad una maggiore bellezza traverso una auspicata armonia di edifici e di strade, di monumenti e di piazze, di giardini e di parchi.

Lo sviluppo delle città ubbidisce a forze incoercibili; l'urbanismo interviene a disciplinarle, a indirizzarle perchè la città sia atta a soddisfare tutti i bisogni dei suoi abitanti, intendano essi al benessere materiale o al benessere morale, all'igiene, alle comodità o all'estetica.

D'altra parte la tecnica moderna ha mutato radicalmente i termini di taluni problemi. Il grande sviluppo assunto dai mezzi di trasporto in comune, la notevole rapidità da essi raggiunta ha creato nuovi bisogni ed ha offerto nuove possibilità di soluzione per parecchi problemi. Il tipo stesso della città ha dovuto modificarsi per sopperire alle sempre maggiori intensità della circolazione dovute al fatto che oggi è possibile concentrare rapidamente numerosissimi veicoli richiamandoli da luoghi ben più lontani di quel che non avvenisse usando i vecchi mezzi di locomozione.

Ma è stata anche diminuita l'importanza del fattore distanza quando si pensi che dal luogo di lavoro alla casa in generale si preferisce non interceda una distanza maggiore di una decina di minuti, e che se questa distanza percorsa a piedi significa un chilometro, in autobus può significarne dieci. Ecco come si è affacciata la possibilità della fabbricazione rada; ecco perchè sono sorte le città giardino, lontane dal luogo di lavoro, disperse nella quiete dei campi; ecco perchè si sono progettate le città lineari. Ed ecco ancora la possibilità dei grandi parchi presso le città, non più aree vuote, ingombranti, come sottratte alla fabbricazione, ma spazi utili dedicati al benessere della popolazione, in certo modo serbatoi di aria pura a sollievo di chi lavora in città; ecco infine perchè si è potuto parlare di decentrare, di sfollare le grandi città, ed ecco perchè più non ci atterrisce oggi la città mastodontica di parecchi milioni di abitanti. Noi sappiamo infatti che quella città costituirà sì una unità amministrativa, così come unità amministrative sono la provincia, la regione; ma quella città sarà abbastanza estesa perchè a tutti i cittadini possa essere garantito quell'altissimo bene igienico che deriva dall'abbondanza degli spazi a verde, dalla saggia distribuzione delle case e delle aree libere.

* * *

A tutti questi rinnovati bisogni intende soddisfare l'urbanismo, il quale pertanto risponde ad una necessità dell'attuale momento economico e sociale. Del resto è ben noto come il ravvivarsi degli studi urbanistici presso le varie nazioni abbia sempre avuto la sua causa prima in una particolare necessità creata da particolari condizioni di tempo e di ambiente. Gli studi urbanistici ebbero infatti una prima fioritura in Germania, dove la vittoria nella guerra del 1870 e il conseguente sviluppo industriale di quella nazione avevano impresso tale impulso all'accrescimento delle città, che si sentì il bisogno di disciplinarlo sulla base dell'esperienza del passato. Indagatori profondi, lo Stübben in testa a tutti, compirono un accurato e minuzioso lavoro d'analisi e di sintesi per dar vita ad una scienza di cui si era perduto il ricordo.

In Inghilterra il sempre maggiore estendersi dei centri industriali, l'addensarsi dei nuclei interni delle metropoli doveva far accettare i principii ormai stabiliti dai tecnici germanici, ma essi venivano approfonditi, discussi, perfezionati; mentre l'America, fondatrice di città, si impadroniva dei nuovi veri e li lanciava nella pratica, sperimentandoli fino alle loro estreme conseguenze. Così sulla base dell'esperienza del passato sorgeva una scienza la quale doveva affermarsi dalla cattedra, propagarsi attraverso libri, riviste, giornali, associazioni, formare proseliti non solo fra i tecnici, ma fra tutti coloro che s'interessano di studi o di cultura.

L'epica lotta della guerra mondiale e il rivolgimento che essa doveva causare, diedero nuovo impulso all'urbanismo facendolo penetrare anche là dove prima se ne era trascurata l'esistenza. Il bisogno di case in ogni parte del mondo, la necessità di ricostruire intere regioni devastate dall'immane flagello hanno spalancato le porte agli studi urbanistici nella stessa Francia che, nonostante gli sforzi dell'Hausmann, aveva voluto ignorarli, mentre Inghilterra, Olanda, Svezia, Austria, Germania riprendevano vigorosamente il cammino e offrivano agli studiosi nuovo campo di esperienze e di pratica.

In Italia infine il rinnovato impulso di rinascita ha dato luogo ad un rapido fiorire di studi non solo, ma a larghe applicazioni pratiche nella predisposizione di piani di riforma e di ampliamento di numerose città: fra queste Roma, Milano, Brescia, Bari, Foggia e via via: mentre sono in corso di studio i *piani regolatori* di parecchi altri centri urbani e si sta predisponendo una speciale legge sui piani regolatori e sulle modalità della loro applicazione.

Che cosa è un piano regolatore? O meglio: quali caratteristiche ha oggi un piano regolatore? A differenza di quello che avveniva in passato, un piano regolatore oggi non è più semplicemente un grafico che prevede la formazione della rete stradale. No; oggi un piano regolatore progetta la città nella sua forma definitiva, ossia la città costituita da edifici, servita da pubblici servizi, tutti tra loro coordinati in armonica concordia. È opera quant'altra mai difficile costituire un buon piano regolatore, quando si pensi che il progettista deve contemperare esigenze estetiche ed esigenze pratiche, convenienze economiche e necessità imprescindibili, che deve segnare il limite al prevalere dell'uno o dell'altro criterio perchè l'opera riesca vitale e degna dell'importanza sua che si protende nei secoli. Chi crea un piano regolatore lavora nel tempo e non può, non deve troppo sacrificare a criteri contingenti.

Ecco perchè un piano regolatore moderno, se vuole far previsioni di lunga portata, deve essere consapevole della fallacia di tali previsioni, facilmente capovolte dall'avvento di nuovi mezzi tecnici (l'automobile informi), epperò il piano deve essere pensato con tale larghezza di criteri, ma anche con tale elasticità, con tale adattabilità a diversi bisogni, che i pentimenti e le correzioni siano sempre possibili senza alterare l'insieme di un piano che, per essere bello e utile, deve essere organico ed armonico.

Considererò dunque il piano le arterie principali di traffico della città e trascurerò le vie secondarie; provvederò ad una saggia distribuzione di parchi e giardini, di edifici pubblici, di scuole; costituirò piazze, ma non solo in pianta per vedere sulla carta topografica un bel circolo, o una stella, o un ottagono, ma le concepirò nel loro insieme, formate da edifici tra loro coordinati, ornate di monumenti, con servizi pubblici ben distribuiti, nella loro forma viva insomma e non nell'arido tracciato che possono avere sul tavolo di un tecnico.

Perciò l'urbanista che si accinga al grave compito dovrà ben conoscere le caratteristiche della città alla quale vuol provvedere, chè l'arte può coordinare, indirizzare le tendenze naturali di sviluppo di una città, non può violentarle.

E poichè oggi, appunto per la sempre maggiore estensione che assumono i mezzi di trasporto, si sono resi sempre più stretti i legami tra luoghi che un tempo erano lontani, e più vivo è l'influsso che una metropoli esercita sulla regione circostante, ecco i piani regolatori ampliarsi fino a diventare piani regionali.

Ai bisogni di una regione si provvede cioè così come un tempo si provvedeva ai bisogni di una città, coordinando strade, mezzi di trasporto, spazi a verde a vantaggio di tutti i nuclei secondari, evitando inutili duplicati, creando insomma un organismo più ampio, ma anche più ricco nella varietà delle sue funzioni.

* * *

Le norme edilizie che le città emanano per regolare la costruzione delle case costituiscono altro dei mezzi per influire su una buona distribuzione degli edifici e degli spazi liberi. Un tempo regolamento edilizio significava una raccolta di norme livellatrici che dovevano ridurre ad una caratteristica unica tutti gli edifici di una città. Ne derivava una monotonia esasperante e molte volte anche l'eccessiva rigidità di talune formole portava a brutture inesorabilmente volute, o anche a frustrare gli scopi che il regolamento si proponeva.

Oggi non più. Diversi sono i tipi di edifici e diverse sono le norme che si adottano a seconda dei tipi stessi. L'urbanista divide le città in differenti zone, delle quali ciascuna è destinata a differenti funzioni. Vi è la zona delle case e la zona degli stabilimenti industriali; vi è la zona delle case di commercio e l'altra delle banche e degli

affari. E la zona delle case si suddivide a sua volta a seconda che si tratti di case di affitto a parecchi piani o di case isolate tra giardini, di casette a filari, di casette economiche o di palazzine. Nè si creda che tale ripartizione del territorio comunale generi monotonia, perchè le suddivisioni si studiano con molta abilità, talchè, per esempio, molte volte una zona si intercala nell'altra e tra le varie zone si hanno gli spazi a fabbricazione mista, dove la fabbricazione è relativamente libera.

Quali i vantaggi del nuovo sistema? Grandissimi, tanto che esso da oltre un trentennio è adottato in molte città d'Europa e mostra ora i frutti eccellenti che reca, e oltre Atlantico si diffonde ogni giorno più in quella libera America che sa accettare liberamente ogni vincolo, quando dal vincolo derivi reale vantaggio.

L'evitare che gli edifici sorgano a casaccio se a tutta prima può sembrare un imbarazzo per i proprietari dei terreni, diventa invece desiderato da essi stessi quando vedono che per effetto del vincolo stesso il quartiere riesce meglio ordinato e più appetibile che non quando esso sia libero alla fabbricazione disordinata. Anche una casetta economica tra il verde può avere una sua estetica quando si trovi in un paesaggio che le convenga. Ma quella casetta sarà intollerabile se a lei vicino sorgeranno edifici altissimi che la schiaccino colla loro mole. La casetta perde quel valore estetico che sarebbe accentuato invece dalla vicinanza di altri edifici dello stesso tipo.

Ma non solo l'estetica consiglia la differenziazione della fabbricazione per quartieri, lo *zoning* degli americani. Una quantità di servizi pubblici sono diversamente organizzati a seconda che si tratti di un quartiere destinato a stabilimenti industriali, o invece ad abitazioni economiche. Provviste di acqua, condotti di fognatura, pavimentazioni stradali devono essere essenzialmente diversi; la forma e le dimensioni stesse degli isolati, la larghezza e la frequenza delle strade devono essere diverse. Si ha dunque il vantaggio di poter sistemare la città in modo più conveniente, più economico e meglio acconcio all'uso.

Accanto allo *zoning* che agisce sulla densità degli edifici, l'azione dei regolamenti deve intervenire a difesa delle vicinanze dei luoghi o di costruzioni monumentali per creare accanto a questi edifici altri edifici che ne sottolineino l'importanza e ne mettano in evidenza la bellezza e non aggiungiamo, perchè ormai l'aggiungerlo potrebbe sembrare un anacronismo, non creino discordanze di massa o di colore.

* * *

Allo scopo di raggiungere nel miglior modo la mèta che l'urbanista si propone senza allontanarsi dalle necessità della pratica, occorre distinguere diverse specie di piani regolatori urbani.

Si hanno cioè piani regolatori generali, o di massima o di primo grado e piani regolatori particolareggiati, o esecutivi, o di secondo grado.

I piani urbani devono determinare le direttive fondamentali per la soluzione dei problemi urbanistici delle singole città. Si devono pertanto considerare nel piano di primo grado tutte le necessità viarie, igieniche, estetiche, sociali della città, e determinare il modo con cui s'intende di soddisfarle. Il piano di primo grado deve costituire pertanto l'enunciazione del programma urbanistico della città, programma al quale la città informerà più tardi la soluzione dei singoli problemi mediante l'adozione dei piani di secondo grado.

Il piano di primo grado deve contemplare la soluzione di tutti i problemi che è necessario risolvere nell'attualità e nel prevedibile futuro. Che se nuove e diverse necessità si presenteranno nell'avvenire, sarà sempre possibile, mediante aggiunte e varianti al

piano provvedervi: ma il non includere in un piano di primo grado opere ritenute inderogabilmente necessarie allo sviluppo della vita cittadina può avere per conseguenza di rendere domani impossibile, con grave pregiudizio delle città, ciò che tempestivamente progettato potrebbe essere possibile.

Ad esempio: un'arteria di comunicazione tra due quartieri che risulti necessaria, anche se oggi non sia eseguibile per mancanza di mezzi, deve essere tuttavia contemplata nel piano, affinché domani, mutata la situazione finanziaria, si possa eseguire: ciò che invece non sarebbe possibile se, non compresa l'arteria nel piano di primo grado, fossero sorti lungo il tracciato dell'arteria imponenti e monumentali edifici che, per ragioni d'arte o di denaro, non si potessero distruggere.

Che se poi l'arteria risultasse ancora eseguibile si dovrebbe sottostare ad un sacrificio finanziario ben superiore a quello che si sarebbe incontrato ove le previsioni fossero state tempestive: e nella maggioranza dei casi si dovrebbe rinunciare all'esecuzione di un'opera che invece era giudicata inderogabilmente necessaria allo sviluppo delle città.

Il piano di primo grado deve avere diversa consistenza a seconda che si tratti di grandi o di piccole città. Poiché si è detto che esso deve costituire il programma urbanistico inteso a soddisfare le prevedibili necessità urbane, occorre che il piano sia limitato appunto da tale criterio di necessità: criterio assolutamente variabile da luogo a luogo, poichè deve tener conto qua di bisogni di risanamento, là di bisogni di viabilità, altrove delle necessità di sistemazioni estetiche o paesistiche.

Pertanto, se per le grandi città in forte sviluppo dovranno studiarsi contemporaneamente il piano di ampliamento e il piano di sistemazione della città esistente (perchè il piano di ampliamento deve amalgamarsi in certo modo colla città esistente e non si può concepire un'espansione della zona periferica senza che si tenga conto dell'incremento di traffico che tale espansione provoca nei vecchi quartieri), nel caso delle piccole città si dovrà soprattutto portare l'attenzione sulla zona di ampliamento, perchè i minori percorsi che intercedono tra la vecchia e la nuova città non provochino forti aumenti di traffico e di mezzi di trasporto.

In alcune legislazioni, anzi, il piano di primo grado viene senz'altro identificato col piano economico, nel quale si determina la destinazione delle diverse aree contemplate nel piano d'espansione. Tale determinazione consiste nel precisare quali aree siano destinate a strade e piazze (limitatamente alle strade e piazze costituenti la rete fondamentale delle arterie), quali a parchi o a giardini, quali ad uso agricolo, quali a costruzione rada, quali a costruzione intensiva e così via.

Il piano di primo grado deve costituire, come si è detto, il programma urbanistico della città, e deve prevedere il soddisfacimento delle necessità urbane attuali e di quelle probabili nel futuro.

La situazione di necessità non può evidentemente farsi dipendere dalle possibilità economiche momentanee. Come già più sopra si è avvertito, una situazione attuale di disagio può domani radicalmente capovolgersi e un piano di primo grado mancherebbe al suo scopo qualora si basasse su situazioni contingenti. Esso deve essere, si ripete, un quadro di necessità, e la necessità permane anche se non vi sia mezzo di soddisfarle. Tutt'al più perchè non si brancoli alla cieca e non si corra il rischio di sogni megalomani, sarà utile una indagine statistica e storica sulla velocità del ritmo di trasformazione delle singole città.

L'esperienza del passato potrà dar norma pel futuro. Certo non bisogna dimenticare che la vita delle città deve contarsi per secoli e non può commisurarsi alla vita umana che si conta per decenni.

* * *

Queste considerazioni riguardano soprattutto la zona già abitata delle città; poichè nella zona di espansione svanisce ogni preoccupazione a questo riguardo.

L'estensione del piano, data l'odierna situazione delle nostre leggi, deve superare la zona attualmente fabbricata ed includere quella fabbricabile in futuro, per assicurare alla città il tracciato delle arterie fondamentali della viabilità, prima che i terreni agricoli divengano aree di fabbrica.

Se il piano di primo grado si concepisce solo come piano economico, basterà che in esso siano previste le grandi strade, i parchi, i giardini, la destinazione per zone delle aree da fabbrica, gli impianti ferroviari, le riserve di aree destinate ai pubblici servizi (aeroscali, rimesse tranviarie, macelli, cimiteri, depositi di immondizie), le riserve di aree destinate a pubblici edifici (uffici municipali e governativi, scuole), ma tutto ciò in modo generico senza precisazioni che non sarebbe mai conveniente introdurre in un piano di primo grado, per non suscitare intempestive speculazioni sulle aree da fabbrica. Quando in una delle zone da cui è costituito il piano economico accennasse a svilupparsi la fabbricazione, si dovrebbe formulare il piano regolatore di secondo grado.

Posto che, come si è detto, il piano di primo grado deve costituire un programma urbanistico, esso non dovrebbe avere limiti di durata.

Se veramente il piano di massima costituisce il quadro delle necessità comunali, tali necessità non possono sottostare ai capricci delle diverse amministrazioni che si avvicendano al potere, nè si deve presumere che il programma urbanistico possa abbandonarsi dopo un periodo più o meno lungo. Esso, per la stessa sua natura deve essere permanente: soggetto solo alle varianti ed aggiunte che possono essere suggerite da nuove necessità, ma che in ogni modo non altereranno l'ossatura del piano quale è stato primamente concepito.

Si aggiunga poi che il carattere permanente del piano evita che le amministrazioni comunali, assillate dal pericolo della scadenza del piano, procedano tumultuariamente all'esecuzione di esso, perdendo di vista quel criterio di gradualità che invece si deve rispettare, per non incorrere nel pericolo che l'attuazione del piano provochi crisi edilizie.

* * *

Il piano di secondo grado determina il modo di attuazione delle singole parti del piano di primo grado.

Man mano si presenti la possibilità o l'opportunità di esecuzione di una parte delle opere previste nel piano di primo grado, si deve studiare il piano di secondo grado o piano esecutivo della zona interessata.

Il piano di secondo grado non ammette incertezze: deve essere determinato in ogni sua parte e in tutti i suoi effetti. Deve cioè indicare in modo preciso non solo gli allineamenti stradali, ma gli stabili che occorre espropriare per eseguire l'opera progettata, sia che essi cadano in sede delle future strade, sia che essi costituiscano le zone che occorre espropriare per rendere praticamente attuabile il piano. Deve poi indicare entro quanto tempo il Comune intende eseguire l'opera e quindi procedere agli espropri: e infine di quali mezzi finanziari il Comune disponga per attuare il piano.

Il piano di secondo grado crea alla proprietà privata vincoli assoluti e pertanto non deve avere lunga durata: un periodo di dieci o al massimo di quindici anni deve bastare all'esecuzione delle opere: naturalmente l'entità delle opere dovrà adeguarsi al periodo di tempo in cui esse devono eseguirsi.

Il piano di secondo grado deve determinare la rete stradale in tutti i suoi particolari, la servitù di fabbricazione, le norme architettoniche, le norme edilizie che devono presiedere all'attuazione del piano: deve insomma costituire il progetto della distribuzione degli edifici nella zona che si considera, in modo che non solo essa risponda alle necessità della vita urbana, ma consenta la formazione di armonici aggruppamenti di edifici che tornino a decoro della città.

* * *

Un piano regolatore deve rispondere ai bisogni della collettività e nel tempo stesso ledere nel minor modo possibile l'interesse dei singoli. Conciliare questi due termini deve essere fondamento del modo con cui si deve procedere alla compilazione di un piano regolatore.

Ciò è particolarmente importante pel piano di primo grado, che, come si è visto, deve rappresentare il quadro delle necessità cittadine.

Delicatissima essendo la determinazione di tali necessità, e non potendo essere devoluta esclusivamente alle Amministrazioni comunali e a chi stende il piano, si ritiene conveniente che lo studio del piano deva in ogni caso essere preceduto da una inchiesta presso gli Enti che sono in condizioni di conoscere quali siano le necessità urbane. Tale inchiesta è particolarmente importante perchè permette di considerare il problema sotto riguardi diversissimi, e consente quindi di avvicinarsi quanto più sia possibile alla migliore soluzione di esso.

Il Ministero dell'interno francese, nelle istruzioni relative all'applicazione della legge del 1919, consiglia di consultare le Camere di commercio, le Associazioni industriali, archeologiche od artistiche della provincia. Tale consiglio, dovrebbe convertirsi in obbligo ed estendersi a tutti quegli enti che nello studio del piano possono essere particolarmente interessati (enti di trasporti, enti di carattere sociale e così via).

Dovrebbero poi concretarsi accordi intercomunali là dove può convenire che il progetto interessi diversi Comuni.

Esaurita l'inchiesta, che dovrebbe essere obbligatoria, si dovrebbe procedere alla compilazione del piano. Sembrerebbe però opportuno che quella del piano definitivo fosse preceduta dalla formazione di un abbozzo del piano, dal quale appaiano i criteri generali a cui dovrà informarsi il piano definitivo.

Questo procedimento evita forti ed inutili spese che potrebbero essere causate da piani troppo grandiosi che poi non rispondessero alle esigenze delle Amministrazioni comunali.

Il piano definitivo — si parla sempre del piano di primo grado — dovrebbe essere steso nella scala di 1:5000; eventualmente con qualche parte in scala maggiore.

Il piano di secondo grado — in relazione alla maggiore precisione di vincoli che da esso deriva — deve essere steso in scala di almeno 1:2000. Devono in esso indicarsi tutti gli stabili che occorre espropriare. Vi si devono indicare con cifre le larghezze stradali, le dimensioni delle piazze e tutti gli elementi necessari pel tracciamento dei nuovi allineamenti.

* * *

Da ciò che si è detto si comprende come ancora da molti ed assai spesso si equivochi su quel che sia un « piano regolatore » inteso modernamente. Non per nulla più di una volta fummo tentati di sostituire quelle parole che ingenerano facilmente confusioni con una concezione che si può considerare in certo modo antitetica a quella che fu

ormai adottata dalla odierna scienza urbanistica. La mancanza di una parola adatta che ben delineasse il significato che oggi ha lo studio della sistemazione delle città ha consigliato il *quela non muovere* e così usiamo ancora correntemente la frase « piano regolatore » per esprimere quello che dovrebbe in certo modo essere insieme il piano edilizio, il piano stradale, il piano architettonico delle città.

Il piano regolatore secondo la moderna concezione determina graficamente e legislativamente i miglioramenti e i complementi che sono ritenuti necessari nella rete stradale della città esistente, e al tempo stesso determina la rete stradale prevista per l'ampliamento della città.

Inoltre il piano regolatore mira a soddisfare i bisogni presenti e futuri delle costruzioni e del traffico, in quanto si possono prevedere al momento del tracciamento del piano.

Il piano regolatore comprende dunque il progetto di una rete stradale. Tale rete però non deve intendersi esclusivamente come un assieme di linee che ripartiscono l'area fabbricabile, ma come un progetto delle strade, e piazze future, studiato in senso orizzontale e verticale, secondo criteri pratici ed estetici, talchè sia previsto l'aspetto e il profilo delle strade affiancate da edifici, con tutti i loro particolari di piantagioni, pubblici giardini, corsi alberati.

Dei bisogni della fabbricazione si deve tener conto nel prevedere la distribuzione degli edifici, siano essi di uso privato o pubblico. Si dovrà vedere se e come convenga aggruppare gli edifici ed alloggi multipli o le casette ad alloggi individuali; le case operaie o gli stabilimenti industriali e le case commerciali. Si dovrà poi prevedere la possibilità di collocarvi i pubblici edifici come uffici, chiese, scuole e pubblici monumenti.

I bisogni del traffico non sono costituiti solo dal movimento dei pedoni e dei veicoli considerato per sè stesso, ma dai reciproci rapporti tra i vari quartieri, dalla rete di comunicazioni tranviarie, dalle ferrovie urbane, dalle comunicazioni tranviarie coi sobborghi, dalle ferrovie, dalle vie d'acqua.

Per tal modo il piano regolatore deve dare al progettista il quadro della vita che si vivrà nella città che egli progetta. Non più una morta rete di strade, ma tutta la città pulsante di traffici, vibrante di energie deve apparire dallo studio del piano: e già vivo deve balzare dalla mente del progettista il quadro urbano con tutti i suoi particolari; edifici pubblici, piantagioni e impianti relativi al traffico, in quanto tutti questi elementi sono quelli che interessano la vita avvenire della città.

Lo studio di un piano regolatore molte volte troverà i suoi limiti naturali nelle condizioni topografiche locali. Un corso d'acqua, una linea di colline, i confini territoriali del comune possono per necessità vincolare l'estensione dello studio dell'ampliamento di una città.

Altre volte il limite è dettato soltanto dalla necessità di aree fabbricabili che si prevede in un futuro, il quale ordinariamente non si estende al di là di un venticinquennio. Si comprende che se fosse possibile stabilire un piano regolatore per un periodo più breve, sarebbe più facile poi correggerlo là dove esso non avesse corrisposto alle previsioni. Crescono dunque le incertezze nel progettare quanto maggiore è il periodo pel quale il piano che si studia viene esteso. Poichè oggi si tende ad aumentare la previsione fino a togliere ai piani qualsiasi limite di durata, si comprende che un tale piano debba per necessità riferirsi a criteri di carattere generico, e debba perdere di precisione nei particolari.

Il bisogno di aree sistemate in modo da essere fabbricabili (munite cioè di accessi e di scarico delle acque di rifiuto) è difficilmente determinato con regole esatte. Qual-

cuno ha suggerito di dedurre dalle statistiche la percentuale di incremento e adottare poi una formula di accrescimento del tipo di quella usata nel computo di un capitale sul quale si accumuli l'interesse composto: il saggio di interesse sarebbe in questo caso la percentuale di accrescimento della popolazione.

Tale modo di calcolo, se può dare un criterio, non deve, specialmente nel momento attuale, essere considerato decisivo. Troppe sono le accidentalità che influiscono sull'accrescimento della popolazione urbana perchè si possa fare a fidanza su formule ispirate ad una regolarità e continuità di fenomeni che per l'accrescimento della popolazione assolutamente non si verificano. L'impianto di nuove industrie, la costruzione di nuove ferrovie, di nuovi mezzi di trasporto, una crisi industriale, per non dire d'altro, sono tutti elementi che possono notevolmente accelerare o ritardare l'aumento della popolazione.

Convorrà quindi vagliare e interpretare sulla base delle notizie locali il risultato dei calcoli e stabilire così il numero degli abitanti che potrà avere la città in istudio.

Dalla densità che poi si vorrà assegnare alla popolazione si otterrà un indice della superficie a cui dovrà estendersi lo studio. Come densità media può assumersi 300 abitanti per ettaro: però da questa cifra si giunge ad una densità di 600 abitanti che può essere eccessiva e a 150 abitanti che rappresentano una popolazione troppo rada.

Soltanto da ciò che sopra si è detto si comprenderà come pochissimi dei piani regolatori delle nostre città possano meritare questo nome oggidì. Per lo più si hanno piani che determinano allineamenti stradali pel prossimo futuro, ma non tengono conto dei bisogni della fabbricazione e del traffico della popolazione futura.

* * *

Non si deve infine dimenticare la grande portata sociale ed economica delle questioni urbanistiche. L'importanza, che in un primo tempo l'urbanismo aveva dato ai criteri artistici, inconsapevolmente ha generato l'impressione che il tracciare piani regolatori costituisse un lusso ed un lusso costoso. In realtà tutti i popoli sono stati spinti a stabilire piani regolatori per non essere costretti più oltre a quelle spese inutili, che sono la conseguenza della mancanza di tali piani. Si tratta infatti di un elemento di previdenza economica da parte dei comuni. Non è possibile valutare la grandezza delle perdite provocate da difetto di previsione e da mancanza di organicità nello sviluppo delle città: ma certamente tale somma deve essere assai elevata e basterebbe a soddisfare progetti di abbellimenti fantastici. Molto denaro è stato, e vien speso, per tardivo allargamento di strade, per demolire edifici ingombranti. Interi quartieri vengono danneggiati dalla presenza di costruzioni non convenienti.

Lo sviluppo del traffico commerciale e industriale avviene quasi sempre a spese delle abitazioni e spesso distruggendo o influenzando molte proprietà. In molte città i terreni che appaiono indispensabili per lo sviluppo delle industrie locali sono coperti da edifici e case d'abitazione, che un giorno dovranno mutare destinazione con grave perdita: d'altra parte su terreni che sarebbero stati bene adatti per abitazioni furono costruiti stabilimenti industriali. Se anche non ci fosse possibile vedere con sicurezza nel futuro per evitare tutte queste perdite, certo è che un piano regolatore conveniente può limitarle a misura tollerabile.

Il progettare piani regolatori dunque non è un lusso, mentre la mancanza di un piano ha per conseguenza uno dei maggiori sprechi di un'amministrazione comunale. Un piano regolatore per sè stesso non impegna in modo particolare nè in generale il Comune,

a speciali spese. Esso non è il progetto di esecuzione di costose spese, ma piuttosto un meditato ed organico piano, secondo il quale deve indirizzarsi lo sviluppo della città, quando esso deva avvenire. La sola considerazione di tale criterio porta ad una conveniente soluzione del problema.

Non si dimentichi mai tuttavia che i problemi urbanistici sono di natura artistica, anche se non si tratti di problemi interamente architettonici. Fissati che siano i principii fondamentali della distribuzione economica, come del decentramento delle abitazioni, e della soluzione del problema del traffico e dei trasporti, si deve determinare con vedute larghe e chiare qual tipo di città o di quartieri si voglia ottenere: poi è compito dell'urbanista di compilare un piano che corrisponda ai vari bisogni, e che dia una città, un sobborgo o una città satellite che a seconda delle condizioni locali si estenda su colline o valli, risolvendo le questioni essenziali, subordinando le secondarie e coordinando tutte le parti in un assieme ben regolato e bello.

Lo studio e la considerazione di ciò che fu fatto da altri popoli deve sorreggere il progettista nella compilazione del piano. È particolarmente istruttivo pei popoli che sono entrati tardi nell'agone urbanistico, l'esercitare la critica su ciò che dagli altri popoli è stato fatto. Non si deve pertanto imitare quanto può essere stato fatto in condizioni diverse, ma apprendere dall'altrui esperienza, non mai dimenticando che soluzioni ottime in determinate condizioni topografiche, climatiche, sociali, possono divenire sconsigliabili in condizioni affatto diverse. Insomma la vastità degli studi e della conoscenza che si richiede in chi si prepara a compilare un piano regolatore deve dare e non togliere libertà nel creare il piano che per forma, estensione, caratteristiche meglio convenga alla città che si studia.

* * *

Quali siano le complesse mète che l'urbanista deve proporsi di raggiungere, si è cercato di delineare in un quadro, che forse pecca di manchevolezze, non certo di eccesso.

Chi appena rifletta al compito immane che spetta agli urbanisti che devono determinare il destino delle città, quali poliedrici aspetti il problema presenti, quali svariate attitudini di artista, di tecnico, di uomo di scienza e di pratica si richiedano in chi affronta simili problemi, può comprendere come a tanto compito debba accostarsi colla tremebonda circospezione di chi ha coscienza di scrivere una storia che non si cancella perchè resterà nella pietra. Circospezione però, non significhi tarpare il volo alle sagge audacie che possono solo creare il bello traverso la genialità assistita dalla esperienza e dallo studio.

L'urbanista deve promuovere il migliore sviluppo delle città senza sforzarle oltre o contro le loro tendenze naturali. Lungi dagli eccessi, come dagli apriorismi, l'urbanista, tecnico ed esteta e soprattutto uomo di pratica e di esperienza anche nell'arte di creare la bellezza, saprà raggiungere la mèta.

Che importa se in particolare in questa nostra Italia, dove ogni città è un monumento, il compito sia più arduo che non altrove? Nuovi bisogni urgono perchè la bellezza delle nostre città si rinnovi e rifletta le necessità di oggi. Anche in questo campo deve l'Italia affermarsi in faccia al mondo nel momento della sua fulgida rinascita.

§ 2. RINNOVAMENTO DI CITTÀ E DI QUARTIERI ANTICHI. — Contrasto tra il rispetto dell'antico e le necessità di circolazione e di igiene — come conciliare le opposte tendenze — conservazione integrale di vecchi nuclei e di vecchie città — quando sia praticamente possibile il diradamento — come debba intendersi ed entro quali limiti il decentramento — conservazione delle caratteristiche peculiari delle città — il rispetto ai monumenti — quando convenga isolarli, quando convenga conservare la cornice tradizionale — rispetto alle strade ed alle piazze — quadri urbani tipici e caratteristici.

Quali siano i rapporti tra l'urbanismo e l'architettura delle città è stato chiarito precedentemente.

Si vuole ora affrontare quello che nel momento attuale può considerarsi il problema estetico fondamentale che l'urbanismo deve risolvere.

Il problema è dibattuto in tutto il mondo antico ma particolarmente riesce importante per l'Italia. Esso nasce dal contrasto tra le forme delle città che il passato ci ha trasmesso e le necessità della vita moderna.

Nessuno può dubitare che le città costituiscano organismi soggetti a continue mutazioni. Roma, Milano, la stessa Venezia hanno ripetutamente e radicalmente modificato il loro aspetto.

Il barone Haussmann per formare i grandi *Boulevards* di Parigi sopprime 200 strade e demolì 32.000 case. Prima di lui Luigi XIV per formare la piazza *Vendôme* aveva demolito senza misericordia molte vecchie case, e Napoleone I, nel 1802 distrusse 40 strade e 500 case per formare la *rue de Rivoli*.

Se soltanto ai giorni nostri il problema della conservazione delle caratteristiche locali è stato considerato in opposizione al problema della trasformazione urbanistica delle città, ciò si deve soprattutto al fatto che mentre in passato pubblici servizi e riforme edilizie si compivano all'incirca con eguale ritmo, nell'ultimo secolo il progresso tecnico e l'accrescimento delle città hanno accelerato d'assai sulla trasformazione urbana e pertanto quella evoluzione naturale delle città, che un tempo bastava a sopperire ai bisogni della vita urbana, oggidì non corrisponde più alle loro necessità. Quella che prima era stata opera di secoli è divenuta opera di decenni.

Ne è derivata la necessità di rispettare le caratteristiche particolari alle vecchie città pure provvedendo alle necessità del progresso urbano: problema questo che a tutta prima può apparire per sua natura insolubile, da aggiungersi a quelli che stancarono la mente dei metafisici medioevali. Il progresso urbano infatti prevalentemente richiede reti viarie capaci di comunicazioni rapide e facili, richiede vasti spazi per soddisfare ai formidabili concentramenti di veicoli che l'avvento dell'automobile ha reso necessari: vorrebbe insomma adattare ai bisogni di oggi città che sorsero e si svilupparono in tempi nei quali le esigenze dei commerci e del vivere civile erano tutt'affatto differenti da quelle odierne. Non è difficile comprendere che se si dovesse giungere alla applicazione integrale di simili concetti le nostre vecchie belle città risulterebbero così radicalmente trasformate che nulla o ben poco ricorderebbe più il loro passato glorioso: ancor meno ne sarebbero rispettate le caratteristiche peculiari.

Di fronte alla possibilità di simile minaccia al patrimonio estetico e storico nazionale — minaccia che tuttavia nessuno oserebbe apertamente formulare — si è affermata la necessità imprescindibile di non toccare la forma delle vecchie città, ritenendo, in via generale, che le vecchie città devano conservarsi intatte nell'aspetto che oggi presentano, e che ai nuovi bisogni si debba provvedere colla costruzione di nuovi quartieri accanto ai vecchi.

Senza dubbio, ove simile programma risultasse praticamente attuabile, in ogni caso esso costituirebbe la soluzione principe del problema, e sarebbero del tutto inutili le discussioni sull'argomento che tuttora affaticano convegni di tecnici e di urbanisti del mondo civile, appunto perchè... la soluzione affacciata non è una soluzione.

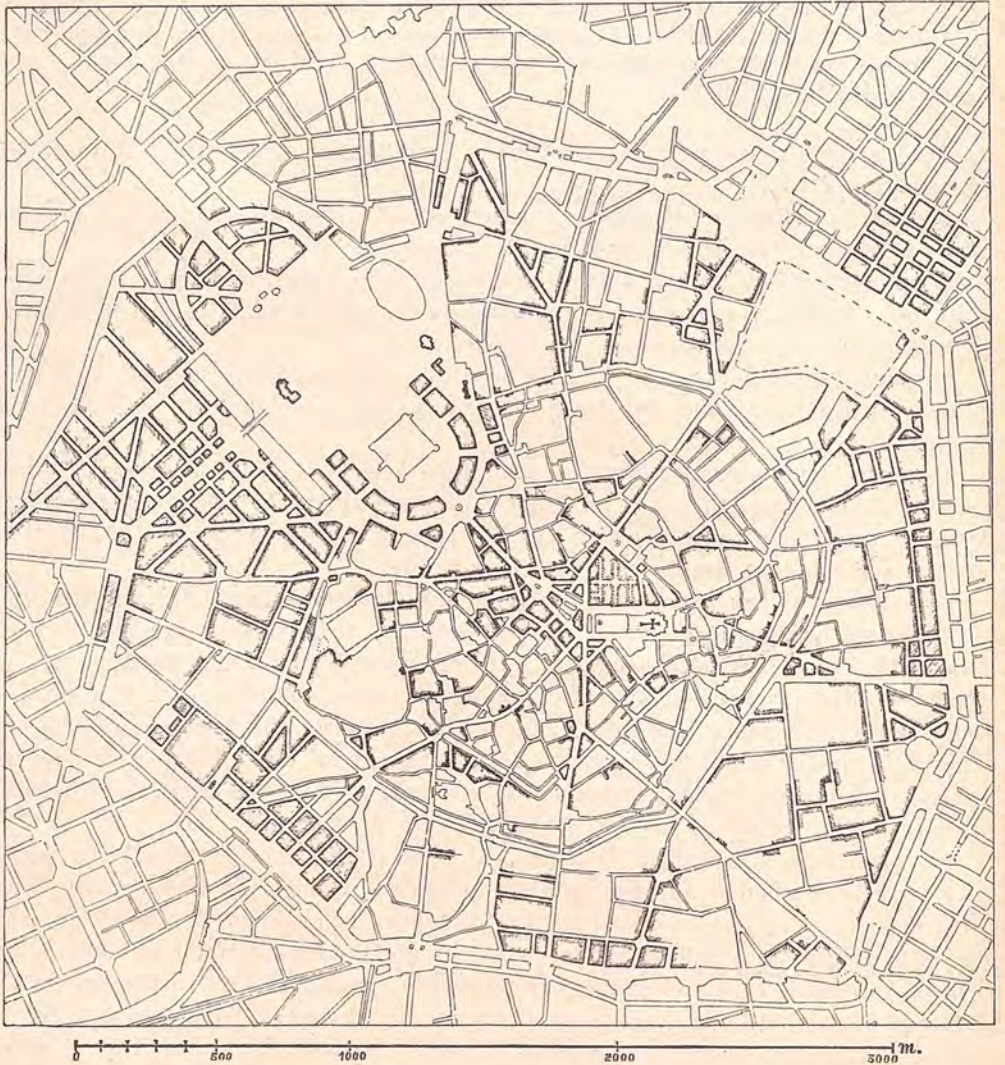


Fig. 210. — Le nuove costruzioni nel centro di Milano dal 1860 al 1930.
(Sono segnate con tratti scuri le ricostruzioni).

Come infatti riesca possibile il deviare la vita cittadina dagli ambienti nei quali tradizionalmente essa si svolge da secoli, per trasferirne le manifestazioni altrove, pure conservando alle città le loro caratteristiche mal si riesce a comprendere. Per questa via si rispettano le forme delle vecchie città, non già lo spirito che le anima. Se il consiglio fosse disgraziatamente seguito noi assisteremmo ad una morte lenta delle parti più belle delle nostre città, che si trasformerebbero in musei di cose morte, in corpi senza vita, poichè esse perderebbero appunto quelle caratteristiche che invece vogliono conservare.

I vecchi quartieri, avulsi dalla vita cittadina, privati della loro funzione preminente nella città, costituirebbero un corpo privo di anima, di quell'anima che invece deve essere custodita gelosamente nelle sue tradizionali caratteristiche.

D'altra parte non si può supporre che una città non si rinnovi, indipendentemente dall'azione dei pubblici poteri. La Milano d'oggi non è la Milano del 1860: essa è stata per tre quarti rifabbricata (fig. 210): la Roma del 1933 non è più la Roma del 1870. Nessuna città è sfuggita a questo destino.

Troppo facilmente si citano i casi del centro di Vienna e di Norimberga. Per chi non osservi superficialmente il fenomeno urbano, quei « casi » stanno a dimostrare



Fig. 211. — Pianta di Barcellona: nucleo antico a schema irregolare e città nuova ad isolati quadrati intersecati obliquamente dalla Diagonale.

che non la forma, non le case, non la materia della vecchia città sono stati conservati. Le case che videro la gloria del Durero, di Veit Stoss, di Hans Sachs sono state sostituite da case a cinque e sei piani con ampie vetrine e lussuosi negozi. Alla Burg si accede per strade ampie, percorse da linee di tramvie elettriche. Dove se n'è andata la vecchia Norimberga? Non è dunque certo la materia della città che si è saputo conservare, se ancora da quelle mura, da quelle case spira un alito di poesia, che ci commuove e ci ispira, se ancora svoltando per le strade pensiamo alla piccola città, ai suoi « Maestri Cantori » che ci sembrano rivivere in quell'ambiente meraviglioso.

Sono invece conservate quelle caratteristiche loro particolari che ne costituiscono l'anima, e che appunto perciò si mantennero intatte attraverso i secoli, nonostante l'avvicinarsi di stili, di tempi, di bisogni diversi.

D'altra parte non bisogna considerare superficialmente il fenomeno che si è verificato in qualche città dove si è potuto conservare pressochè intatto il nucleo antico sviluppando accanto ad esso la nuova città. Quasi sempre l'ampliamento delle città per gemellazione risponde a particolari situazioni topografiche, le quali, come nei casi di Bergamo, Barcellona (fig. 211), Colonia (fig. 212), fecero sì che l'accrescimento non avvenisse in modo concentrico.

Che se nelle città sorte sul mare o lungo i grandi fiumi navigabili è accaduto che per necessità topografiche lo sviluppo dei quartieri moderni avvenisse soltanto su uno dei lati della città, ciò non deve dar luogo ad equivoci. Ove l'ostacolo del mare e del fiume non fosse esistito, lo sviluppo di quelle città sarebbe avvenuto in modo concentrico e il nucleo antico non si troverebbe *accanto*, ma *al centro* dei nuovi quartieri.

Nessuna dimostrazione pratica dunque nella storia delle città la quale non contraddica alla fallacia di tale principio; nessuna dimostrazione pratica che si possa conservare integralmente la *forma* delle vecchie città pure adattandole ai nuovi bisogni.

* * *

È Affermata l'assoluta impossibilità della conservazione integrale della forma delle vecchie città di fronte alle necessità create dai nuovi bisogni, non per questo la questione può considerarsi risolta. Il campo è diviso tra i conservatori ad oltranza e i distruttori *ab imis*.

I conservatori non ammettono che a denti stretti la trasformazione di vecchi quartieri. Non basta, essi vogliono conservati non soltanto i monumenti che hanno sopravvissuto alle trasformazioni del passato ma vorrebbero conservate le case singole che in realtà non sono ricordi dell'antico, ma soltanto del vecchio. E invocano le ragioni dell'estetica, e quando non basta l'estetica, si aggrappano al pittoresco.

In generale si mira a conservare ciò che si ha l'abitudine di vedere, ciò a cui sono legate le memorie della nostra vita.

Ma se noi tentiamo di esaminare non superficialmente queste aspirazioni, non vi scorgiamo tanto il desiderio di conservare immutata la forma delle città, quanto quello di conservarne inalterate le caratteristiche. Si confonde con questo sentimento nostro essenzialmente conservatore che ci lega alle cose, a quegli aspetti di esse che ci hanno accompagnato nella vita. Ogni generazione vede con dispiacere il

mutare dei luoghi ai quali ha legato le proprie memorie.

I milanesi d'oggi non si addolorano se la corsia de' Servi in un secolo s'è rinnovata ed è divenuta il Corso Vittorio Emanuele, nè piangono più sulle rovine del Rebecchino. Molti però hanno visto scomparire con dispiacere perfino il deprecato carosello tramviario della piazza del Duomo. I romani non amerebbero che il Foro Romano fosse ancora oggi quel pittoresco Foro Boario che appare dalle vecchie incisioni, ma spargono qualche lacrima sulle demolizioni che hanno messo a nudo la Rupe Tarpea e i Mercati Traianei; e mentre nessuno seriamente auspicherebbe che attorno al Pantheon si ricostruisse l'ambiente pel quale esso fu pensato, è voce generale che il Tempio di Agrippa si giovi delle angustie nelle quali esso oggi è costretto, e si griderebbe al sacrilegio qualora oggi si volesse ritornare quell'insigne monumento allo splendore dell'ambiente pel quale esso era stato concepito. Fino dai tempi di Marziale si rimpiangeva l'ombra dei portici di Pompeo e si spregiavano i portici di Domiziano.

Insomma noi amiamo la forma della città che ci ha visto assai più di quella che videro i nostri padri. I nostri figli ameranno la loro città e poco si preoccuperanno di quella che è stata la nostra. Noi confondiamo il nostro istinto conservatore che si

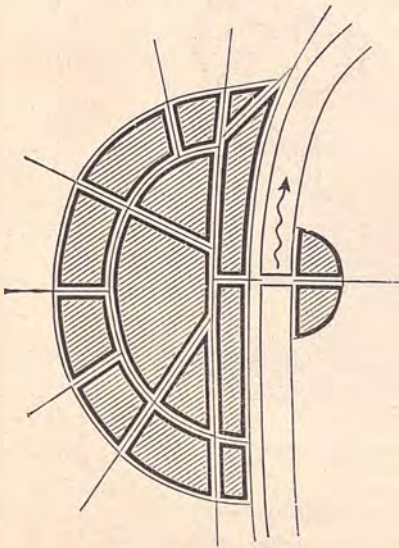


Fig. 212. — Rappresentazione schematica dell'espansione di Colonia.

aggrappa anelante al nostro mondo e vorrebbe arrestare l'attimo fuggente con quella che si vorrebbe fosse la protezione delle antiche forme delle nostre città.

Ma si possono perciò dimenticare i problemi di igiene, di viabilità, di economia che impone la vita moderna? E per soddisfarli si vorrebbe forse, come suggeriscono i distruttori ad ogni costo, accelerare il processo di trasformazione delle città al punto da non salvare che i monumenti veramente significativi, distruggendo senza preoccupazioni gli aspetti delle città che ci ricordano la loro storia, il loro passato?

Non si sacrifica a sufficienza alla bellezza quando nello studio dell'ampliamento o della sistemazione di una città si rispettano rigidamente soltanto quegli avanzi del nostro passato che gli elenchi, istituiti dagli organi tutelari delle bellezze ufficiali, segnalano al rispetto dei posteri.

Tale rigida concezione non corrisponde ai bisogni estetici di una città. La bellezza di una città, così come la considera l'urbanista, dipende meno dalla bellezza dei singoli edifici che non dalla bellezza del quadro di cui essi fanno parte. Ne viene che accanto ai gruppi di edifici monumentali che costituiscono la gloria di una città, altri gruppi si hanno di edifici puranco modesti, che creano la caratteristica ambientale dei luoghi, pure non essendo molte volte degni di una particolare tutela ufficiale. Questi preme pure di non distruggere, all'urbanista prudente, perchè egli vede l'opportunità di conservare ad ogni città le caratteristiche sue proprie e di ostacolare, per quanto è possibile, la tendenza livellatrice per cui, seguendo l'andazzo, città magiche per colore, per profumo di poesia, per sognante bellezza, andrebbero sommerse nel mare di case volgarmente uguagliatore, e Siviglia non si distinguerebbe da Stoccolma, Londra da Costantinopoli, e l'Urbe, di cui Orazio auspicava nulla dover il sole salutare di più grande, si confonderebbe colle più modeste città provinciali.

Tuttavia non si deve rigidamente interpretare il rispetto all'antico così che ne vengano ostacolate le necessità di vita di una città. Certo non si devono con leggerezza distruggere le vestigia del nostro passato glorioso; ma la venerazione del passato non deve essere bigotta. Se vogliamo che le nostre città vivano di vita rigogliosa non dobbiamo procedere alla loro imbalsamazione per conservare un antico che più non risponde alle necessità dei nostri tempi. Ma dobbiamo raddoppiare di cautela, perchè deve essere ben segnalato il vantaggio che si va ad ottenere da tante distruzioni e soprattutto tale vantaggio non deve essere per altre vie ottenibile. E dobbiamo porci l'obbligo che la distruzione sia compensata da altra bellezza che vogliamo dare alla città.

Non volgari quartieri di case possono compensare la distruzione di un parco annoso, ma una saggia distribuzione di edifici che valorizzi la bellezza del parco e la adatti ai bisogni della età nostra può essere una soluzione in molti casi accettabile. E come in questo esempio in altri molti può essere possibile trovare il modo di conciliare le esigenze di vita di una città col rispetto dell'antico. Indubbiamente ciò può richiedere spesse volte lunghi e pazienti studi, indagini sugli esempi del passato, sull'esperienza altrove compiuta.

Ma l'urbanista non deve essere avventato e deve proporsi di vincere le difficoltà, conciliando, nel bene delle città, i bisogni più diversi e facendo risultare come espressamente e naturalmente voluto ciò che invece deriva dal senso d'arte del progettista. È infatti interessante notare che l'urbanista è soprattutto l'architetto delle città, colui che dà espressione alla concezione di progetti d'insieme, usando come elementi gli edifici, così come l'architetto di un edificio usa i singoli elementi decorativi; l'elemento casa si sostituisce qui all'elemento architettonico e crea l'arte di costruire le

città. Ricordiamo, perchè non si fomentino equivoci: architetto della città non vuol dire che urbanismo sia solo architettura nel senso ordinario della parola. L'architettura di un edificio è ben altro che l'architettura di una città, dove uno studioso geniale deve concepire non solo l'organismo estetico della città, ma la città vivente di tutti i suoi servizi tecnici, di tutti i suoi impianti che giovano al benessere e all'igiene dei suoi cittadini.

* * *

Soprattutto nel risolvere il problema del rinnovamento delle vecchie città e dei vecchi quartieri, deve l'urbanista preoccuparsi di contrastare quella tendenza livellatrice che parve qualche decennio addietro tendesse ad assimilare quelli che erano stati i caratteri peculiari delle varie città.

Fortunatamente allorquando pareva che la marea eguagliatrice dovesse aver il sopravvento, intervenne provvida una salutare reazione. Il Buls, borgomastro di Bruxelles, Camillo Sitte, Joseph Stübben insorsero ed affermarono il diritto delle vecchie città di conservare intatte le caratteristiche del loro aspetto. Il progresso non doveva essere ostacolato, ma neppure doveva ostacolarsi che ogni luogo conservasse le sue tradizionali caratteristiche. Poichè queste città eran giunte sino a noi, pure evolvendosi col volger dei tempi, ma immutate nell'anima loro, immutate nelle caratteristiche fondamentali della loro espressione formale esteriore, perchè oggi si doveva tutto sovvertire cedendo ad una inutile frenesia rinnovatrice? Esisteva davvero tal contrasto tra il vecchio e il nuovo che fosse oggi inconciliabile più di quel che non lo fosse in passato?

Il problema più grave fra quanti ne deva affrontare la moderna scienza urbanistica: il problema che arma gli uni contro gli altri i conservatori ad ogni costo e coloro che in una idolatria della città moderna, della città materiata di case e di servizi pubblici, presi da furore iconoclastico, dimenticano ogni rispetto per le tradizioni nostre più sacre, e che tiene i due campi aspramente divisi e, riteniamo, inutilmente divisi, può trovare un punto di pratica concordia tra l'una e l'altra tendenza, sol che si sappiano metter in disparte gli eccessi, le esagerazioni che turbano la serena visione della realtà.

* * *

Parecchi rimedi furono suggeriti dagli studiosi di urbanismo, rimedi che non possono essere indicati come provvidenze di carattere generale, ma che tuttavia a seconda dei casi o l'uno o l'altro possono venire adottati con vantaggio.

Il metodo che mira a raggiungere il risanamento di vecchi quartieri e il soddisfacimento dei bisogni del traffico attraverso il diradamento è preconizzato particolarmente dal Giovannoni.

Ecco come ne riassume le caratteristiche il Giovannoni stesso:

«Stabilito il concetto fondamentale della urbanistica moderna, che il grande traffico cittadino debba far capo ad una rete di alcune grandi arterie che lo canalizzino con linee e con portate ben determinate, e constatato come ordinariamente i vecchi quartieri siano per la loro costituzione edilizia inadatti a divenire i centri vivi del movimento e degli affari della nuova città, e dissociate con questo sia le ragioni della viabilità, sia quelle della economia della nuova fabbricazione dalla sistemazione dei vecchi quartieri, rimane questo tema connesso con le esigenze di un miglioramento, che può essere insieme di ordine igienico e sociale ed artistico.

«Piuttosto dunque che trasformare lo schema del quartiere alterandone il carattere topografico ed ambientale e non riuscendo nè ad avere una zona caratteristica

del passato nè una zona utile del presente, piuttosto che allargare con regolarità geometrica le vie esistenti, il sistema del diradamento intende ottenere non una uniformità di vie nuove, ma spicciolo allargamento irregolare; demolizione qua e là di una casa o di un piccolo gruppo di case e creazione in lor vece di una piazzetta e di un giardino in essa, piccolo polmone del vecchio quartiere; poi la via si restringa per ampliarsi di nuovo tra poco associando varietà di movenze ed effetti di contrasto al tipo originario edilizio, che permarrà così in tutto il suo carattere di arte e di ambiente. Solo vi si farà strada qualche raggio di sole, si aprirà qualche nuova visuale

Planimetrie schematiche prima e dopo la sistemazione.

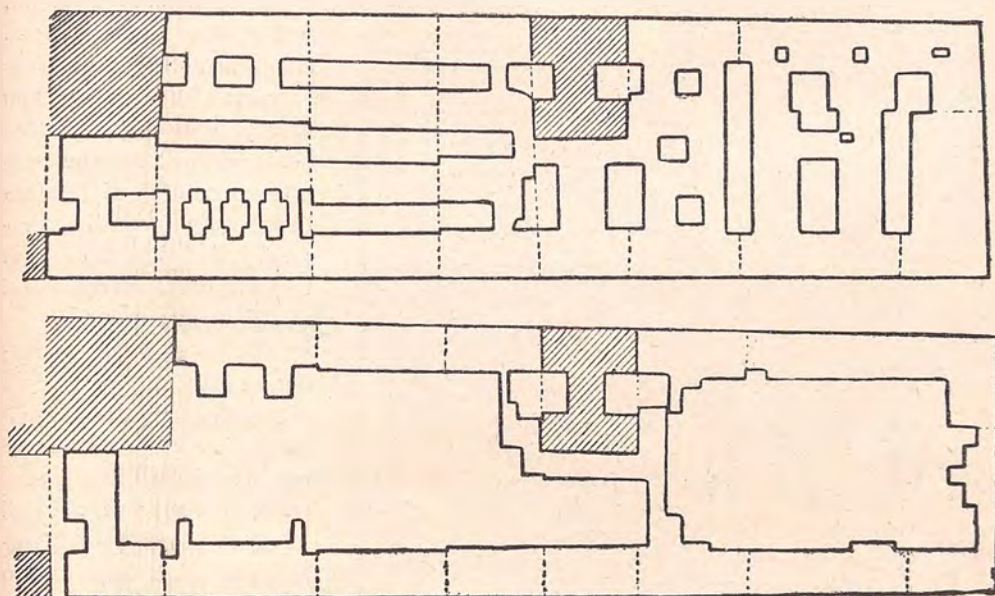


Fig. 213. — Sistemazione interna di un gruppo di edifici in via Emanuele Filiberto in Roma, ottenuta col demolire corpi interni e riunire piccoli cortili costituendo grandi spazi sistemati a giardino.

di edifici monumentali e respireranno le vecchie case troppo strette tra loro. Ed il restauro degli edifici aventi interesse d'arte, il miglioramento degli isolati, spesso ottenuto con l'associare cortili in più vasti spazi coperti o col riportare le fabbriche alla primitiva altezza limitata, la conseguente elevazione delle classi sociali degli abitanti (senza con questo giungere al radicale contrasto tra lo stato attuale ed il futuro) assicureranno che i vantaggi di vario ordine, ben tra loro equilibrati, potranno andare di pari passo e diffondersi su vaste zone, assai meglio che non seguendo tracciati lineari con l'intersezione di grandi arterie nuove, e non distruggendo ampie regioni cittadine, senza che vi siano mezzi adeguati per una ricostruzione » (fig. 213).

Il procedere per diradamento è apparso a tutta prima come il metodo ideale per conciliare le necessità di trasformazione delle città con la conservazione al massimo delle loro caratteristiche. In pratica però si è dovuto constatare come esso non porti a risultati soddisfacenti che in un numero di casi relativamente limitato.

Esso infatti urta troppo spesso contro tante difficoltà da non potersi senz'altro considerare tra i provvedimenti di pratica corrente.

Non è qui il caso di ricordare come il procedere per diradamento non riesca praticamente possibile se non là dove gli Enti pubblici possano rendersi proprietari di tutto

o di quasi tutto il quartiere da risanare, per poter efficacemente raggiungere la bonifica morale, oltrechè materiale, delle case che non dovrebbero essere demolite, e che non potrebbero veder migliorato il ceto che le abita senza il rinnovamento della popolazione di tutto il quartiere che le attornia. Nè occorre aggiungere che troppo spesso in questi vecchissimi quartieri le condizioni statiche delle case sono tali che la



Fig. 214. — Planimetria della città di Bari.

demolizione di un edificio può indurre in spese elevatissime per il rabberciamento degli altri edifici che al primo si appoggiano. Infine deve pur ricordarsi che la demolizione spicciola e limitata a pochi edifici non permette quel tornaconto economico che solo può consentire ai Comuni l'affrontare opere di risanamento di tanta mole e di tanta importanza con mezzi relativamente esigui.

Che se si voglia considerare soltanto il problema del traffico non si può disconoscere come il procedere per diradamento possa effettuarsi soltanto nei casi in cui la pressione del traffico sia contenuta entro limiti modesti e non abbia raggiunto proporzioni allarmanti. Invece là dove si devono soddisfare forti flussi di traffico, come avviene quando attorno ad un nucleo antico si è sviluppata una enorme città, e d'altra parte, per le ragioni già accennate, non si ritiene conveniente alterare le funzioni del centro tradizionale, il procedere per diradamento non raggiunge lo scopo.

Fra le applicazioni del processo per diradamento certo la più notevole è quella che si riscontra nel piano regolatore di Bari vecchia (fig. 214-215): importante è pure quella del piano per il quartiere del Rinascimento di Roma (fig. 216-217, Tav. VI), studiato dallo stesso Giovannoni. Ma, e nell'un caso e nell'altro, si tratta di quartieri che per la loro ubicazione rispetto al nucleo vitale della città si trovano in certo modo appartati. Le linee maggiori del traffico non hanno necessità di attraversarli e pertanto è possibile mantenervi tracciati stradali con tortuosità e brusche spezzature che in altri casi non sarebbero ammissibili.

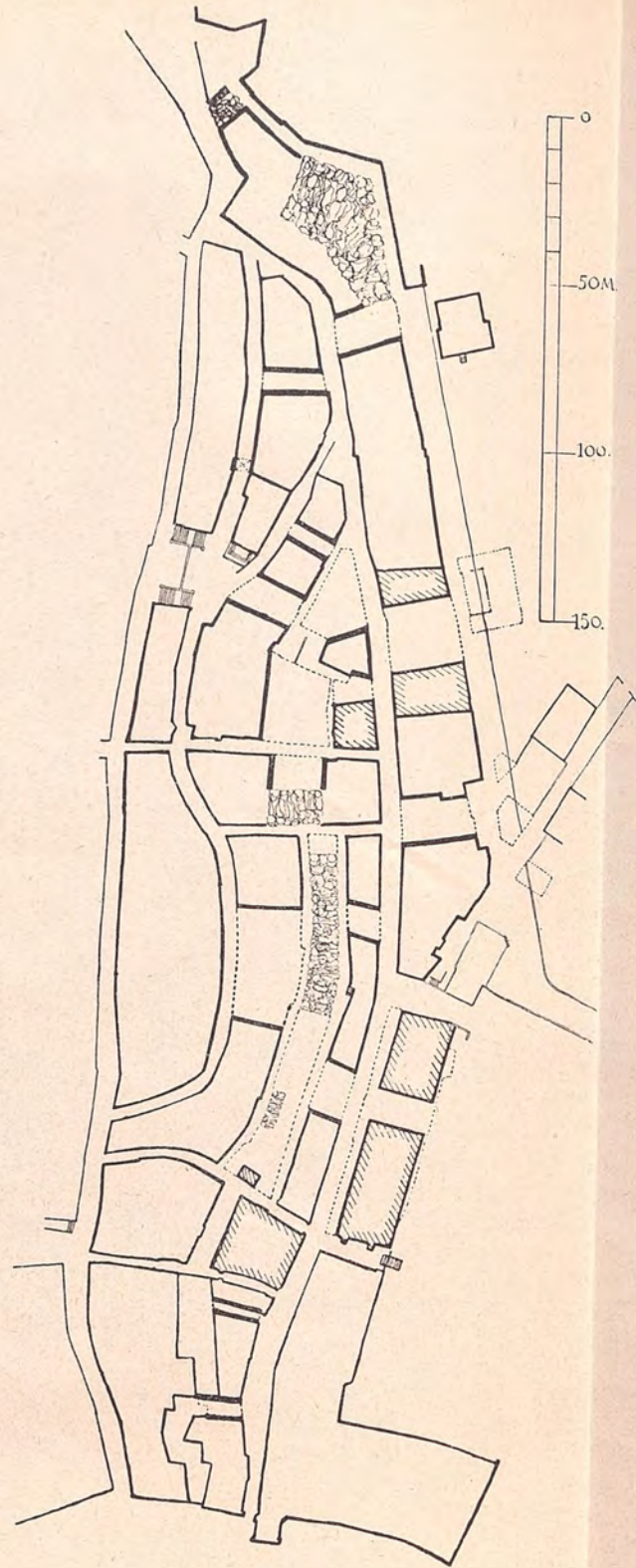


Fig. 216. — Siena. Quartiere del Salicotto, secondo lo schema di diradamento iniziato.



Fig. 217. — Il quartiere del Rinascimento in Roma, e la sistemazione del diradamento. (Sono indicate a tratteggio le piante degli edifici aventi interesse artistico, a linea punteggiata i margini stradali ove verranno eseguite parziali demolizioni).



Fig. 215. — Piano di sistemazione di Bari vecchia col tracciato di due vie tortuose di attraversamento e l'applicazione del sistema del diradamento.

- 1, Edifici esistenti. — 2, Edifici di valore artistico o storico. — 3, Demolizioni. — 4, Ricostruzioni.
5, Ricostruzione di speciale destinazione. — 6, Giardini.

* * *

In altri casi si è cercato di provvedere formando una strada di scarico intorno al nucleo centrale, la quale attragga il traffico di transito che non ha necessità di penetrare nel nucleo interno. Occorre qui distinguere il caso delle grandi città da quello delle città medie e piccole. L'influenza dei fattori spazio e tempo è trascurabile allorché si tratti di città di superficie relativamente limitata o di forma tale che il deviare il traffico della zona più antica e quindi più intensamente abitata non costringa a perdite di tempo sensibili, o a notevoli allungamenti di percorso. In questi casi riesce facile e pratico l'isolare il nucleo antico mediante una strada anulare o con un inviluppo di strade tangenti la zona abitata, senza che si provochino danni od inconvenienti al traffico. Il traffico di transito viene così deviato dall'agglomerazione centrale e il traffico che necessariamente vi deve aver recapito viene tanto ridotto che può agevolmente infiltrarsi traverso le viuzze che portano alla zona centrale.

Se invece il nucleo abitato, come avviene per le grandi città, ha un diametro di qualche chilometro, e lo stesso nucleo centrale più antico, nel quale si trovano i pubblici edifici che costituiscono il maggior richiamo del traffico, ha estensione notevole, il provvedimento sopra accennato non è in generale attuabile. Molte volte si può creare una strada di scarico anulare che recinga la zona in cui si trova il centro tradizionale e quindi esistono i pubblici uffici e i luoghi di ritrovo della città: ma il provvedimento non può arrestarsi qui. Occorre infatti che dalla strada anulare si dipartano strade di sezione conveniente per convogliare verso il centro il traffico che necessariamente deve avervi recapito. Il pretendere, come qualche urbanista ha suggerito, di creare ostacoli al traffico per impedirgli di giungere là dove esso invece ha necessità di giungere significa non tener conto della realtà. Se le strade sono anguste o di scarsa capacità, il traffico vi si introdurrà tuttavia a viva forza e ne nasceranno ingorghi e disordine.

* * *

Altre volte è possibile provvedere alla conservazione delle caratteristiche del nucleo antico alleggerendone le funzioni mediante provvedimenti che ne decentrino per quanto possibile le funzioni.

Risulta chiaramente da quanto già si è detto come, in generale, non sia possibile rimuovere dal nucleo centrale delle città quegli elementi che per ragioni storiche o tradizionali si sono addensati in tale nucleo e ne costituiscono la ragione di vita.

D'altra parte quanto più la città si ingrandisce tanto più crescono i disagi che da tale accentramento derivano. Mentre in un nucleo abitato di dimensioni modeste è facile a ciascuno dei cittadini l'accesso agli edifici pubblici situati nel nucleo centrale, man mano il diametro della città va aumentando si avverano invece inconvenienti di notevole portata, i quali se da un lato si manifestano nel disagio dei cittadini, disagio che ha per corrispettivo perdite sensibili di tempo e di denaro, dall'altro aggravano il traffico a tal segno che le arterie della vecchia città riescono insufficienti a soddisfarne le esigenze.

La necessità di questi percorsi dalla periferia al centro e dal centro alla periferia, crea la necessità di mezzi di trasporto in comune, i quali costituiscono il provvedimento più pratico per ridurre le perdite di tempo e di denaro, ma richiedono alle strade particolari caratteristiche, sia di ampiezza e di capacità, sia di tracciato, dovendosi escludere tracciati eccessivamente tortuosi, svolte brusche, restringimenti di sezione, che creerebbero incagli al traffico e avrebbero per conseguenza incagli di veicoli.

Ecco perchè, se si vuole alterare il meno possibile il nucleo centrale della città, si deve proporsi di ridurre al minimo la necessità di ricorrere al nucleo centrale pei bisogni della vita civile. Esempio magistrale al riguardo ci dà la chiesa cattolica, la quale nel suo organamento è così costituita che pure assegnando agli organi centrali le funzioni direttive, e riservando a questi la trattazione degli argomenti di carattere eccezionale, ha dato agli organi periferici tutte le funzioni ordinarie che rispondono alle necessità dei cittadini. Come alla unica parrocchia del borgo, via via che il borgo vada ampliandosi a formar città, si aggiungono nuove parrocchie, e la parrocchia centrale si erige a vescovado, così pei servizi pubblici deve avvenire un decentramento che lasci nel nucleo tradizionale della città la direzione dei singoli servizi, e invece faccia sorgere nelle zone periferiche uffici staccati che possano funzionare con relativa autonomia per tutti gli affari di carattere ordinario. Come il cittadino nella grande maggioranza dei casi può nascere, vivere, sposare, morire senza ricorrere ad altri enti religiosi che non si trovino nella propria parrocchia, e senza mai aver necessità di recarsi al vescovado, così il cittadino deve trovare i servizi necessari alla sua ordinaria vita civile negli uffici periferici, e non avrà necessità di recarsi al centro se non per affari di carattere straordinario.

La soluzione ideale del problema dovrebbe dunque prevedere la possibilità di vita autonoma dei nuclei secondari della popolazione per tutte le ordinarie necessità, ferma sempre la possibilità di facile accesso al nucleo centrale pei bisogni di carattere eccezionale, e fermo soprattutto l'indirizzo unitario del nucleo centrale e dei secondari nella risoluzione dei vari problemi tecnici, igienici, sociali che interessano la comunità, che non possono essere risolti secondo le ristrette vedute suggerite da interessi locali, e che invece devono informarsi al più largo criterio dell'interesse generale.

In altre parole: chi vive nei nuclei secondari, oltre al godere della vicinanza dei luoghi di lavoro deve trovarvi la rappresentanza di tutti gli uffici e di tutti i servizi di cui s'avvantaggia la città, cosicchè sia ridotta al minimo la necessità di ricorrere al nucleo principale ingombrando le strade ed i mezzi di trasporto, spreco di tempo e denaro. Questa la soluzione ideale del problema, che riduce allo stretto necessario il traffico del nucleo centrale ed annulla il bisogno di grandiose trasformazioni edilizie.

* * *

Compito dell'urbanista nei riguardi del decentramento è dunque il predisporre le condizioni più favorevoli perchè il decentramento stesso possa effettuarsi. Deve egli pertanto promuovere la formazione di nuovi nuclei secondari i quali sussidiino il nucleo centrale e alleggeriscano di conseguenza il traffico reciproco tra centro e periferia.

Poichè però, come si è già accennato, l'urbanista deve sempre considerare la città come un organismo vivente del quale deve curare i mali e governare lo sviluppo senza violentarne la natura, ne deriva che i provvedimenti dovranno essere vari a seconda della varietà dei casi che si presentano.

Ad esempio: Roma, città prevalentemente policentrica durante il periodo papale, quando divenne capitale del Regno corse il pericolo di veder concentrati in un unico centro di più ampia estensione i diversi centri che avevano soddisfatto ai bisogni della città prima del 1870.

La necessità di costruirvi un forte numero di nuovi edifici pubblici, quali erano richiesti dalle sedi dei ministeri e degli altri organi pubblici del Regno, avrebbe potuto aggravare le difficoltà circolatorie della vecchia città, dove le strade sono tuttora anguste e inadatte a sopportare un forte traffico. Provvidamente i reggitori di allora

intravidero lo sviluppo avvenire della città e situarono i nuovi edifici degli uffici pubblici in località per quel tempo eccentriche, e resistettero alle recriminazioni dei critici di corta vista (fig. 218). Oggi intorno a quegli uffici si sono costituiti nuovi nuclei di abitazioni, le quali sono in stretto rapporto con quegli uffici,

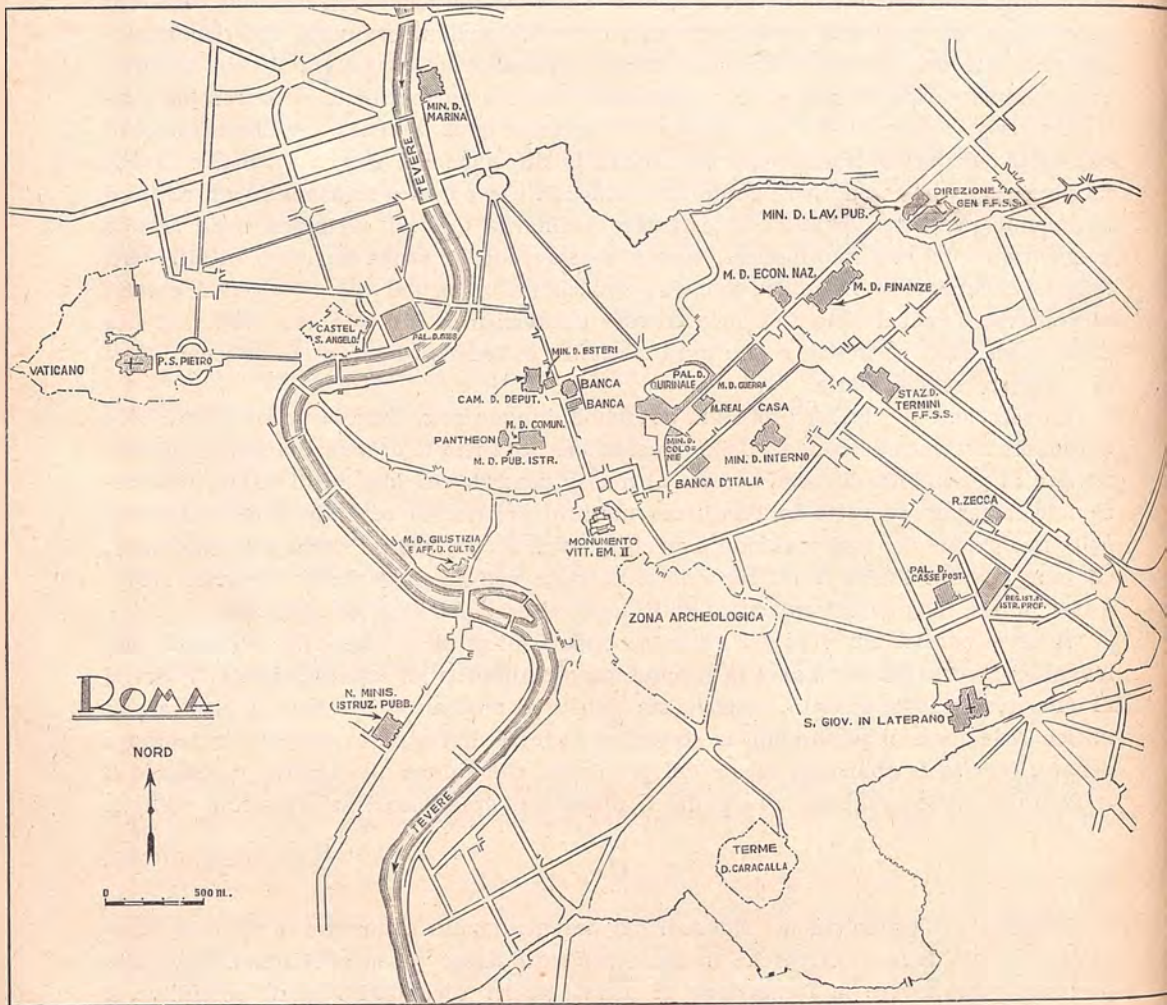


Fig. 218. — Il decentramento di Roma.

cosicchè il traffico tra abitazioni ed uffici non aggrava le già gravi condizioni del nucleo centrale.

Milano, città monocentrica (fig. 219) per eccellenza, ha seguito soltanto parzialmente simile criterio allorché concentrava in zone esterne alla città gli edifici universitari, gli ospedali, la stazione ferroviaria, e situava presso la periferia gli uffici giudiziari. Ma ciò non avveniva senza resistenze degli interessi colpiti e senza difficoltà tanto gravi da ritardare il processo di decentramento felicemente iniziato.

Per questo il decentramento a Milano dovette cercare altre vie, che meglio conciliassero la forma della città esistente, e le abitudini locali colla necessità di dar più ampio respiro alla città, in relazione al suo rapido accrescimento.

* * *

Il piano regolatore, studiato da chi scrive, per Milano ha determinato le grandi arterie del traffico principale, creando una rete di strade che si sovrapporrà all'attuale rete di strade principali destinata a funzionare in futuro da rete secondaria;

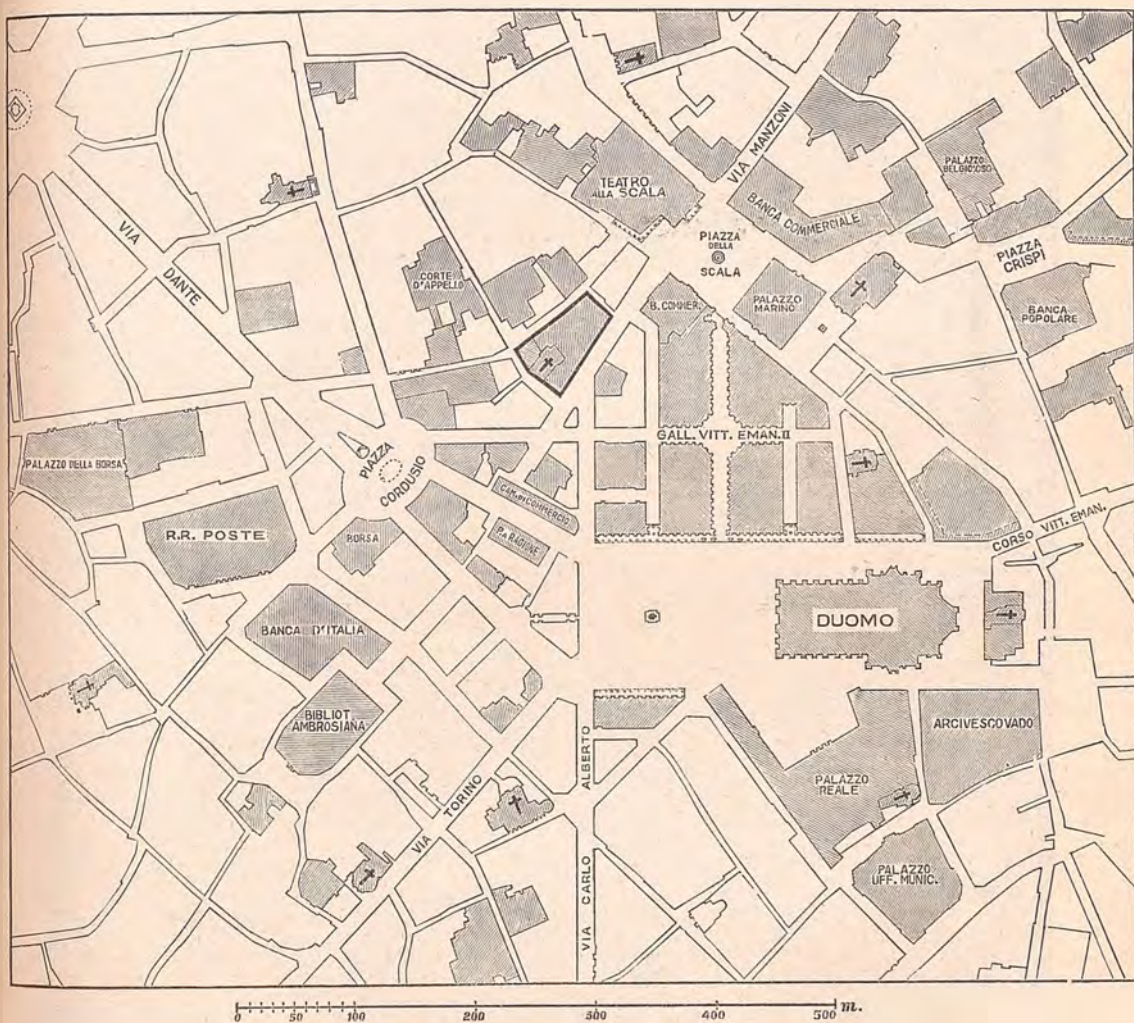


Fig. 219. — Il centro di Milano.

tali arterie sono intercalate da piazze, alcune destinate allo smistamento del traffico, altre alla sosta dei veicoli (fig. 229).

Il piano è stato concepito col criterio di rispettare il più possibile le vecchie arterie, le piazze ed i monumenti che nel loro assieme determinano la fisionomia della città; di utilizzare talune larghe strade oggi semideserte, di sfollare, per quanto possibile, il centro, di divergere il traffico proveniente dall'esterno della città verso la propria destinazione, senza che esso debba attraversare la città.

La nuova rete di arterie del nucleo interno è costituita da strade dalla larghezza di 30 m.: esse si prolungano all'esterno con maggiori larghezze in relazione alle mag-

giori possibilità che ivi sussistono per creare una rete viaria fondamentale proporzionata ai bisogni del traffico. Tali arterie, rettilinee e con grandi effetti prospettici nella zona esterna, sono invece spezzate o tortuose nell'interno, compatibilmente però alla



Fig. 220. — Sistemazione del centro di Milano secondo il piano di massima 1930-33.

necessità di poter sistemare in dette arterie una rete di metropolitane, con ampie curve intercalate da rettilinei sufficientemente spaziosi e sufficientemente lunghi per collocarvi le relative stazioni. La tortuosità della rete interna, che è temperata dalla formazione di slarghi e piazze per rispondere a un giusto criterio di diradamento e anche alla necessità sempre più sentita nelle città moderne di luoghi di sosta per il numero sempre crescente di veicoli, permette di rispettare monumenti e luoghi caratteristici

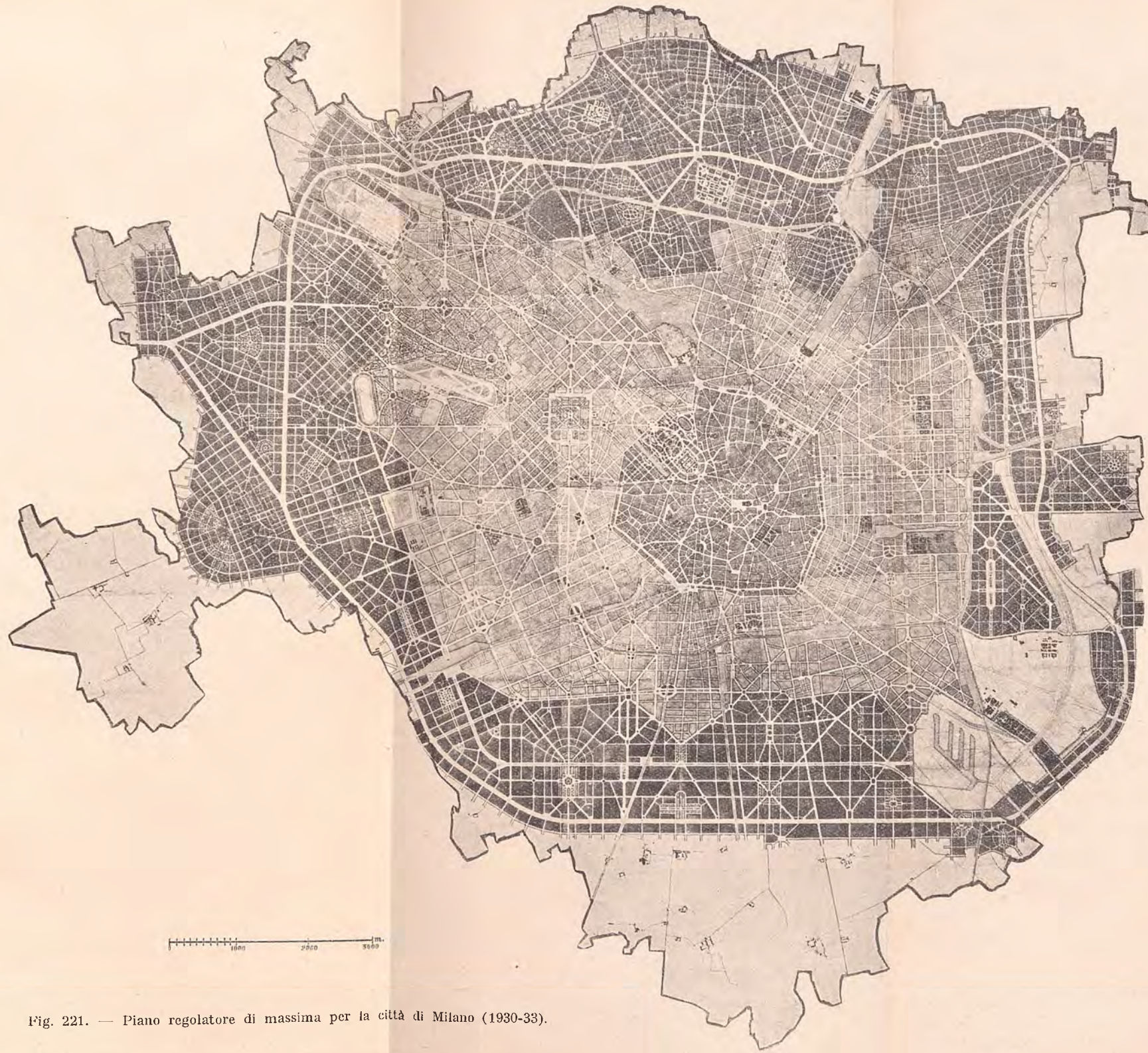


Fig. 221. — Piano regolatore di massima per la città di Milano (1930-33).

della città, mentre la conservazione pressochè integrale dell'attuale rete viaria principale, assicurerà a Milano quasi tutti i suoi aspetti più significativi costituiti appunto dai corsi principali, e da quelle piazze che formano una tradizione cittadina e che è sembrato conveniente rispettare.

Poichè, come si è detto, la città ha struttura eminentemente radiale, le nuove arterie che si insinuano tra i raggi costituiti dalle arterie attuali hanno esse pure andamento radiale. Esse però non penetrano fino al centro della città, costituito dalla piazza del Duomo, ma si arrestano ad una grande arteria anulare la quale ha lo scopo di assorbire il traffico che non ha necessità di traversare l'angusto nucleo centrale, attraendolo colle maggiori agevolezze che essa offrirà ai veicoli per la sua ampiezza e la praticità delle sue sistemazioni; da questa arteria partono vie più strette che portano entro il ristretto nucleo centrale quel traffico che necessariamente vi deve trovare recapito.

Accanto allo studio delle arterie si è particolarmente curata la distribuzione delle piazze, profittando di quelle esistenti e convenientemente sistemandole e creandone di nuove là dove ciò si rendeva necessario.

Oltre alle grandi piazze che attorniano la nuova stazione, piazze delle quali non occorre illustrare la funzione, altre piazze sono state previste all'incirca lungo la linea delle mura spagnuole, coll'intento di decentrarvi fin dove è possibile le funzioni a cui oggi adempie pressochè esclusivamente il nucleo centrale. Si è voluto, a somiglianza di quanto avviene in altre grandi città, promuovere la formazione di un gruppo di centri secondari, ciò che non è sembrato difficile in quanto per alcuni di essi si avevano evidenti sintomi di naturale formazione.

A queste funzioni dovrà adempiere la corona costituita dalle piazze Oberdan, Romana, Lodovica, XXIV Maggio, Solari (incontro della via colla Circonvallazione), Volta.

Invece le piazze S. Babila, Fontana, Missori, Cavour, Correnti hanno lo scopo di costituire una corona di piazze più interna, allo scopo di alleggerire per quanto possibile le funzioni della piazza del Duomo, decentrandole in questi nuovi nodi di traffico.

Nella zona periferica i provvedimenti decentrativi sono riusciti relativamente più facili. Anche qui si formarono capaci arterie intercalate tra le attuali radiali, si collegarono direttamente tra loro i nuclei abitati periferici, ma soprattutto si prevede un decentramento col determinare nel piano condizioni favorevoli per la formazione di nuovi nuclei o pel miglioramento degli esistenti (fig. 221, tav. VII).

Intorno a Milano, al di là della linea dei sobborghi, esistono piccoli nuclei di abitazioni, costituenti un tempo altrettanti comuni, oggi assorbiti dalla metropoli. Della esistenza di tali nuclei si è tratto profitto prevedendone la lenta trasformazione che dovrà inevitabilmente avvenire col volger degli anni, man mano la città andrà estendendosi verso la campagna.

Però non si è prevista la trasformazione di questi nuclei in altrettante cittadine che ampliandosi per anelli concentrici avrebbero riprodotto in scala minuscola pregi e difetti della città principale: sproporzione tra le ampiezze stradali e il traffico che esse devono sopportare, incapacità delle zone centrali a soddisfare ai bisogni delle zone periferiche.

D'altra parte non sarebbe stato conveniente, nè opportuno, adottare coraggiosi provvedimenti di piano regolatore per dare a questi nuclei una sistemazione che prevedesse futuri ampliamenti delle singole agglomerazioni. Si è invece provveduto a formare accanto ai vecchi nuclei nuovi centri di attrazione, nei quali fosse possibile l'adunare i pubblici edifici e promuovere così la costruzione di nuove case.

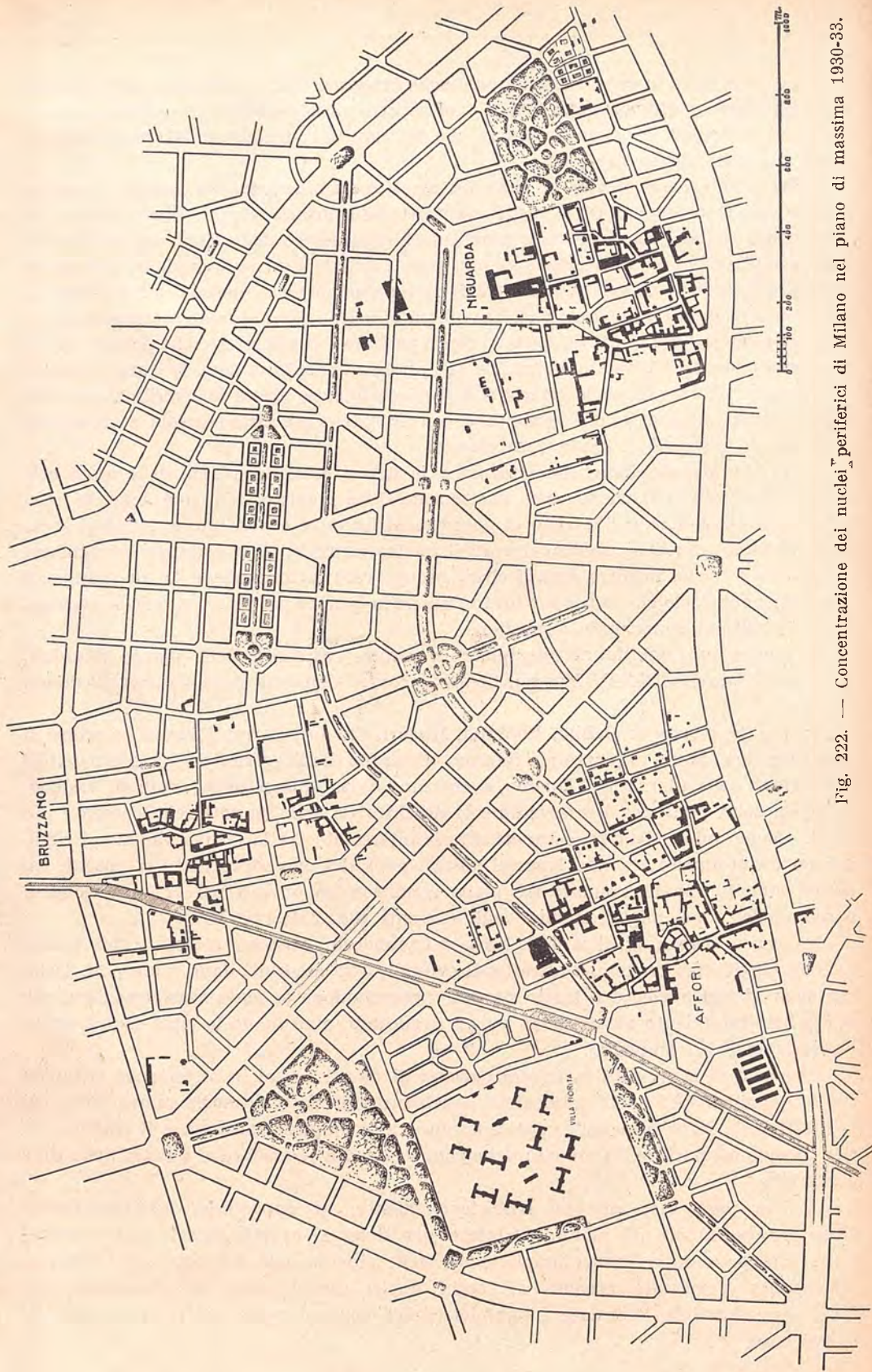


Fig. 222. — Concentrazione dei nuclei periferici di Milano nel piano di massima 1930-33.

Ma poichè diversa è la situazione dei nuclei che si trovano a settentrione della città in confronto degli altri, si è adottato un duplice ordine di provvedimenti.

Poichè nella zona settentrionale della città i nuclei abitati oggi esistenti sono già sufficientemente avvicinati tra loro, si è ritenuto conveniente il situare i nuovi centri in modo che da essi venisse incoraggiato il concentramento di quelli tra loro che più agevolmente per la loro ubicazione possono aggrupparsi. Si sono perciò predisposti luoghi adatti per formarvi nuovi centri di edifici pubblici che servissero questi aggrup-

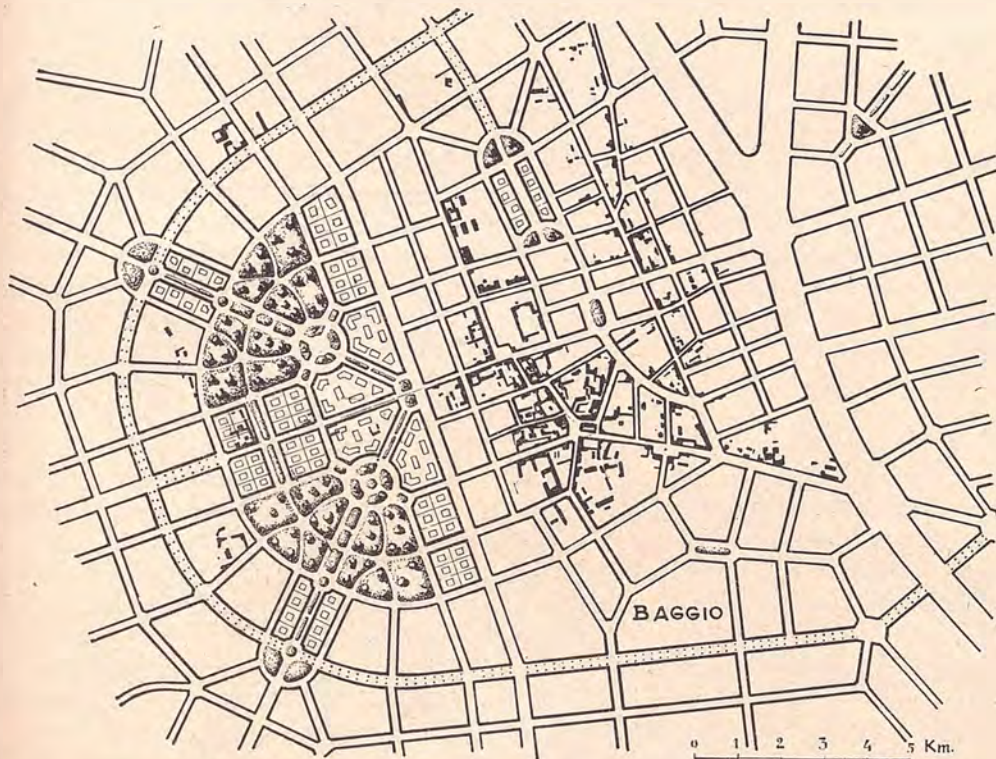


Fig. 223. — Gemellazione di un nucleo periferico di Milano nel piano di massima 1930-33.

pamenti, fondendo diversi nuclei in un unico organismo grazie alla creazione del nuovo centro (fig. 222).

Invece per gli altri centri secondari si sono formate nelle vicinanze dei vecchi nuclei sistemazioni a casette isolate o a fabbricazione rada, che eserciteranno una indubbia attrattiva a scapito delle vecchie abitazioni e trasformeranno, sia pure lentamente, i vecchi villaggi in moderni sobborghi (fig. 223).

Con questi provvedimenti si ha fiducia di avere creato nella zona esterna fulcri di attrazione che agiscono efficacemente sul decentramento della metropoli.

La formazione di questi centri, unitamente ai provvedimenti accennati più sopra miranti a rendere più facili e più rapide le comunicazioni tra il centro e la periferia, costituiscono il migliore rimedio alle difficoltà che il traffico incontra nelle zone centrali della città, in quanto tendono a diminuirne il volume e a rendere meno imperioso il bisogno di ricorrere a sventramenti ed a riforme edilizie che alterano inevitabilmente le caratteristiche della città.

* * *

Particolare interesse urbanistico ha il piano di massima studiato per la città di Roma da una speciale Commissione.



Fig. 224 — Piano regolatore di massima per la città di Roma (1930)

Le difficoltà che crea la contemporanea esigenza di non alterare il carattere storico ed archeologico della città e di soddisfare le necessità di una grande città moderna, sono state superate dalla Commissione tracciando un piano generale (fig. 224) che è stato illustrato in una interessante relazione della quale sembra opportuno riassumere qui sommariamente i punti fondamentali. Nell'intento di salvare fino all'impossibile il patrimonio artistico di Roma, si è esaminata la opportunità

e la possibilità di lasciare completamente inalterata tutta intera la vecchia Città; ma a questa assoluta intransigenza si è dovuto rinunciare. Nelle grandi città — così la relazione — che spesso si portano come esemplari in questo radicale rispetto, i nuclei vecchi — per lo più medioevali, con la loro Cattedrale e il loro Palazzo Comunale — sono piccoli, racchiusi; mentre la vita attuale, densa e tumultuosa, si svolge nei quartieri moderni, a larghi viali e vaste piazze, creati nel secolo scorso.

E la Commissione prosegue: « Tali sono le condizioni non soltanto di Parigi, Londra, e Berlino, ma anche di Monaco, Francoforte e di tante altre città più paragonabili, per ampiezza, a Roma.

Noi invece viviamo ancora, e in pieno, nella città del cinque e del seicento. Il Corso, che è oggi la via principale della città, aveva questa sua supremazia pure sotto il Papa Innocenzo X.

Noi possiamo considerare come nuclei intangibili i quartieri di Trastevere, i Borghi, la zona del Rinascimento, ma non la Città intera.

S'è ancora riflettuto che la parte moderna, costruita alle porte della vecchia, è cresciuta senza larghezza di vedute e senza sensibilità d'arte, e s'è concluso come il metodo migliore per arrivare ad una soddisfacente conclusione fosse quello di rispettare nel modo più assoluto le opere monumentali, gli ambienti architettonici e panoramici, e gli interi quartieri caratteristici, pur apportando nella compagine edilizia della Città quelle migliorie, anche, occorrendo, radicali, imposte dalle necessità del traffico, arrivato ormai al più alto grado di congestione.

E s'è veduto come spesso queste migliorie, vale a dire questi tagli e diradamenti delle fitte costruzioni vecchie, ci hanno offerto la possibilità di mettere in vista monumenti soffocati, dando alla cittadinanza godimenti insospettati e alla città nuova grandezza.

Abbiamo ancora considerato come oramai in una Metropoli moderna, e in Roma in ispecial modo, non sia più ragionevole la considerazione di un grande centro unico, ma che, all'opposto, il susseguirsi e il concatenarsi di tanti centri vecchi diversi e nuovi (da Piazza Venezia all'Esedra, da Piazza Colonna a Piazza Barberini, da Piazza del Popolo a Porta Pia) rispondano al più sano funzionamento della Città e insieme ne determinino una più variata bellezza ».

Nel tracciato stradale entro la vecchia città il piano segue un principio simile a quello adottato per Milano: vale a dire si creano arterie nuove destinate a sussidiare le arterie operate di traffico. Si lasciano così inalterati nella loro fisionomia attuale i quartieri compresi fra queste arterie.

Altre arterie vengono create per mettere in miglior luce la zona monumentale e per collegare Roma alla regione circostante. Tali la via dell'Impero, che è l'inizio della via ai Colli, e la via del Mare.

Il piano si integra con un progetto di metropolitana e con uno studio di distribuzione di parchi e giardini.

Infine sono previsti nuovi tagli e nuove piazze a scopo di decentramento.

* * *

In qualche caso è stato possibile creare nuovi centri accanto ai centri tradizionali. Ricordiamo il caso della piazza della Vittoria a Brescia (fig. 225), ricordiamo la formazione della Bergamo nuova (fig. 226), ben distinta dalla Bergamo vecchia, ottenuta mediante il concentramento di pubblici edifici in una determinata zona della città. Ricordiamo infine la riforma di Strasburgo che costituisce uno dei casi tipici per questo ordine di provvedimenti.

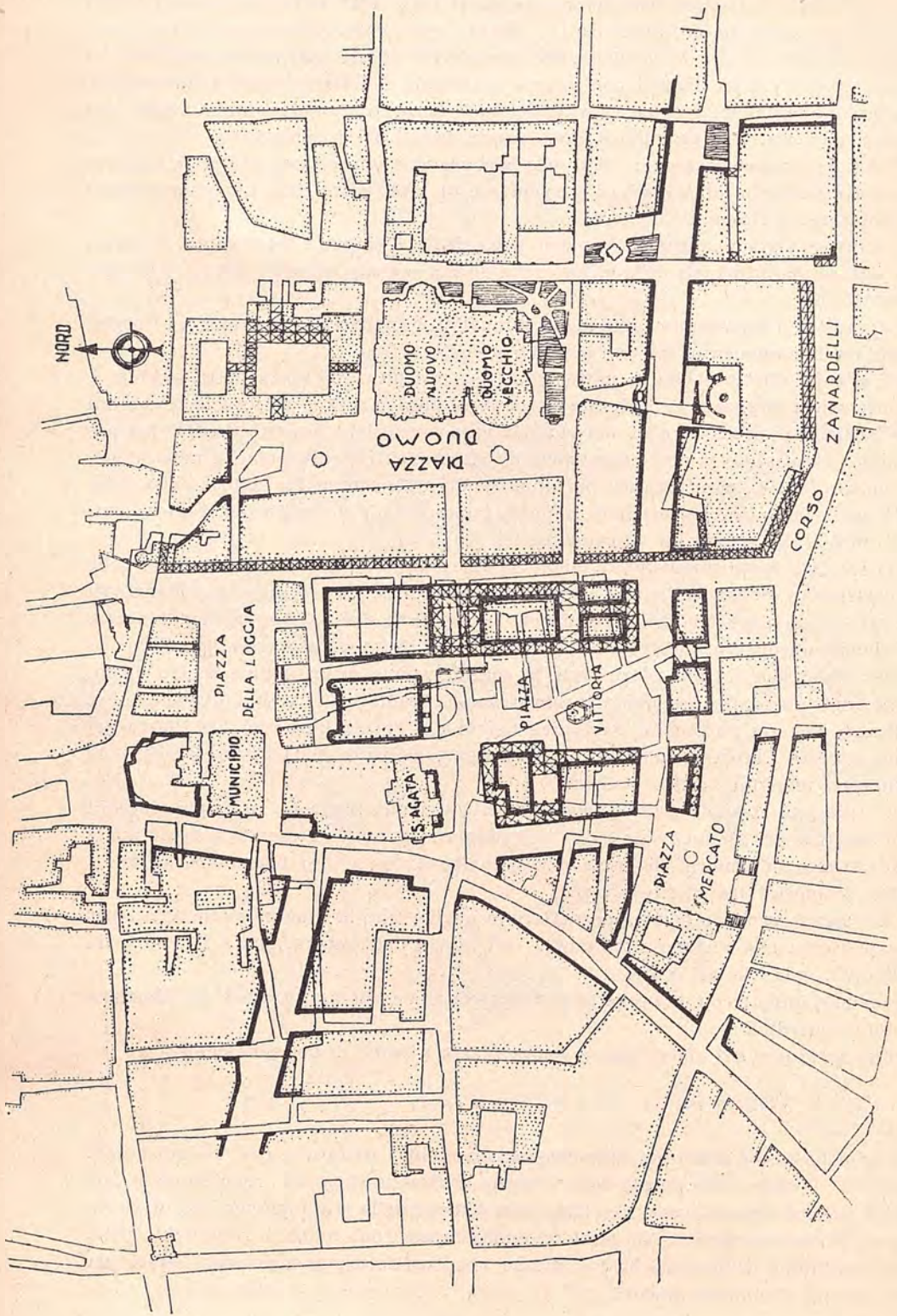


Fig. 225. — Centro di Brescia secondo il piano regolatore in corso di esecuzione.

Strasburgo ebbe un rapido sviluppo industriale dal 1870 in poi, sviluppo che andò di conserva coll'estendersi della città. Si costruirono nuovi quartieri, dei quali alcuni destinati a formare un nuovo centro cittadino accanto al vecchio nucleo urbano. Del vecchio nucleo si migliorarono le condizioni di viabilità allargando le vie dove occorreva, ma rifuggendo sempre dal rettificare e dal regolarizzare ad ogni costo (fig. 227). Così le vecchie vie conservarono il loro andamento tortuoso, le piazze i loro corpi sporgenti e rientranti; il quadro urbano non fu alterato nelle sue caratteristiche. Anzi, dovunque fu possibile, con nuove vie laterali di sfogo, si cercò di alleggerire il traffico delle vie antiche e congestionate da eccessivo movimento.

Nella parte nuova della città troviamo invece i grandi viali rettilinei, fiancheggiati da giardini e da filari di alberi. Qui si è formato un piazzale imponente, la Kaiserplatz, ora piazza della Repubblica, attorno alla quale sono disposti i grandi palazzi del governo, dei ministeri, della biblioteca, non però quello delle poste, che pel suo carattere avrebbe diminuito la nobiltà dell'ambiente. Da questo piazzale si diramano strade imponenti delle quali una domina la massa maestosa della gotica Cattedrale, un'altra ha per sfondo il grandioso palazzo dell'Università. Si ha un assieme architettonico che soddisfa l'occhio da qualunque parte esso si volga, e che assume anche maggiore vaghezza per la profusione di giardini e di piante che contorna le costruzioni.

* * *

Può tuttavia accadere che non siano agevoli o sufficienti i provvedimenti decentratori che per loro natura hanno efficacia relativamente lenta. Può anche accadere che le necessità di riforme causate dal traffico coincidano colle necessità di risanamento di vecchi quartieri e di abitazioni vetuste. In tal caso il problema deve essere affrontato con maggiore larghezza di criteri, pur senza perciò trascurare le necessarie cautele e un'avveduta prudenza.

Risorge qui la questione dei limiti nei quali deve concentrarsi il rinnovamento. Le città si sono più volte rinnovate nel tempo: ogni momento della loro storia ha lasciato traccia non già nella conservazione integrale degli aspetti della città dei passati secoli, ma nei monumenti più espressivi delle tendenze di ogni epoca, nella disposizione delle piazze, nel colore prevalente degli edifici, nell'armonico disordine nella distribuzione delle case, nella vivacità della circolazione, nella vita, insomma, che pulsa nelle strade, che è l'espressione del carattere e delle tendenze della popolazione.

Restringere la considerazione dell'anima di una città alla materialità di edifici che possono essere vecchi, ma non sono antichi, sono pittoreschi, ma forse non belli, rappresenta una deviazione di un criterio fondamentale retto e sano, deviazione che ci può allontanare dalla visione della realtà.

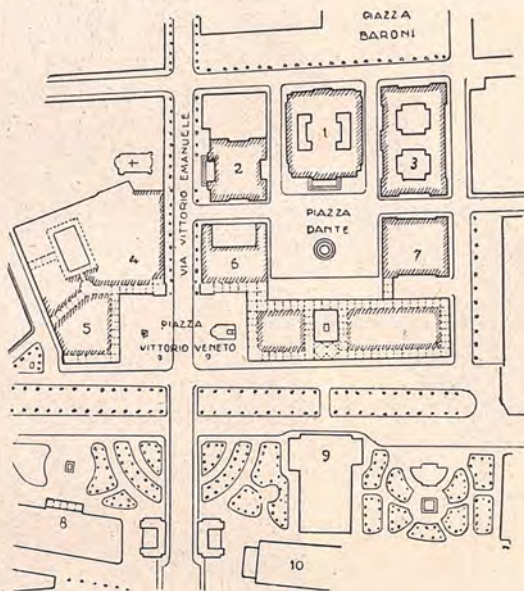


Fig. 226. — Bergamo. Nuovo centro cittadino.

- 1, Palazzo di giustizia. — 2, Banca d'Italia. — 3, RR. Poste e telegrafi. — 4, Banca Popolare. — 5, Banca Bergamasca. — 6, Credito Italiano. — 7, Camera di commercio. — 8, Preture. — 9, Teatro Donizetti. — 10, Banca Nazionale di Credito.



Fig. 227. — Pianta di Strasburgo.

Non è agli edifici sudici e pittoreschi che le città affidano la testimonianza della loro storia. Non sono le vie anguste, le catapecchie, i tuguri dove non arriva il sole, che devono passare ai posteri. Le generazioni che ci hanno preceduto hanno assistito al graduale sviluppo e alle successive trasformazioni delle città. Non si può mettere il fermo al necessario evolversi degli organismi cittadini.

Non si dimentichi che la città deve considerarsi come un organismo vivente, del quale l'urbanista deve religiosamente rispettare le tendenze, limitandosi a correggerne le esuberanze e indirizzarne lo sviluppo. Il rispetto dell'antico deve contenersi perciò in ragionevoli limiti, affinché non sia ostacolato l'evolversi della città, che deve rispondere nel pensiero dell'urbanista ai bisogni di oggi e di domani, così come ben soddisface alle esigenze di ieri.

Non senza nostalgica amarezza si deve progettare la scomparsa delle viuzze delle vecchie città, di quelle viuzze intercalate da piazzuole, da spezzature, da visuali su monumenti, che ti appaiono d'improvviso nella migliore e più armonica cornice che essi possano avere: la scomparsa dei quartieri che sono certo tra i più pittoreschi, residuo delle vecchie città, nido di memorie, centro di tradizioni e di consuetudini che la storia e l'aneddoto registrano.

Ma questa è la vita delle città. Mutano i bisogni, mutano le esigenze e a questi bisogni e a queste esigenze, sia pur lentamente, le città vengono fatalmente adattandosi, anche se ciò debba costar qualche rimpianto.

Non si dimentichi poi che in generale non si tratta di creare città, ma solo di regolarne, coordinarne, indirizzarne il razionale sviluppo. La città esiste con una quantità di consuetudini, di vincoli, di precedenti storici che sarebbe grave errore trascurare. Chi stende il piano deve aggirare gli ostacoli, farseli alleati per quanto possibile e far quasi scaturire da essi la necessità delle soluzioni adottate.

La formazione di quadri urbani caratteristici, la valorizzazione dei monumenti e delle memorie crea già un carattere distintivo delle città e dà loro il suggello che da tutte le distingue: perciò converrà mettere in valore i pochi monumenti che ci ha tramandato il passato, e dar loro la funzione di elementi caratteristici della fisionomia delle città, mentre la formazione di nuclei architettonici concepiti con unità armonica di masse e di decorazioni agevolata da speciali norme regolamentari, l'aggruppamento razionale di pubblici edifici in particolari località e secondo un preordinato piano architettonico, gioverà a formare nella città di domani quei punti di riferimento estetico che ne costituiranno nuove peculiari caratteristiche. D'altra parte è difficile dire con parole da che cosa nasca, in che cosa precisamente consista la fisionomia di una città.

Sono i monumenti insigni del pari che l'aggruppamento delle case più modeste: sono i sistemi costruttivi e i materiali da costruzione locali, così come le tinte prevalenti sugli edifici e i particolari architettonici e di finimento che fanno distinguere nettamente una città dell'Emilia, da una del Veneto: una città del Piemonte, da una della Toscana. È tutta la suppellettile stradale che ha diversa forma a seconda delle tendenze e dei bisogni locali. Lo stesso modo della pubblicità varia da luogo a luogo e di primo acchito si può con sicurezza classificare una veduta di una città spagnuola, da un'altra d'una città tedesca: il quadro urbano parigino, da quello olandese... d'altri tempi e ciò anche se si tratta di luoghi non universalmente noti. Ogni città ha caratteristiche proprie le quali derivano meno dai singoli edifici che non dal loro assieme, e da certi nonnulla che nel loro complesso conferiscono alle città il loro particolare aspetto, quello che con frase felice si è chiamato *il volto della città*.

Che cosa minaccia di cancellare questo particolare aspetto e tende a render simili tra loro i luoghi prima tanto diversi? Le comunicazioni relativamente facili, rapide ed

economiche tra luoghi un tempo lontanissimi, hanno la maggiore responsabilità in questo attacco energetico che si è portato e si porta alle caratteristiche locali.

Il travertino costituiva la tradizione secolare pressochè esclusiva dell'edilizia romana. La pietra d'Istria, aveva conferito un particolare colore alle città del Veneto. Il botticino aveva dato i suoi toni al Bresciano. Il macigno aveva ornato le case toscane. Oggi, travertino, pietra d'Istria, botticino, macigno si possono avere con facilità là dove il capriccio dell'architetto le richiede. Edifici in travertino, in pietra d'Istria si vedono a Milano, come a Roma, come a Venezia: il rezzato e il botticino hanno trovato ospitalità nei monumenti romani. Un carattere essenziale di differenziazione paesistica è venuto a mancare.

È rimasta la tendenza a tingere le fronti delle case con particolari colori. Il rosso prevale a Bologna, le tinte scialbe a Milano: il bianco nel mezzogiorno. Ma per poco che si vada innanzi anche queste ultime differenze scompariranno, come tendono a scomparire le differenze della suppellettile stradale, vogliamo dire dei chioschi, delle fontanelle dell'acqua, delle colonne d'affissione, delle tavole di pubblicità, dei pali d'illuminazione che oggi si fabbricano a serie, su tipi fissi, con vantaggio certo dell'economia generale, ma con perdita sicura di uno degli elementi che più efficacemente concorrono a costituire l'aspetto della città.

Esiste poi, ed è inevitabile, un contrasto tra la vecchia città e la nuova che va formandosi a danno della vecchia, che talvolta assume gli aspetti di una lotta aperta.

Tra la vecchia e la nuova città s'interpongono infatti caratteristiche, tra loro antitetiche, che rendono difficile assai l'armonica coesistenza dei due elementi in contrasto.

V'è in primo luogo una profonda differenza formale tra gli edifici del passato e quelli d'oggi. Il progresso della tecnica costruttiva ha fatto sì che oggi il raggiungere altezze doppie di quelle usate dai nostri nonni sia cosa consueta. Ne deriva che tutte le dimensioni degli edifici e soprattutto i rapporti delle masse, sono radicalmente mutati. Il Duomo di Milano, che pure raggiunge colla sua mole altezze anche oggi eccezionali, sovrastava e dominava le case di due o tre piani che lo videro sorgere; è serrato oggi invece dagli edifici mengoniani alti trenta metri: e domani, rinnovati che siano tutti i quartieri del centro, dal Duomo non spirerà più l'antica poesia che lo metteva quasi a guardia delle piccole modeste case della vecchia Milano, baluardo spirituale eretto a conforto di chi doveva soggiacere alla violenza materiale.

I nuovi edifici hanno una forma, una dimensione tutt'affatto diversa dagli edifici antichi. Dove il vecchio e il nuovo vengono a contatto si crea una disarmonia che nulla può attenuare e provoca i lai di chi vorrebbe ribellarsi al fatale andare delle cose. Casoni e casette si trovano vicine, spesso a contatto. Gli uni e le altre ne soffrono.

La città, ripetiamo, vive e si evolve. Non è praticamente possibile confinare le nuove costruzioni alla periferia e salvare il nucleo centrale delle città conservandogli l'antica fisionomia, perchè non sono in gioco soltanto formidabili interessi della privata proprietà che non possono disconoscersi, ma altresì perchè non riuscirebbe attuabile, se non in pochi casi particolari, il provvedere alla espansione di una città, regolato secondo i criteri dell'odierno progresso, senza che il cuore della città stessa sia armonicamente predisposto a corrispondere allo sviluppo delle membra più lontane.

I casi già ricordati di Vienna, di Norimberga, di Strasburgo — casi e perciò quasi esclusivamente citati — non rispondono a quella che è la condizione ordinaria dei nuclei centrali urbani. In quelle città, provvedendo tempestivamente, è stato possibile situare i nuovi edifici pubblici, che generano e richiamano il traffico, fuori del nucleo antico, rinnovando gli edifici stessi e creando in certo modo nuovi centri di attrazione. In altre città gli edifici pubblici sono invece tutti agglomerati nel breve

spazio del centro: una linea anulare, sulla quale questi edifici non potrebbero trasferirsi, non avrebbe la funzione del Ring di Vienna, o della Strada anulare di Norimberga, dove gli edifici pubblici non sono al centro, ma distribuiti lungo il Ring e la strada anulare.

Si dovranno dunque conservare i vecchi monumenti e conservarli in modo degno: rinunciando invece a conservare anche le vecchie case che creavano il volto della vecchia città.

* * *

Ammessa la necessità di far procedere concorde l'ampliamento delle città con adeguate riforme del nucleo centrale, occorre tuttavia determinare un punto di convergenza delle tendenze conservatrici con quelle rinnovatrici.

Che si debbano conservare gli edifici monumentali, creando loro una cornice adeguata per massa e per carattere d'ambiente, determinando su di essi visuali pittoresche, mettendoli insomma in onore anche più di quel che non fossero in passato, si è già affermato.

Che si rinnovi il quadro urbano costituito dagli altri edifici anonimi può dolere a chi vive della poesia dell'antico: ma è fatale avvenga. I nostri avi rinnovarono continuamente le città: e si può dire che mai un secolo vide conservata intatta la fisionomia ambientale del secolo precedente. Come mutarono le costumanze, il modo di concepire la vita, come la città lentamente passò attraverso il medioevo, il rinascimento, le varie dominazioni straniere, così mutarono via via gli edifici, che non erano tutelati dalle loro qualità monumentali. Se in quel tempo non esistevano le sovrintendenze, i monumenti si tutelavano da sé per la coscienza che era nel popolo della loro importanza nel conferire bellezza alla città.

Sparvero e si rinnovarono gli edifici anonimi, ma si conservarono le particolari caratteristiche ambientali dei vari luoghi, derivanti dai metodi costruttivi peculiari d'ogni regione, dai materiali impiegati negli edifici, da certe loro particolari forme esteriori, dalla suppellettile stradale. Queste caratteristiche dobbiamo sforzarci di conservare seguendo l'esempio dei nostri avi che gelosamente le custodirono.

Allorquando voi percorrete una regione di questa nostra Italia tanto diversa e tanto bella nella innumere varietà dei suoi aspetti, voi scorgete si può dire in tutti i villaggi di una regione la stessa fisionomia esteriore.

Analogamente, se pure in diversa misura, avviene per le città dove si riscontrano negli edifici frequenti tracce dell'indirizzo architettonico e delle caratteristiche dei maggiori monumenti della regione. Per esempio, quanti campanili nel Veneto tentano di contraffare il solenne profilo del Campanile di S. Marco! Quanti edifici della Lombardia seguono la tradizionale architettura della terracotta! Che dire poi della caratteristica architettura romana!

I nostri maggiori ci segnarono la via: non abbiamo che a seguirla. Disponiamo oggi di mezzi diversi e moderni, possiamo adottare nelle nuove costruzioni i materiali più svariati che il mercato ci offre. Ma appunto questa maggiore varietà di mezzi d'opera e di materiale non deve distruggere quella mirabile diversità di carattere che distingue tra loro le nostre città. La molteplicità delle soluzioni che si offrono all'architetto d'oggi, in confronto di quel che non avvenisse in passato, deve imporgli una grande disciplina spirituale, deve imporgli un controllo anche più severo, perchè, se ha coscienza d'artista, collabori con fervida convinzione a questa che è opera essenzialmente nazionale, e non creda di avere tutto risolto levando clamori per la distruzione degli edifici del passato.

Ancora agli architetti spetta di saper risolvere, secondo norme di un'arte conscia del suo altissimo compito il difficile problema di avvicinare il nuovo al vecchio. Troppo spesso oggidì si taglia il nodo gordiano con un colpo di spada. Basta osservare come si incastrino a viva forza aperture di botteghe in vetusti palazzi senza alcun riguardo all'imponenza delle loro caratteristiche architettoniche; o come si sovrappongano tetti alle *mansarde* a qualunque edificio anche se il suo carattere non lo comporti. Un tempo le difficoltà architettoniche erano sprone ai migliori ingegni che ambivano superare gli ostacoli, cercando con indefesso fervore una soluzione soddisfacente. Oggi ci accontentiamo troppo presto: il tempo stringe e non si ama indugiarsi. Non bisogna però dimenticare la nostra fretta di arrivare alla mèta quando deploriamo la distruzione delle vecchie città e delle loro caratteristiche.

* * *

Che il nuovo si leghi bene a ciò che esiste deve ottenersi dall'opera concorde di chi costruisce e di chi progetta il piano regolatore per quanto concerne gli edifici.

Ma spetta invece solo ai pubblici poteri l'evitare la trasformazione delle antiche piazze e delle arterie principali della vecchia città.

Le piazze costituiscono una delle note ambientali più perspicue. Voi ricordate sempre le città per una loro piazza principale: Piazza S. Marco a Venezia, Piazza della Signoria a Firenze, Piazza S. Pietro a Roma, Piazza del Duomo a Milano. Le ricordate ancora per le piazze secondarie su cui si trovano i monumenti. Non tocchiamo dunque le piazze se vogliamo conservare il carattere delle nostre città. Meno ancora distruggiamo la fisionomia delle arterie principali, che pure sono quelle che il forestiero conosce in prevalenza e che pure contribuiscono fortemente a creare il volto delle città. Quindi non allargamenti, non sventramenti. Lasciamo che lentamente esse si trasformino per opera del tempo. La trasformazione lenta non metterà in pericolo le loro caratteristiche, o almeno non sarà apprezzabile nella breve vita degli uomini.

Se le necessità del traffico lo richiedono, si formino vie sussidiarie alle vecchie arterie. Tali vie formeranno una nuova rete stradale, la quale, ultimata che sia, diverrà principale ed avrà per sussidiaria la rete delle vecchie arterie.

Che se altri quadri veramente pregevoli — *veramente*, notisi — esistessero in alcune parti della città, non si dovrà desistere dal formulare limitazioni d'altezza degli edifici, o speciali prescrizioni che valgano ad assicurare la conservazione di ciò che è decoro della città.

Anche tali provvedimenti devono essere adottati però con prudente cautela, nè devono ispirarsi a pedissequa idolatria del passato, la quale esclude aprioristicamente la capacità del nostro tempo di creare nuova bellezza.

Altri provvedimenti efficaci da parte di coloro che studiano i piani regolatori delle vecchie città, possono ispirarsi a talune direttive sulle quali non è difficile consentire alle opposte tendenze.

In primo luogo conviene tener lontano dai monumenti e dai luoghi, ai quali vuolsi conservato il carattere tradizionale, quello che è il loro maggiore nemico, il traffico moderno. Dove è possibile, dunque, si devierà il traffico celere dal nucleo centrale con strade opportunamente studiate: dove non è possibile, si ricorrerà a demolizioni che però dovranno essere previste in modo da non avvicinare le arterie del grande traffico alle zone monumentali. Non si dimentichi che un piano di avvedute demolizioni costituisce il miglior modo per assicurare a lungo la conservazione degli edifici rimanenti.

Si dovrà pure esaminare se sia possibile formare un nuovo quartiere di affari all'infuori del nucleo centrale. Se nel nucleo centrale si trovano edifici inadatti o insufficienti al bisogno, può convenire crearne di nuovi in località adatte. La vita degli affari li seguirà e con essi il traffico che essi provocano.

E si ricordi infine che il miglior modo di conservare i monumenti è quello di renderli atti a qualche uso consentaneo al loro carattere, così che essi non si appartino dalla vita d'oggi. Adattare l'antico all'evoluzione moderna è l'unico modo di proteggerlo efficacemente: e la migliore conservazione è quella che assicura l'uso più lungo. Non musei, nè scatole di giocattoli devon essere le nostre città ed i nostri monumenti, ma organismi viventi intesi al progresso della nazione.

* * *

La sistemazione degli edifici e dei gruppi monumentali costituisce argomento di tale importanza che non si può non farne, se non altro, un rapido cenno.

I monumenti e gli edifici monumentali in generale vivono per l'ambiente pel quale furono creati, e se può esser pregiudizio il sostenere che il Mausoleo di Agrippa sia stato pensato per l'attuale piazza del Pantheon, sarebbe errore il mutare o il trasformare l'ambiente pel quale fu creata la fontana di Trevi. Occorre dunque, per quanto è possibile, conservare intorno ai monumenti e agli edifici monumentali invariato l'ordinamento delle case che i secoli ci hanno trasmesso. Tale ordinamento non riflette soltanto la distribuzione planimetrica, ma altresì i rapporti di altezza e di massa degli edifici che al monumento fanno cornice.

Poichè però in molti casi non è possibile impedire la ricostruzione delle vecchie case che costituivano l'ambiente del monumento, e neppure si può ritenere conveniente l'imporre che le nuove case riproducano il disegno delle antiche senza venir meno a quei criteri di sincerità artistica che non devono mai dimenticarsi, così conviene che l'urbanista preveda limitazioni di altezze per gli edifici lasciando agli enti particolarmente competenti l'intervenire nel giudizio architettonico sui progetti delle nuove case.

Se l'urbanista è costretto a rinnovare l'ambiente in cui vive un monumento, egli dovrà preoccuparsi perchè il monumento costituisca pur sempre l'elemento fondamentale del quadro e perchè nessun altro degli elementi di esso abbia a diminuirne la maestà. In una piazza domineranno una chiesa, un palazzo, una torre: ma gli altri edifici dovranno osservare una particolare modestia di linee e di proporzioni affinchè la chiesa, il palazzo, la torre costituiscano l'elemento preponderante della piazza, l'elemento che prima attrae l'occhio del visitatore e al quale tutti gli altri si coordinano. Si comprende che quanto scriviamo non esclude la possibilità di simmetrie volute dall'architetto, per cui, come nella piazza S. Carlo di Torino, l'elemento decorativo fondamentale sia appunto costituito da due chiese.

Molte volte si crede che i monumenti vengano posti in miglior luce provvedendo ad isolarli dalle costruzioni che ad essi sono addossate. Il criterio può convenire in molti casi, ma non è detto che torni sempre egualmente opportuno.

Vi sono monumenti che per la loro natura avrebbero dovuto essere isolati, e come tali furono pensati: i secoli agglomerarono loro intorno casupole e catapecchie d'ogni specie. Per lo più in questi casi conviene liberarli dalle incrostazioni che li hanno deturpati e ritornarli al primitivo splendore. In qualche caso però, come per la cattedrale di Colonia, è avvenuto che si demolissero le costruzioni appicciate al monumento, ma poi il grande vuoto formatosi presso di esso persuadesse e pubblico e urbanisti a suggerire la ricostruzione presso la Cattedrale di edifici più decorosi di quelli distrutti,

e più rispettosi della Cattedrale, perchè sembrava che la loro massa fosse elemento necessario di equilibrio al contorno del maggiore monumento.

Spesso accade che intorno ai monumenti l'urbanista progetti vaste sistemazioni a verde. Anche qui occorre andar cauti affinchè il carattere dei giardini e delle piantagioni non crei discrepanze col carattere del monumento. Formare, ad esempio, un giardino all'inglese, o piantar conifere intorno ad una chiesa o ad un chiostro rosseggianti per le strutture laterizie care all'architettura lombarda, non è conveniente per quegli edifici che furono pensati pei filari di olmi e di pioppi delle bassure lombarde, e che con quel colore particolarmente si intonano.

Alcuni edifici in particolare non devono essere isolati: e precisamente le chiese degli antichi conventi, dove la chiesa forma un tutt'uno col chiostro adiacente, ed in generalè la piazza antistante alla chiesa ha una parete di riposo che completa il quadro assai meglio di un vuoto, mettendo in risalto le dimensioni della chiesa e conferendo ad essa giustezza di proporzioni con tutto l'ambiente. Isolare una chiesa che è il complemento di un chiostro espone tra l'altro al pericolo di dover inventare l'architettura del lato che era adiacente al chiostro, oltrechè di dover cercare simmetrie là dove l'organismo architettonico è per sua natura dissimmetrico. In questi casi occorre rispettare e chiostro e chiesa e casa adiacente alla chiesa, perchè il monumento non è la chiesa, ma il complesso di quegli elementi.

* * *

Uno dei provvedimenti che più spesso e più facilmente si suole adottare da chi progetta un piano regolatore all'intento di far contribuire il più possibile i monumenti al decoro delle città, consiste nel creare su di essi visuali mettendoli a sfondo di strade importanti, ovvero facendo collimare su di essi o su loro elementi particolari le strade di un quartiere.

Anche qui occorre però procedere con oculata prudenza e senza preconcetti, poichè mai in materia urbanistica possono stabilirsi canoni di carattere generale.

Sarebbe eccessivo che in un piano regolatore ogni cupola, ogni campanile, ogni torre formasse lo sfondo di una strada: ciò ingenererebbe monotonia: mentre d'altra parte non bisogna supporre che l'ideale dell'estetica urbana consista nel creare costantemente queste simmetrie: il pittoresco nasce più facilmente dalla dissimmetria che non dalla simmetria, pertanto non si deve mai abusare della coassialità, nè dell'esatto riscontro delle dimensioni. Neppure si deve dimenticare che se taluni monumenti per la grandiosità delle loro strutture sembrano pensati per costituire l'elemento principale di una piazza o per chiudere l'estremo di una importante arteria, altri devono mantenersi in ambienti ristretti, chiusi, appartati dal traffico, appunto perchè si vuol conservata quella che abbiám chiamata l'anima della città e sulla quale lungamente abbiamo dissertato.

Un'ultima questione riguardo agli edifici monumentali deve essere toccata, questione assai importante perchè in argomento si son venuti formando preconcetti e pregiudizi.

Si è sostenuto da parecchi urbanisti, specialmente del periodo romantico, e si è sostenuto come tesi di carattere generale, che i monumenti soffrano dall'esser contornati da vasti spazi liberi, mentre invece sia preferibile il conservare su di essi visuali ristrette. L'asserzione è tutt'altro che infondata in numerosi casi: è errato però il generalizzarla e tradurla in legge.

La convenienza o meno di creare larghi spazi attorno ad un monumento dipende soprattutto dalla natura del monumento. V'hanno monumenti che hanno proporzioni

e membrature grandiose e maestose: a questi non nuociono la vastità degli spazi e le visuali lontane: v'hanno monumenti che alla imponenza delle dimensioni uniscono la bellezza e la minuzia dei particolari, e per questi tanto giova lo spazio vasto, come la visuale ristretta: v'hanno infine monumenti di dimensioni modeste, e di lavoro sottile, e questi per lo più preferiscono gli ambienti angusti e le visuali brevi.

S. Pietro in Roma richiede una vasta piazza perchè si apprezzi l'imponente armonia dell'assieme architettonico: il Duomo di Milano, mirabile dalla stretta visuale che se ne ha dal corso Vittorio Emanuele, ha sorpreso per la sua bellezza, quando si è dovuto demolire un intero quartiere per costruire in suo luogo un palazzo, ed è apparso ancora mirabile dalla visuale lontana che permetteva di godere in una sintesi fortunata del sorprendente gioco di masse di quel meraviglioso monumento: la Cappella Colleoni in Bergamo richiede invece angustia di spazio e visuali ristrette e perderebbe il suo fascino qualora dovesse far parte di una vasta piazza.

Ciò s'intende sia detto in generale e senza la pretesa di trarne leggi assolute. Non mancano esempi che contrastano ai criteri sopraenunciati: ma non ci indugeremo ad elencarne. Soltanto, perchè il lettore comprenda la delicatezza dell'argomento e la difficoltà che nelle questioni urbanistiche s'incontra quando si tenti di formulare teorie, ricordiamo che la chiesetta della Spina di Pisa, gioiello d'architettura di minuscole proporzioni, è tuttavia mirabile ornamento della riva dell'Arno ancorchè su di essa si abbiano visuali e vicine e lontane.

*
* *

Chi tratta di materia urbanistica deve sempre affidarsi, più che alle teorie svolte nei trattati, alla propria esperienza e al proprio intuito. Occorre studiar molto le opere dei trattatisti, ma occorre anche veder molto, perchè le città esistenti sono i trattati migliori che l'urbanista può consultare: studi ed esperienze devono essere tuttavia guidati da quell'acuto senso critico che consiglia di non mai accettare senz'altro come ottime le soluzioni altrove adottate: l'urbanista deve rendersi conto sempre delle ragioni che hanno consigliato l'adozione di una determinata soluzione e non solo esaminare se la soluzione abbia raggiunto lo scopo che si prefiggeva, ma vagliare se le stesse ragioni sussistano nel caso che egli deve risolvere, o se invece non sia il caso di soluzione diversa e più acconcia.

I trattati mettono a disposizione dell'urbanista gli strumenti di lavoro. Tra questi strumenti l'urbanista avveduto sceglierà quelli che meglio tornino convenienti al caso. Acquisirà così quella libertà di concezione che gli permetterà di superare con buon successo le difficoltà più gravi.

Ciò soprattutto doveva ricordarsi in questo capitolo dedicato al rinnovamento delle città e degli antichi quartieri, che, ripetiamo, dell'urbanismo è l'argomento più complesso e delicato, nel quale è difficile non soltanto, ma forse anche pericoloso il dare consigli che, interpretati troppo rigidamente, potrebbero in molti casi portare anche a conclusioni erranee.

§ 3. AMPLIAMENTO DELLE CITTÀ. — *α*) Non deve essere lasciato al caso — deve avvenire soltanto in relazione alle riforme del nucleo interno — modi diversi di ampliamento — città giardino e città satelliti — città lineari — piani regionali.

Lo studio del piano di ampliamento di una città mira a risolvere soprattutto problemi igienici, artistici, circolatori, economici. Come già si è visto, il piano di ampliamento deve disciplinare le tendenze naturali dell'espansione della città in modo da dare ad esse norme che imprimano all'espansione stessa quel carattere unitario, che consenta la massima economia dell'impiego di mezzi di fronte al raggiungimento del massimo effetto utile.

È dunque naturale che chi si accinge a simile studio deva cercare in primo luogo di conoscere quale sia il modo secondo il quale si è venuta ampliando la città attraverso la sua storia.

Alcune città conservano ancora la traccia delle loro origini romane nella loro forma a scacchiera e tendono ad espandersi per gemellazione: altre sono sorte nel Medioevo e presentano arterie convergenti ad un centro, mentre la loro espansione è avvenuta per anelli concentrici; altre infine hanno subito l'influenza di fattori topografici a tal segno che l'espansione loro naturale ne è stata profondamente turbata e occorre indagare accuratamente quali ragioni abbiano in passato presieduto a determinare le tendenze di tale accrescimento. Accanto alle città quadrate, alle città concentriche, troviamo così città semicircolari, città stellari e via via. Non basta, ma occorre considerare le particolari condizioni del clima, del terreno, dell'ambiente, dalle quali l'accrescimento della città può essere sospinto verso determinate direzioni.

Quando non esistono altre cause particolari determinanti il modo di espansione della città, hanno decisiva influenza i traffici.

È tipico al riguardo il caso di Milano, della quale l'accrescimento è stato influenzato solo in misura limitata dalle condizioni topografiche. Sorta al centro di una vastissima pianura, nel punto di confluenza di importanti strade, la città di Milano non fu vincolata nel suo sviluppo da accidentalità del terreno, o dalla presenza di ampi corsi d'acqua. Anche la differenza delle condizioni idrografiche tra la zona a settentrione della città e quella a mezzogiorno ebbe scarsa influenza sul modo di espansione della città: si può anzi quasi affermare che tale influenza si sia venuta accentuando piuttosto al momento della trasformazione industriale della città che non nel passato, allorché l'industria non aveva ancora sopraffatto l'agricoltura nella regione circostante a Milano.

Invece la forma e lo sviluppo della città ebbero piuttosto dipendenza dalle diverse recinzioni le quali ne determinarono la forma prevalentemente stellare (fig. 228).

L'antico muro della città romana aveva determinato la forma primitiva della città, individuando le direttrici fondamentali delle strade di comunicazione colla regione circostante. Il Medioevo, cingendo la città di fosse e di mura, mutò radicalmente la situazione. I passaggi obbligati attraverso le difese costruite a presidio della città diedero impulso allo sviluppo di nuove arterie radiali dirette verso l'esterno, e lungo queste, appena cessarono le preoccupazioni della difesa della città, sorsero le prime case del suburbio.

La zona compresa tra queste radiali, mancando di ogni comunicazione colla città, restò adibita in prevalenza ad usi agricoli e si trovò in certo modo in ritardo di fase rispetto alle zone del territorio più prossime alle radiali.

piano di ampliamento, ma bensì oltre i limiti dello stesso, così come lo voleva il capriccio dei costruttori e, aggiungiamo, della privata speculazione.

Accadeva cioè che, mentre si accaparravano i terreni agricoli compresi nel piano di ampliamento e situati nelle immediate vicinanze della città e non vi si costruiva, sorgevano edifici numerosi appena al di là di tale zona: con che si mirava a dar figura



Fig. 229. — Milano. Successivi ampliamenti del piano regolatore.

di terreni da fabbrica, elevandone artificialmente il valore, a terreni che ancora, e per molti anni, avrebbero potuto restar destinati all'agricoltura.

Nè tale fenomeno limitava i suoi danni ad una estensione dei servizi pubblici sproporzionata alle utilità che essi potevano offrire alla popolazione: perchè a questo danno altro e ben più grave si aggiungeva nella disposizione disordinata degli edifici, disposizione che non teneva alcun conto degli interessi avvenire della città che il comune non poteva in alcun modo tutelare, mancando di qualsiasi arma legale per costringere i costruttori ad una disciplina meglio conforme all'interesse generale.

Pertanto, poichè nessuna legge impedisce a chi sia proprietario di un terreno di edificarvi una casa quando meglio gli talenti e i Comuni devono soggiacere disarmati

alle conseguenti spese per l'estensione di servizi pubblici, mentre l'indisciplina della fabbricazione è fonte di future difficoltà, spesso insuperabili, ai Comuni stessi, è necessario che il piano di ampliamento della città, unico mezzo col quale si può ottenere l'auspicata disciplina, abbia tale estensione che la tutela del pubblico interesse riesca reale ed effettiva.

Non è quindi il caso di istituire calcoli sull'incremento probabile della popolazione nel periodo della validità del piano, nè sulla popolazione che, secondo i criteri di una normale densità, potrà occupare la zona di territorio compresa nel piano di espansione. Quali saranno le zone dove prima sorgeranno le case? e quali zone invece resteranno adibite alla coltivazione agricola? Nessuno potrebbe arrischiare ipotesi. In tale incertezza è necessario indicare ai proprietari dei terreni della zona di espansione quali siano le necessità essenziali del Comune nel prevedibile futuro, affinché essi uniformino le loro iniziative alle ragioni del pubblico interesse. Solo per questa via il Comune può trovare una difesa contro disordinate spese per l'estensione disarmonica dei pubblici servizi, e soprattutto contro il pericolo di dover procedere in avvenire a costose demolizioni di edifici che non abbiano ancora esaurito il loro ciclo e tuttavia devano essere sacrificati a pubbliche necessità.

* * *

Si è a lungo discusso se convenga o meno ostacolare il progressivo estendersi delle città. Non occorre qui ricordare quali e quanti siano i danni che derivano dall'urbanesimo, ossia dalla tendenza delle popolazioni ad agglomerarsi in centri dove migliore sviluppo trovano le industrie ed i commerci e dove migliori sono le condizioni di lavoro. D'altra parte la concezione della grande città è caratteristica del nostro stadio di progresso politico ed economico: e non sembra possibile senz'altro contrastare e superare tale tendenza che ha radici profonde in necessità vitali del nostro momento. Occorre dunque che l'urbanista cerchi di conciliare le opposte tendenze promuovendo una sistemazione delle città tale che attenui i danni derivanti dall'urbanesimo e conservi i vantaggi che nascono dall'avvicinare abitazioni, luoghi di lavoro e mercati di vendita.

La vita economica della maggior parte delle grandi città si basa sull'industria.

Economia ed industria hanno tra loro rapporti di reciproca dipendenza. È l'economia che esige la riunione in un medesimo luogo di numerose industrie in territorio adatto perchè materie prime e prodotti finiti richiedano i minimi costi di trasporto e nel quale si disponga di distribuzione di energia. Ancora per questo deve curarsi che i quartieri di abitazione siano disposti in modo che il recarsi ai luoghi di lavoro sia facile e poco costoso: che la vita locale, l'attività locale e gli svaghi diano luogo a minimi percorsi, non sovraccarichino il nucleo centrale della città e creino nella popolazione un senso di autonomia.

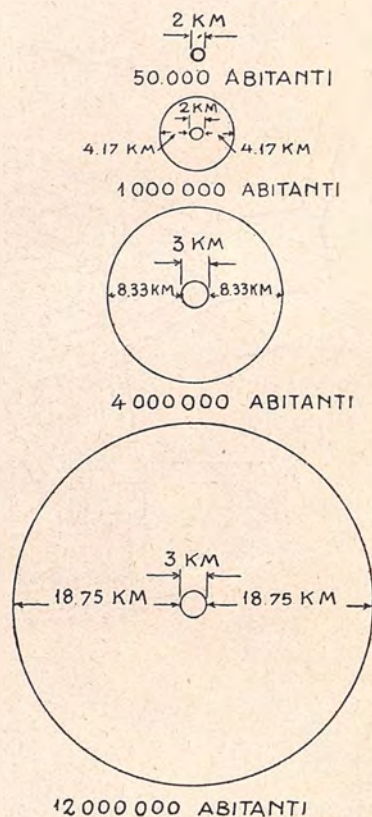


Fig. 230. — Rappresentazione schematica dell'estensione delle città in relazione ai mezzi di trasporto.

È lo studio del piano di ampliamento che può offrire il modo di risolvere razionalmente il grave problema. Tale studio deve avere caratteristiche diverse a seconda che si tratti di città grandi o di modesta estensione superficiale. Esso è infatti influenzato soprattutto dalle necessità derivanti dai servizi di trasporto in comune.

Il rapporto tra l'estensione che si dà al piano di ampliamento e la necessità di prevedere una rete di trasporti in comune, e quindi di formare la rete stradale così che

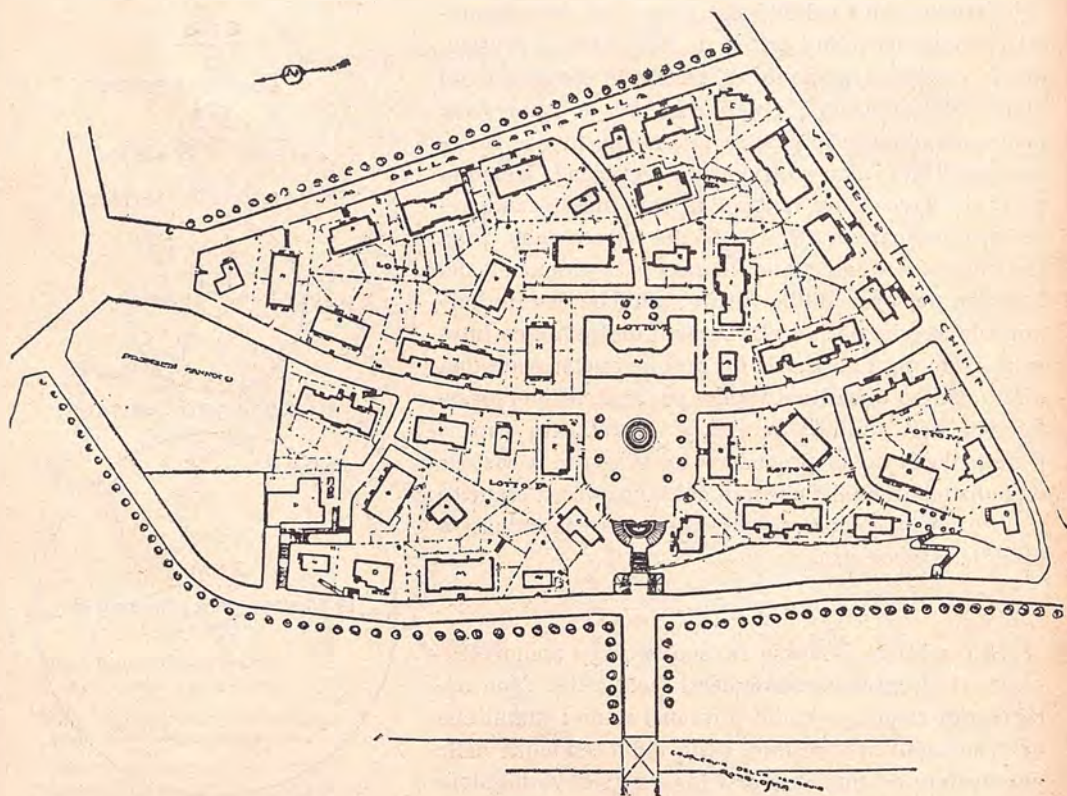


Fig. 231. — Pianta del quartiere giardino della Garbatella nel suburbio di Roma: a fabbricazione estensiva con nuclei semi-intensivi, a tracciati parte retti, parte curvilinei.

essa possa ben adattarsi ad accoglierla, deriva da considerazioni che occorre non trascurare nello studio del piano.

Il tempo consumato nello spostarsi dalle abitazioni al luogo di lavoro non dovrebbe superare in generale 30 minuti, poichè, tenuto conto di quattro corse al giorno, ciò rappresenta già una perdita di tempo di due ore. Poichè però la durata di un viaggio comprende, oltre la durata della corsa propriamente detta, anche il tempo necessario per salire e scendere dalla vettura, e le fermate, si deve calcolare che la durata della corsa sia circa due terzi della durata totale del viaggio e quindi la distanza che separa l'abitazione dal luogo di lavoro deva essere superata in un tempo variabile tra 20 e 30 minuti.

Se si suppone che la velocità media delle tramvie sia di km. 12,5 all'ora, ne deriva che in 20 minuti si percorrono km. 4,17, in 30 minuti km. 6,25.

Per le ferrovie urbane si può calcolare su una velocità di km. 25 all'ora: e quindi in 20 minuti si percorrono km. 8,33, in 30 minuti km. 12,5. Per le ferrovie suburbane, con velocità media di km. 37,5 all'ora, si giunge rispettivamente a km. 12,5 e a km. 18,75.

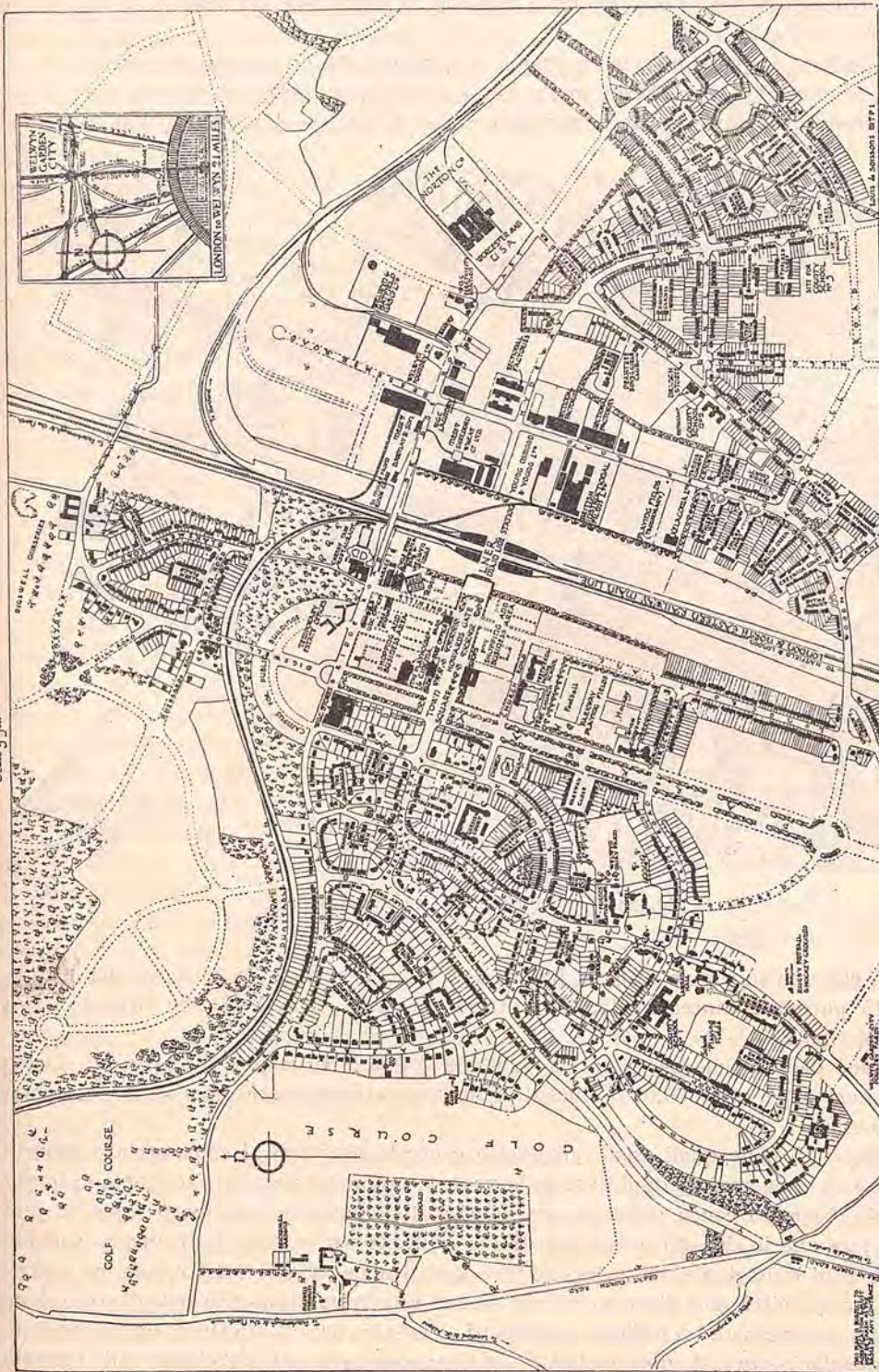


Fig. 232. — La città satellite di Welwyn.

Sulla base dei ragionamenti sopra indicati una città servita da ferrovie urbane può aggregarsi una zona anulare di km. 8,33 di larghezza e contenere sulla base di 150 abitanti per ettaro ben 4.000.000 abitanti.

Con ferrovie elettriche suburbane tale zona potrebbe avere una larghezza di km. 18,75 e in ragione di 100 abitanti per ettaro servire per 12.000.000 di abitanti.

Questi tuttavia sono, come ben si comprende, calcoli teorici i quali presuppongono una organizzazione civica, la quale essa pure è assolutamente teorica, come anche teoricamente dovrebbero essere distribuiti, sistemati e sfruttati i mezzi di trasporto. Poichè in realtà il loro rendimento è notevolmente minore, deve si a questi dati e a questi risultati applicare una proporzionata riduzione.

* *

D'altra parte, se nello studio del piano di ampliamento la soluzione dei problemi del traffico deve trovare una base nelle condizioni attuali ossia nella sua attuale distribuzione, nella sua natura, nel suo ordinamento, questo non può e non deve essere che il punto di partenza per la previsione di quel futuro al quale deve dar disciplina appunto il piano di ampliamento.

Occorre considerare come nello sviluppo odierno delle città intervengano cause perturbatrici di quell'accrescimento stellare che, come si è visto, si è verificato prevalentemente in passato là dove a tale sviluppo non si erano opposti ostacoli topografici.

Oggidi tende sempre più ad affermarsi la formazione dei sobborghi, là dove numerosi convergono i mezzi di comunicazione, e soprattutto le linee ferroviarie e tramviarie.

Molte delle industrie che si troverebbero certo a miglior agio nelle campagne, dove lo spazio non è conteso dagli alti valori delle aree, tendono ad installarsi nei pressi delle grandi città per poter fruire dei considerevoli mezzi di comunicazione, soprattutto ferroviari, che vi si accentrano.

Si formano così intorno alla città sottocentri industriali, che presto si trasformano in sobborghi. Poco alla volta sorge come un grappolo di piccole città che virtualmente è aggregato alla città maggiore, sinchè, spezzate le barriere che dalla città li separano,



Fig. 234. — Una città satellite a nord-ovest di Manchester.

i sobborghi periferici vengono assorbiti dalla città principale per l'attrazione che essa esercita sul territorio ad essa circostante e sui nuclei minori in esso disseminati.

Questo fenomeno naturale deve esso pure venire disciplinato, alla pari della disciplina che si è detto necessario venga imposta alle singole costruzioni e a questo deve anche provvedere il piano di ampliamento, estendendosi fin là dove esistono quei nuclei secondari, che presumibilmente sono prossimi ad esser assorbiti dal nucleo principale.

Teoricamente sarebbe desiderabile che i piani regolatori si estendessero a tutto il territorio dei rispettivi comuni, considerando tutti i terreni non fabbricati come soggetti



Fig. 235. — Pianta della città giardino di Monte Sacro nel suburbio di Roma: a fabbricazione estensiva con piccolo nucleo intensivo, a tracciati curvilinei adatti all'altimetria del terreno.

a vincolo agricolo, e concedendo di costruirvi case solo in via eccezionale, quando queste case formassero parte di quartieri o sobborghi organicamente costruiti. Ma si comprende come un provvedimento di questa natura urti contro tali difficoltà pratiche che ne rendono pressochè impossibile l'attuazione.

Perciò si tende a formare nel piano di ampliamento riserve di verde vincolando al divieto di costruzione talune zone del territorio. Ognuno può comprendere come tale provvedimento sia consentito là dove i terreni hanno conservato il loro valore esclusivamente agricolo, non in quelle città nelle quali la zona suburbana è già tutta accaparrata dalla speculazione edilizia e quindi simili limitazioni di fabbricazione incidono troppo gravemente su interessi precostituiti.

*
* *

La miglior disciplina dell'ampliamento delle città, là dove ancora sia tempestivo l'intervenire per contrastarne un ampliamento eccessivo e sproporzionato rispetto alle



Fig. 236. — La città giardino di Milanino.

funzioni di cui è capace il nucleo urbano principale, è costituita dalla formazione di città e quartieri giardino e dalla formazione di città satelliti.

Non si deve confondere la città satellite colla città giardino: la città satellite è una piccola città munita di tutti i servizi così da rendere eccezionali i rapporti colla città principale, mentre la città giardino della città principale è continuamente tributaria. Una sottospecie della città giardino è costituita dalla città lineare, mentre i quartieri giardino altro non sono che sobborghi urbani (fig. 231).

La città satellite costituisce l'elemento primordiale di un piano regionale: essa reca un contributo notevole al decongestionamento delle grandi città in quanto tende a sopprimere inutili percorsi tra le abitazioni e i luoghi di lavoro (fig. 232, 233, 234). La città giardino invece è essenzialmente residenziale: perciò presuppone e si



Fig. 237. — La città giardino di La Courneuve.

integrata con mezzi di trasporto rapidi e frequenti che ne facilitino i rapporti colla grande città di cui essa è tributaria (fig. 235, 236, 237, 238).

Città satelliti e città giardino rappresentano dunque organismi attuabili soltanto attraverso complessi studi di combinazioni finanziarie, non sempre possibili all'iniziativa privata.

Invece i quartieri giardino possono costituirsi in prossimità alla città di cui sono parte, costituendone in certo modo sobborghi intesi modernamente. Nè bisogna senz'altro combattere questi quartieri giardino come soluzioni costose del problema delle abitazioni. Quando non si facciano inutili sprechi costruendo palazzine in luogo di case, e formando strade di larghezza ecces-

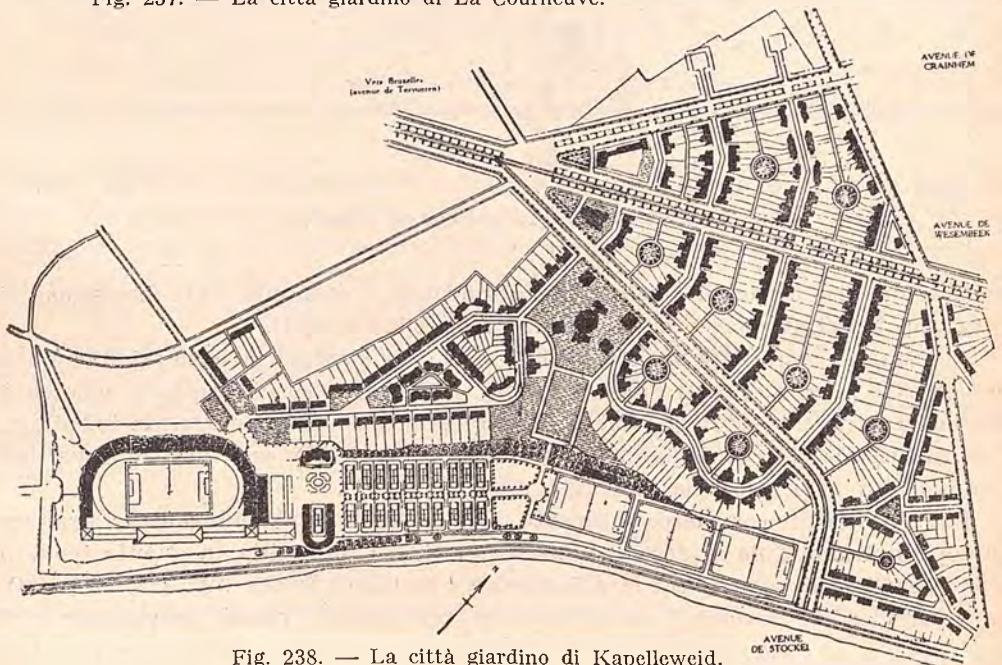


Fig. 238. — La città giardino di Kapelleweid.

siva e quando nel bilancio si porti il vantaggio igienico della popolazione che significa tra l'altro diminuzione delle spese di assistenza e minore perdita di giornate lavorative, le conclusioni possono essere notevolmente diverse.

La città lineare è basata sulla supposizione che torni conveniente il costruire lungo le arterie principali di traffico, per non dare eccessivo sviluppo ai pubblici servizi, e renderne più economico l'impianto e il funzionamento. Nella città lineare le costruzioni vengono disposte lungo le zone adiacenti ad una strada. Per evitare un eccessivo agglomerarsi delle costruzioni la zona è delimitata da un'altra zona vincolata a restar libera da costruzioni. Evidentemente il concetto della città lineare non può essere adottato che là dove particolari condizioni economiche ne consiglino l'applicazione: e infatti sinora, per quanto ci consta, non ha che un esempio, situato presso Madrid (fig. 239).

* * *

Un piano razionale di decentramento delle città deve avere però oggi estensione assai maggiore di quella che spesso è accidentalmente determinata dai confini amministrativi dei comuni. Occorre che tutti questi provvedimenti si integrino in piani di sistemazione regionale, come già è avvenuto specialmente nelle regioni industriali a più densa popolazione.

I piani regolatori regionali furono primamente studiati in Inghilterra allorché l'incremento della rapidità dei mezzi di trasporto rese angusti i limiti della giurisdizione amministrativa delle singole città. Oggi un terzo della superficie dell'Inghilterra e del Galles prende norma da questi piani (fig. 240), che d'altra parte sono stati adottati largamente anche da altre nazioni e soprattutto dalla Germania nelle regioni della Ruhr e di Merseburg.

Anche in Italia la delimitazione delle unità comunali si è trovata per così dire in ritardo rispetto al progresso compiuto dai moderni mezzi di vita. Non è chi non veda come i servizi pubblici tendano sempre più ad estendere la propria efficienza, come il progresso della tecnica tenda a render sempre meno influente il fattore distanza in confronto degli altri fattori della vita civile. Se un tempo poteva ammettersi che agglomerazioni abitate dovessero vivere di vita indipendente solo perché tra l'una e l'altra intercedeva lo spazio di qualche chilometro, ora l'efficienza del nucleo abitato sulla circostante campagna ha aumentato la sua portata: le distanze sono state annullate da più facili e più rapidi mezzi di trasporto e così è sorta la convenienza dell'aggruppamento in unità di comuni che un tempo erano separati solo da quelle distanze che oggi sono virtualmente scomparse.

In che consista un piano regionale cercheremo di chiarire illustrando il piano regionale del bacino della Ruhr (fig. 241), che sotto molti riguardi può presentare analogia



Fig. 239. — La città lineare presso Madrid.

con quanto potrebbe farsi in alcune nostre regioni industriali. Esso è scaturito dalla necessità di provvedere a condizioni soddisfacenti di servizi di fronte al rapido incremento di popolazione della regione. La popolazione del bacino nel corso di 50 anni si è sestuplicata e molti piccoli villaggi sono in questo periodo divenuti città di 100.000 abitanti. La legge del 5 maggio 1920 intervenne a creare una sorta di Federazione comunale, la *Ruhrkohlenbezirksiedlungsverband*, la quale vincola tutte le agglomerazioni grandi e piccole del bacino, con una popolazione di quattro milioni, sparsa su un territorio di km.² 3800. La Federazione collega 325 comuni, dei quali 9 sono di oltre 100.000 abitanti, 16 tra 20 e 100.000, gli altri sono più piccoli.



Fig. 240. — Piano regionale intorno a Doncaster.

La Federazione si preoccupa soprattutto di dare un razionale sviluppo ai pubblici servizi e di preparare tempestivamente le condizioni perchè essi possano in avvenire convenientemente estendersi, senza che si siano creati ostacoli da impedirne una regolare sistemazione.

È evidente che compito essenziale della Federazione è l'assicurare un conveniente sviluppo stradale, provvedendo alle varie specie di traffico coi diversi mezzi che

possono tornar meglio convenienti caso per caso. Il traffico ferroviario, quello ordinario stradale, quello automobilistico, quello per via acqua hanno esigenze che devono tra loro coordinarsi pel miglior sviluppo della regione. Anzi, se pure lo Stato coi suoi organi provvede a ciò che può esser interesse generale nazionale, la Federazione deve intervenire per coordinare con unità di concetti la rete stradale secondaria a quella principale, talchè da essa si possa ottenere la maggiore efficienza e il miglior rendimento.

Nella regione della Ruhr è stata studiata una sistemazione di strade, che, pur utilizzando il più possibile la esistente, prevede varianti tali che possano meglio corrispondere alle nuove condizioni del traffico, sia aggirando gli abitati, sia toccandoli tangenzialmente ed evitandone l'attraversamento, sia infine sistemando curve ed allargando tronchi inadatti ad un traffico rapido e frequente. Corrispondentemente si sono riservate a futuri bisogni, sia di strade, che di tramvie o ferrovie, zone di terreno, le quali, a modo di enormi nastri, collegano tra loro i varî centri e saranno le sedi di

nuovi mezzi di comunicazione allorquando se ne presenterà il bisogno. Si eviteranno così le procedure di espropri, sempre costose e disagiati e non gradite alle popolazioni.

Ma vi sono altre necessità a cui può soddisfare una Federazione di comuni e che invece i singoli comuni non potrebbero affrontare. Se non si vuole che i centri abitati continuamente accrescendosi si fondano in un mare di case, e si vuole invece che a tutti gli abitanti della regione sia garantito il beneficio di spazi a verde, parchi, giardini, campi di giuoco, è necessario che ampie aree vengano nell'interesse comune vincolate a divieto di fabbricazione; ed è naturale che il costo di tale provvedimento si divida su tutta la regione, così come di tutta la regione è il beneficio. Anche qui l'intervento tempestivo della Federazione provvede al benessere di domani nel modo più economico ed efficace, e garantisce già oggi a tutti gli abitanti della regione la necessaria riserva di verde, poichè la Federazione ha ottenuto dal Governo una legge che l'auto-

torizza a vietare le costruzioni su determinati terreni per destinarli a scopo di riposo e di ricreazione della popolazione.

Infine la Federazione persegue scopi economici e si preoccupa dell'organamento del territorio in modo che le industrie, le abitazioni, le zone agricole siano razionalmente distribuite. Non può allora accadere che un'industria nociva o insalubre possa attivarsi

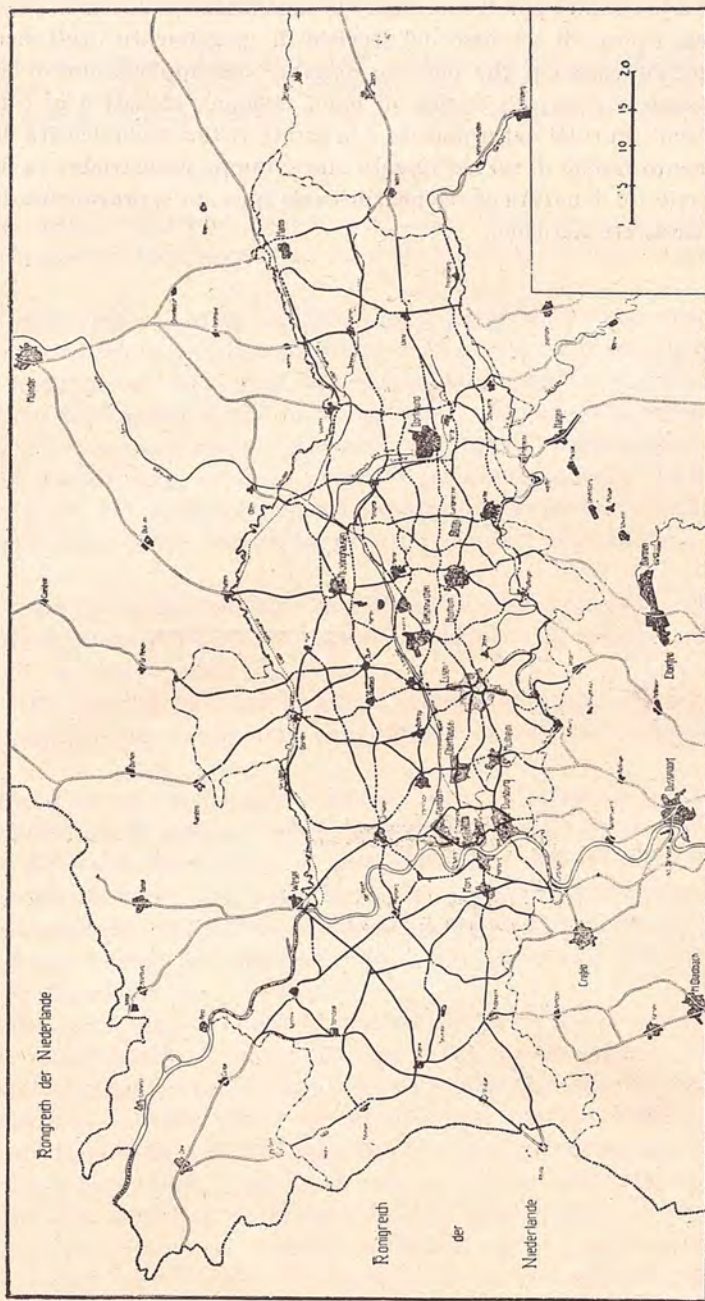


Fig. 241. — Distretto della Ruhr soggetto a piano regionale

con danno dei comuni vicini, o senza che si provveda a servirla con scarichi delle acque lorde ineccepibili dal punto di vista igienico.

La possibilità poi di coordinare le canalizzazioni di scarico, i servizi di alimentazione idrica, i posti di soccorso del servizio di spegnimento degli incendi e simili, non sono gli ultimi vantaggi che possono derivare dall'applicazione di un piano generale.

Come si disse, gli esempi di piani regionali attuati o in corso di attuazione sono parecchi. In tutti naturalmente è la caratteristica della densità di popolazione e dell'incremento rapido di servizi dovuto allo sviluppo industriale; va da sè che deve trattarsi di territorio di natura omogenea, dove sia spiccata la prevalenza del carattere industriale sul carattere agricolo.

- b) Criteri di distribuzione degli edifici e degli spazi liberi - strade - piazze - rapporti tra le piazze ed i monumenti - parchi e giardini - gerarchia delle strade - strade automobilistiche - strade di accesso alle città - criteri per la ubicazione dei quartieri di abitazione rispetto alle strade.

Dalla distribuzione delle zone fabbricabili e degli spazi liberi dipende essenzialmente non solo la fisionomia caratteristica delle città, ma altresì la condizione igienica ed estetica delle case.

Pertanto il punto di partenza per un soddisfacente governo di quanto riflette le costruzioni nei riguardi economici e sociali, è costituito dallo studio dei piani regolatori, della viabilità e della lottizzazione dei terreni. Strade destinate a traffico ben tracciate ed atte allo scopo che si prefiggono, strade di disimpegno delle abitazioni semplici e vantaggiose, tipi di case convenienti, come corrispondono ai bisogni della maggioranza della popolazione delle grandi città, debbono promuoversi anzitutto nello studio del piano regolatore perchè solo su questi fondamenti si potrà erigere l'edificio delle prescrizioni edilizie, che potranno allora basarsi su principi semplici ai quali sarà facile ottemperare.

Distinguiamo gli spazi liberi che vengono lasciati tra le case a seconda che essi siano di pubblica ragione, come le strade, le piazze, i giardini, o di ragione privata, quali i cortili, i cavedi, le intercapedini tra le case.

La distribuzione degli spazi di pubblica proprietà rispetto alle zone edificatorie è disciplinata in primo luogo dai piani regolatori: subordinatamente ad essi intervengono i regolamenti edilizi.

Il criterio di attenersi ad un determinato rapporto tra aree assegnate alle piazze e alle strade e aree edificatorie in generale non è più seguito. Si deve notare che nelle città del mezzogiorno d'Europa, al contrario di quanto avviene nelle città del settentrione, occorre spesso difendersi da quel sole che invece è prezioso nelle regioni del nord. D'altra parte più che della proporzione planimetrica tra aree libere ed aree occupate occorrerebbe oggi tener conto dell'addensamento e cioè del volume dei fabbricati insistenti sulle aree da fabbrica.

Sarebbe desiderabile che anche in Italia potessero formularsi piani regolatori i quali prevedessero la distribuzione di edifici per zone. Tale provvedimento difficilmente riesce oggi attuabile in pratica perchè esso non può andare disgiunto dall'acquisto di vaste zone del territorio comunale prima che esse dall'uso agricolo vengano dalla speculazione portate al valore di aree da fabbrica. Per un complesso di ragioni le città italiane non hanno potuto provvedere tempestivamente secondo tali direttive e perciò la regolamentazione per zone raramente è stata attuata nei piani regolatori nelle città italiane e per lo più non trova nelle norme edilizie che timidi accenni, i quali soprattutto tendono a distinguere le zone centrali dalle zone periferiche, ma non si basano sul concetto della funzione dei vari quartieri nella città.

Si deve pertanto limitarsi alla prescrizione di rapporti tra l'altezza degli edifici e le larghezze stradali e a qualche norma nella distribuzione planimetrica degli edifici.

Per quanto riguarda la distribuzione planimetrica, si accentua una tendenza a formare corpi di fabbrica isolati, ossia con tutte le fronti verso spazi liberi, anzichè edifici circostanti a cortili. Con ciò è favorita la ventilazione e l'illuminazione dei locali

di abitazione, mentre alle scale, anticamere, disimpegno si provvede con cortiletti interni, ed alla necessaria aereazione delle latrine e dei bagni anche mediante acconce canne di ventilazione. Ciò risulta tollerabile in Italia, meglio che altrove, grazie alla luminosità del cielo e alla limpidezza dell'aria che permette l'uso di cortiletti che altrove sarebbero a proscriversi.

Per quanto riguarda le altezze degli edifici verso la strada, si tende a staccarsi dal rapporto classico 1:1 adottato in specie nelle città del settentrione. Come si è ricordato, in Italia per quasi tutto l'anno occorre difendersi dai raggi del sole e soprattutto dalla sua luminosità dipendente dalla limpidezza dell'aria. Si ha un giuoco di riflessi di luce che obbliga spesso a proteggersi contro abbagliamenti eccessivi. Pertanto il rapporto viene abbassato spesso così che l'altezza degli edifici può raggiungere $\frac{5}{4}$ della larghezza stradale, e in qualche caso anche oltrepassarli.

Così avviene, per esempio, che Napoli raggiunga un massimo con un'altezza di m. 20 per le strade larghe fino a m. 10; di m. 25 per le strade larghe da 10 a 15 metri; di m. 28,80 per le strade larghe oltre m. 15. Bologna concede un rapporto tra altezza dell'edificio e larghezza della strada pari a 2,25 per le strade larghe fino a m. 4. Per i successivi 4 m. di maggiore larghezza il rapporto scende a 1,25; per altri 4 m. si abbassa a 1 e infine per la larghezza oltre i m. 12 il rapporto è 0,75; gli edifici però non devono superare l'altezza di m. 23.

Torino e Genova prescrivono un'altezza delle fronti non superiore a una volta e mezzo la larghezza stradale, con un massimo rispettivamente di m. 25 e di m. 26,50.

Interessante è il caso di Venezia nel quale si riflettono le peculiari condizioni locali. Per le vie fino a 3 m. di larghezza non si possono superare m. 9 di altezza, per le altre vie è concesso dare ai fabbricati altezza tripla della larghezza della via.

Milano prevede altezze variabili a seconda che si tratti del nucleo centrale della città (rapporto $H=1,25 L$) o della zona periferica (rapporto $H=1$).

Roma, che nell'ultimo suo regolamento ha suddiviso la città in zone, a seconda del tipo di fabbricazione, richiede nella zona centrale un rapporto $H=1,50 L$, nella zona periferica $H=1,20 L$.

Come si vede, poche città fanno distinzione per quanto riguarda le altezze di caseggiati tra la zona centrale e la zona periferica. Solo le città dove si è più fortemente manifestato il fenomeno dell'accentramento hanno ritenuto di concedere maggior altezza agli edifici delle zone centrali. Fanno eccezione Trieste e Fiume, per le quali è stata adottata la divisione della città per zone secondo i più moderni criteri urbanistici.

Sempre per ragioni di clima la questione dell'orientamento delle strade diminuisce d'importanza in Italia in confronto di quanto avviene nei paesi del settentrione. Anche fronti di edifici rivolte a settentrione possono dar luogo ad abitazioni salubri e gradite nei mesi estivi: ciò in linea generale per alloggi costituiti da parecchi locali, poichè per alloggi popolari ed economici, costituiti da uno o due locali, l'orientazione verso settentrione deve evitarsi o almeno temperarsi con altri correttivi che la rendano tollerabile.

* * *

Il secondo gruppo di spazi liberi riguarda pressochè esclusivamente la privata proprietà e può essere disciplinato grazie alla emanazione di regolamenti di edilizia e di igiene che integrino il progetto di piano regolatore.

È chiaro come traverso acconce disposizioni di legge riesca possibile il collegare intimamente lo studio dei piani regolatori coll'enunciazione delle norme edilizie destinate ad attuare quei piani secondo le costanti direttive segnate in argomento dagli

studi urbanistici, direttive che al lume della pratica hanno già recato risultati soddisfacenti.

Riesce allora possibile il coordinare la forma dei cortili alla forma degli isolati da fabbrica: armonizzare la larghezza delle strade coll'altezza degli edifici che vi prospettano, non solo nei riguardi igienici, ma in quelli economici: disciplinare nel modo migliore i rapporti dei vari edifici tra di loro, affinchè gli spazi liberi lasciati tra le case non rappresentino soltanto una minore possibilità edificatoria delle aree, ma quegli spazi liberi abbiano tutti ed in ogni loro parte una funzione di diretta utilità per gli spazi fabbricati.

Per quanto riguarda i cortili in generale, i regolamenti italiani si limitano a prescrivere un rapporto tra la superficie libera del cortile e la superficie delle pareti degli edifici che limitano il cortile. Tale rapporto scende a $\frac{1}{7}$, diminuendo in taluni casi a $\frac{1}{8}$ per Napoli, è $\frac{1}{5}$ per Roma, Milano, aumenta a $\frac{1}{4}$ per Torino e Venezia. Qualche città prescrive dimensioni minime di distanza tra le pareti dei cortili, talvolta (Venezia) si richiede che una delle pareti non raggiunga che $\frac{1}{3}$ della massima altezza del caseggiato e ciò coll'evidente scopo di assicurare un buon soleggiamento ai cortili. Vi sono poi per talune città limitazioni pei cortili allungati (Bologna), e limitazioni per la superficie fabbricabile e pei corpi semplici verso corte (Torino).

In generale però non si può dire che l'argomento sinora sia stato trattato in modo esauriente e che lo scopo di offrire ad ogni locale sufficiente soleggiamento sia stato raggiunto. Si è creduto di rimediare aumentando sempre più il rapporto tra la superficie e le pareti, ma l'aumento non ha tolto i difetti che sono insiti nel modo di calcolo. Si aggiunga che la stessa norma non risulta egualmente efficace per un cortile contornato da edifici di altezza limitata e per un cortile contornato da edifici assai elevati.

Si noti infine come il metodo di calcolazione delle superfici dei cortili quale è adottato dai regolamenti italiani conduca in parecchi casi a conclusioni assurde. Sarebbe qui troppo lungo elencarle.

Basti accennare al fatto che in un cortile costituito per tre lati da muri con finestre e per un lato da un muro cieco può essere vietato sopralzare il muro che sta di fronte al muro cieco, quando nessun danno derivi dal sopralzo ai locali esistenti, e i locali di nuova formazione si troverebbero in condizioni di illuminazione ed aereazione invidiabili.

Un cortile regolamentare di forma triangolare, che offra il minimo di superficie, presenterebbe le condizioni più sfavorevoli pei locali delle abitazioni che vi prospettassero. È vero che un cortile triangolare costituisce un caso limite, che difficilmente si presenta alla pratica. Ma la norma dà luogo a ben altre incongruenze.

Per esempio: in un cortile rettangolare circoscritto per due lati da edifici bassi e per due lati da edifici elevati si considera alla stessa stregua il sopralzo dei lati elevati, che grazie alla limitata altezza degli edifici prospicienti gli altri lati godono di ottime condizioni di aereazione e soleggiamento, e il sopralzo degli edifici degli altri due lati che sono soggetti all'ombra dei corpi di fabbrica più elevati.

Altro esempio: un cortile limitato su tre lati da alti edifici e su un lato da una costruzione a solo terreno, è considerato alla stessa stregua di un cortile chiuso da edifici elevati sui quattro lati, benchè le sue condizioni siano radicalmente diverse nei riguardi igienici.

L'esemplificazione potrebbe proseguire in numerose citazioni di casi pratici nei quali la regola sopraccennata si dimostra insufficiente a raggiungere gli scopi che essa si prefigge.

Si aggiunga come il continuo aumentare dell'altezza degli edifici renda la regola fin qui usata inadatta alla formazione di abitazioni igieniche. Già per edifici dell'altezza di circa 20 m. il rapporto consueto di $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{5}$ risulta insufficiente a dare una buona illuminazione ed aereazione ai piani inferiori delle case. Oltre tale limite il cortile si trasforma in un pozzo al fondo del quale la luce non perviene e l'aereazione è insufficiente. L'aumentare il rapporto tra la superficie del cortile e quella delle pareti che vi prospettano non porterebbe a pratici risultati, poichè indurrebbe precisamente a quel consumo di area fabbricabile che appunto si cerca di ridurre costruendo edifici elevati.

* * *

Perciò si va determinando in Italia un movimento inteso ad una regolamentazione più razionale, che si coordini colla formazione dei piani regolatori. Esiste infatti una interdipendenza tra la larghezza delle strade e l'ampiezza dei cortili che non può essere trascurata e che è legata strettamente al tipo delle costruzioni.

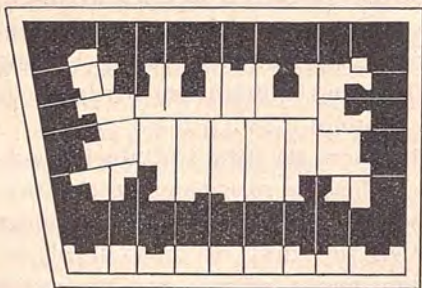


Fig. 242. — Case agglomerate con grande spazio interno a giardino, nei nuovi quartieri di Colonia.

Nella città romana le vie erano più anguste che non oggidi e le finestre dei locali di dimora si aprivano in prevalenza verso i cortili, donde anche molto spesso erano protette mediante antistanti porticati dall'eccessivo ardore dei raggi solari.

Le città medioevali ebbero pure strade anguste, e fu solo all'inizio del Rinascimento e nell'Evo moderno che si costruirono strade più larghe, non raggiungendosi mai però quella

proporzione tra altezza degli edifici e larghezza stradale che è richiesta dai moderni criteri edilizi, talchè anche monumenti insigni, di altezza rilevante, prospettano o prospettavano spazi assai angusti.

La tendenza moderna, che vuole edifici assai elevati, richiede che, tanto verso le strade, quanto verso i cortili, per le altezze degli edifici si tenga conto di altri elementi che derivano dalla distribuzione che si vuol dare agli edifici sull'area da fabbrica. Si devono cioè dettare norme le quali, quando non si tratti di casette isolate tra giardini, promuovano la costruzione di case sui margini degli isolati lasciando libero un vasto cortile centrale, il quale, pur essendo di superficie alquanto inferiore alla somma dei cortili che si formerebbero pei singoli caseggiati, raggiungerebbe meglio lo scopo di soleggiare tutte le finestre di un fabbricato (fig. 242).

Affinchè tale norma non urti contro pregiudizi di natura economica occorre che lo studio del piano regolatore si preoccupi delle dimensioni degli isolati, che non dovrebbero essere tali da consentire la costruzione di corpi di fabbrica non prospicienti le strade. Ogni isolato dovrebbe essere tale da venir fabbricato soltanto sul proprio perimetro, lasciando nel suo mezzo un cortile comune, costituito dalla somma dei cortili delle singole proprietà.

Nella zona destinata a cortile o almeno in una frazione di essa potrebbe consentirsi la costruzione di edifici formati dal solo piano terreno, ciò che pure gioverebbe ad un migliore rendimento economico degli edifici stessi.

Converrebbe infine tener conto in qualche modo della differente efficacia di un medesimo rapporto tra superficie del cortile e pareti degli edifici a seconda che un edificio

sia poco elevato o di altezza rilevante. La tendenza attuale ad aumentare vieppiù l'altezza dei caseggiati fa temere che i cortili finiscano a trasformarsi in pozzi d'aria. Nè sarebbe inutile che entrasse nella norma la considerazione dell'orientazione e dell'inclinazione dei raggi solari sull'orizzonte, specie nei mesi invernali.

Il Comune di Genova, per esempio, ha stabilito una norma per cui il cortile deve avere una superficie non minore del quadrato della terza parte dell'altezza media dai muri che lo recingono e non inferiore a m. 30. La regola dettata da speciali condizioni del luogo dà cortili che possono sembrare eccessivamente angusti, ma la ricordiamo qui in quanto in essa si è tenuto conto dell'influenza delle altezze che entrano nel computo col loro quadrato.

Altre volte la regola viene integrata con una serie di cautele che evitino la formazione di alloggi non igienici. Nel più recente regolamento edilizio di Berlino è proibito formare un appartamento che abbia tutti i locali rivolti a nord e ogni abitazione deve avere almeno un locale ben soleggiato. In altri regolamenti si vieta che tutti i lati di un cortile abbiano la medesima altezza e si prescrive che uno dei lati non superi $\frac{1}{4}$ dell'altezza massima; in altri regolamenti si stabiliscono distanze minime tra le finestre e le pareti antistanti.

Nei riguardi delle chiostrine o cavedi si deve constatare come i regolamenti italiani tendano ad aumentarne la superficie, adottando criteri sempre più larghi di tolleranza circa i locali che vi possono prospettare.

In generale le chiostrine dovrebbero evitarsi per gli inconvenienti a cui danno luogo e che qui è inutile ripetere. Meno ancora dovrebbe tollerarsi che prospettassero verso le chiostrine locali i quali richiedono permanenza pressochè continua di persone, come avviene per le cucine della classe media.

Ma poichè oggi si diffonde l'uso delle cucine minime, e d'altra parte il giusto criterio di evitare la formazione di servizi comuni anche alle case costituite da alloggi di uno o due locali impone gran numero di ritirate, acquai e localetti di servizio che conviene siano ben aereati, non si ritiene che la chiostrina sia a proscriversi in via assoluta.

Appare invece erronea la tendenza ad accrescerne le dimensioni planimetriche. La chiostrina deve essere ricondotta alla sua funzione naturale di canna di ventilazione, epperò deve avere dimensioni esigue ed essere aperta al basso e in alto affinché più efficace si attivi il tiraggio necessario a rinnovare l'aria viziata.

Cortili chiusi e chiostrine, si è detto, converrebbe tuttavia fossero evitati o ridotti al minimo. Si ricorda a tal proposito come in alcune regioni d'Italia sia consuetudine il costruire corpi di fabbrica isolati, separati tra loro da intercapedini, che costituiscono vere e proprie strade interne. Questa è senza dubbio per il nostro paese la soluzione preferibile sotto ogni riguardo. Piani regolatori e regolamenti edilizi dovrebbero in ogni modo promuoverla dovunque sia possibile.

* * *

Una delle questioni più dibattute nei riguardi della distribuzione degli edifici e degli spazi liberi riflette la densità delle abitazioni e soprattutto la convenienza di promuovere la costruzione di casette isolate in confronto alla grande casa a parecchi piani e ad alloggi multipli.

Sebbene oggidì la casetta isolata tenda a cedere il passo agli aggruppamenti di casette, mentre la grande casa ad alloggi multipli mira a trasformarsi in una casa di pochi piani, con pochi alloggi, e quindi vi è una tendenza dei due tipi a confondersi

in un tipo medio che goda dei vantaggi dei due modi di costruzione, l'urbanista non può nascondersi come l'uno e l'altro dei due tipi di abitazione possa convenientemente ed opportunamente essere adottato quando sussistano le condizioni di ambiente adatte a farlo preferire.

Deve quindi l'urbanista curare perchè là dove la casa piccola può tornare più opportuna vengano anche attuati quei provvedimenti che favoriscano la migliore formazione

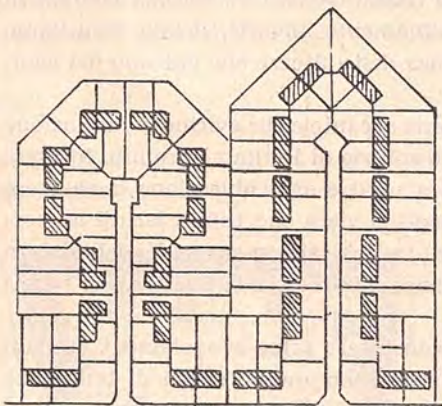


Fig. 243. — Distribuzione economica di casette con strade a fondo cieco.

gruppi isolati di case. Mediante opportune agevolzze introdotte nei regolamenti edilizi, agevolzze giustificate dalla indubbiamente migliore condizione igienica di una casa che goda il vantaggio di un giardino in confronto delle case a piani ed alloggi multipli, potrà rendere più economica la costruzione, mentre studierà una forma e una distribuzione di isolati che risulti economicamente conveniente alla fabbricazione. Le strade che servono a semplice accesso alle case avranno ampiezza limitata alla carreggiata per un veicolo e ad un ristretto marciapiede, mentre una conveniente distribuzione di piazzuole permetterà la circolazione e lo scambio dei veicoli, ed agevererà la soluzione del problema architettonico (fig. 243, 244).

Chi invece non ha il vantaggio di vivere tra la quiete di un quartiere giardino, deve essere compensato attraverso altri provvedimenti. L'urbanista deve anzitutto far sì che non manchi a queste case la possibilità di godere il refrigerio offerto da parchi e giardini. In una città ben organata, ci insegnano gli americani, dovrebbe essere possibile a tutti poter raggiungere un giardino con un percorso non superiore a dieci minuti ossia 1 km. di distanza; dovrebbe potersi raggiungere un campo di giuoco, con venti minuti di strada. Sarà allora possibile un correttivo all'agglomeramento inevitabile nelle case ad alloggi multipli.

Agglomeramento però che può trovare una limitazione mediante le norme che l'urbanista potrà dettare attraverso una efficace regolamentazione edilizia. Quando si limiti il numero degli appartamenti che possono avere accesso dallo stesso pianerottolo o

di tali casette. È evidente che la costruzione di casette non raggiunge gli scopi economici, igienici, sociali che si prefigge se ogni casetta non è garantita di poter essere l'elemento costitutivo di un intero quartiere di casette. L'urbanista deve dunque prevedere quali zone della città possano tornare più convenienti per tale tipo di fabbricazione, vincolarle a tale tipo e provvedere che i servizi pubblici siano studiati in modo da riuscire i meglio adatti allo speciale tipo di quartiere, e quindi i più economici in linea generale.

Vincolata che sia una determinata zona della città al tipo di fabbricazione a casette, potrà l'urbanista determinare dove sia ammissibile la costruzione di case a filari, dove invece si devono costruire case isolate, o



Fig. 244. — Formazione di piazzuole per l'incrocio dei veicoli.

dalla stessa scala, quando bene si proporzioni l'altezza degli edifici alla larghezza stradale, quando insomma si costituisca un complesso di regole tali da assicurare un buon soleggiamento a tutti i locali costituenti un fabbricato, allora anche il tipo di casa ad alloggi multipli potrà raggiungere buona parte dei pregi igienici per cui si lodano le piccole casette.

I più moderni regolamenti edilizi e di igiene all'estero limitano l'ingerenza loro su questo argomento al prescrivere che di un'area non si possa fabbricare più di una determinata frazione; allo stabilire la massima distanza che una parete di determinata altezza deve avere da una finestra; al determinare la massima profondità dell'area che si può occupare con costruzioni, partendo dalla linea stradale.

Norme edilizie informate a questi criteri possono ottenere anche dalla casa a parecchi piani quella conveniente distribuzione di aree libere ed aree fabbricate che meglio giova a raggiungere gli scopi igienici, economici, sociali, che si prefigge il piano che deve presiedere all'ampliamento di una città.

*
* * *

Lo studio della rete stradale deve darci vie comode, belle, poco costose.

Troppo spesso in passato la rete stradale di una città fu studiata con concetti eccessivamente indipendenti da criteri di circolazione e da criteri di fabbricazione. Troppe volte ci si è accontentati di veder un bel tracciato sulla carta, di constatare una buona proporzione tra la parte destinata a fabbricazione e quella destinata a pubblico uso e senz'altro si è passati oltre.

Così si sono create certe strade larghissime dove a mala pena passa una ventina di veicoli in una giornata e dove si sono costruite case che non raggiungono i 10 metri di altezza.

L'uso al quale la strada è destinata è il primo criterio che deve determinarne la larghezza. Altro è la grande arteria che deve collegare tra loro i centri d'affari più importanti della città, altro la modesta strada che deve solo provvedere a dar accesso alle singole abitazioni. Ora che si va diffondendo per forza di cose l'uso di costruire casette di modeste proporzioni in luogo dei grandi caseggiati di un tempo, è certo che il partire da un minimo di 12 m. di larghezza per una pubblica via rappresenta un eccesso, che conduce ad un inconsulto spreco di area.

Mentre le grandi arterie richiedono non solo ampiezze rilevanti, le quali consentano lo smistamento del traffico, e la destinazione di zone distinte, differentemente pavimentate, ai veicoli lenti e pesanti, ai veicoli rapidi e leggeri, alle tramvie, alle biciclette, ai pedoni, ma devono vincolare le zone adiacenti alla strada alle eventualità di futuri ampliamenti, le vie di accesso alle case possono e devono avere proporzioni ben più modeste (fig. 245). In tale caso il criterio del traffico non deve più essere prevalente, ma la larghezza delle strade deve principalmente uniformarsi alle necessità igieniche delle case che vi prospettano. Per dare accesso alle case di un quartiere di casette isolate tra giardini, le brevi strade di collegamento tra le arterie maggiori possono ridursi a 4 metri, perchè se in qualche raro caso incontrerà difficoltà la circolazione dei vari veicoli, ciò sarà compensato dal notevole risparmio di spesa nell'impianto e nella manutenzione della strada.

La strada quando non raggiunge un'importanza tale da rappresentare un interesse generale dei cittadini, come avviene per le strade destinate prevalentemente ai traffici, deve limitarsi al puro necessario per una buona igiene degli edifici che vi prospettano.

Per questo nello studio di un piano di ampliamento si dovrà preoccuparsi non già di lottizzare accuratamente l'intero territorio urbano in previsione di una fabbrica-

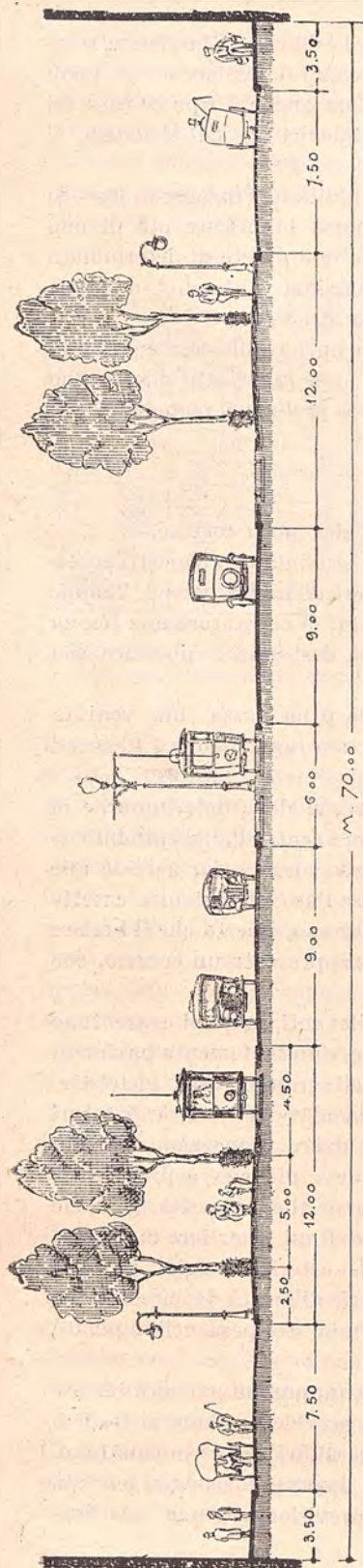


Fig. 245. — Esempio di una sede stradale divisa in zone distinte a seconda dei diversi tipi di traffico.

zione che non si sa esattamente quale possa essere, ma si dovrà limitarsi allo studio delle arterie di comunicazione tra i centri di traffico e delle vie destinate alla circolazione. Lateralmente il piano regolatore dovrebbe estendersi per trecento, cinquecento metri per lato delle grandi arterie, e per circa cento delle minori e all'interno di queste grandi maglie dovrebbe restar libero il progettare edifici e rete stradale, s'intende con quelle limitazioni che un regolamento edilizio accuratamente studiato dovrebbe imporre. I costruttori dovrebbero progettare e fare approvare dai Comuni, tutori degli interessi della collettività, i progetti di lottizzazione dell'area compresa tra le maglie della rete delle strade di circolazione.

Si raggiungerebbe così il vantaggio di uno studio economicamente più conveniente nei riguardi dei privati e dei Comuni, di una migliore relazione tra le case e le strade, e infine si lascerebbe ai costruttori maggiore libertà nel disporre della proprietà loro.

* * *

Non è necessario spendere molte parole per mettere in rilievo la grande importanza che piazze e monumenti assumono quando si vogliono adornare le nostre città, così che esse soddisfino a criteri di nobile estetica non meno che alle necessità del vivere civile.

La piazza è l'elemento ornamentale per eccellenza della città. Voi ricorderete una città per un suo corso, per una sua strada, ma la ricorderete meglio per le piazze, per le belle piazze che le danno lustro e decoro, per i monumenti che adornano le piazze e che dalle piazze ricevono degna cornice.

In realtà, anche quando la piazza non abbia caratteristiche monumentali, essa costituisce un elemento principale nell'architettura delle città, elemento di tale importanza che può bastare a fissarne in modo assolutamente inequivocabile il carattere e a determinarne il valore estetico.

Le nostre città al riguardo hanno una tradizione ininterrotta di bellezza; dai fori delle città romane, attraverso il Medioevo e il Rinascimento, alle belle piazze create nel seicento e nel settecento è tutto un trattato di estetica urbana che si apre dinanzi all'occhio nostro; e ben lo sanno i trattatisti stranieri, che, dissertando di piazze, citano a tutto spiano gli esempi lasciati dai nostri maggiori.

L'importanza che ha la piazza quale elemento ornamentale della città spiega da un lato la grande

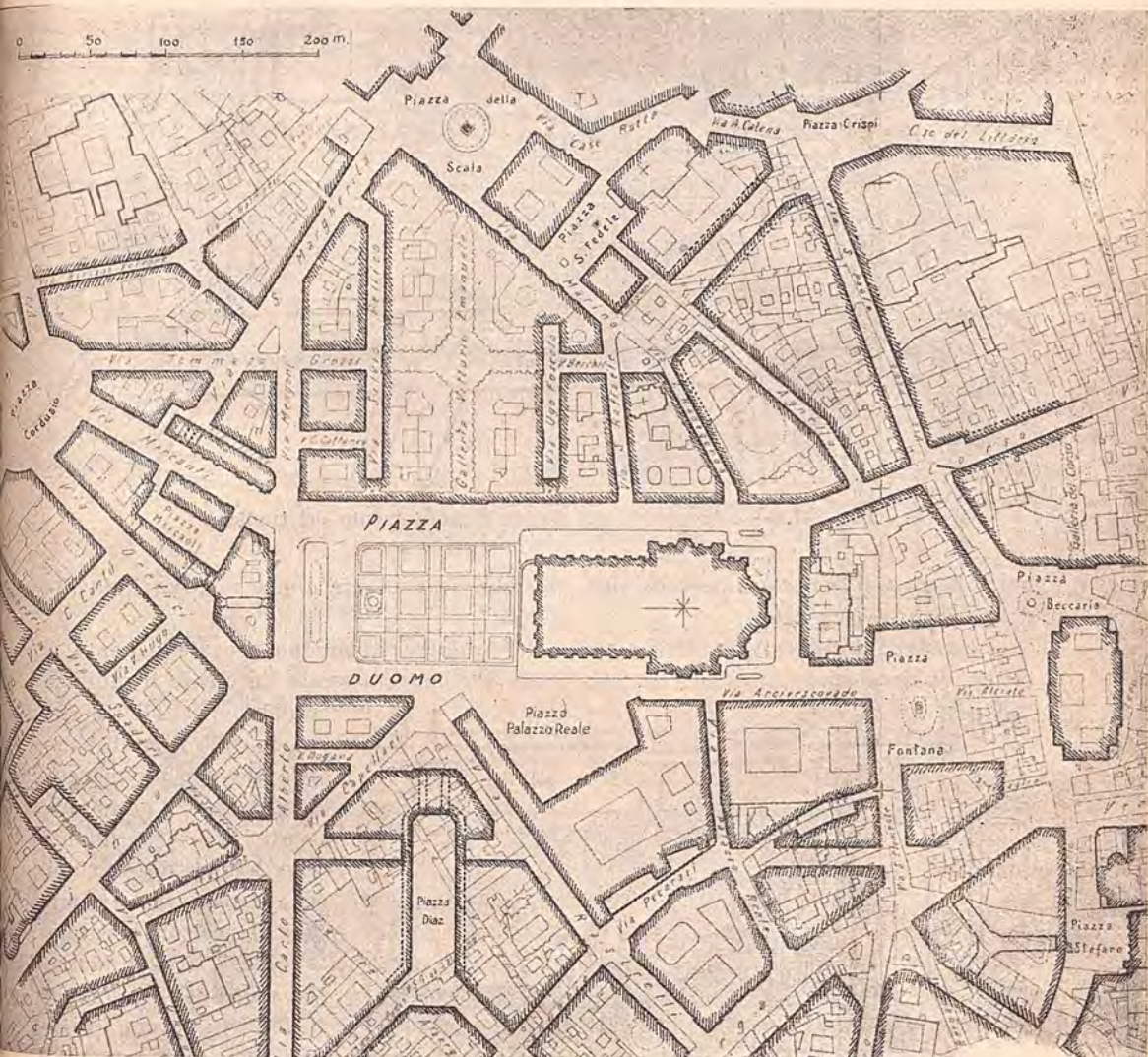


Fig. 246. — La piazza principale monumentale e le piazze sussidiarie di smistamento previste dal piano regolatore per Milano.

cura che ad essa si deve dedicare nello studio dei piani regolatori delle città, dall'altro le difficoltà che si incontrano per raggiungere soluzioni che soddisfino sotto ogni rispetto le esigenze di una città moderna.

I requisiti delle piazze devono infatti essere assai diversi a seconda della destinazione che risulta probabile alle piazze stesse in relazione alla loro ubicazione.

Le piazze, nei riguardi dell'uso, hanno principalmente due scopi. Creare punti di convergenza e di smistamento del traffico; creare luoghi di sosta per trattazione di affari, svago dei cittadini, per usi civici. Due destinazioni, come si vede, antitetiche, alle quali devono rispondere diversi requisiti delle piazze e quindi diverse caratteristiche nei riguardi estetici. Si può in determinate condizioni far luogo ad un tipo intermedio di piazza che riassume le caratteristiche dei due tipi fondamentali; ma in generale ciò non avviene che quando si abbiano piazze di grande estensione, dove sia

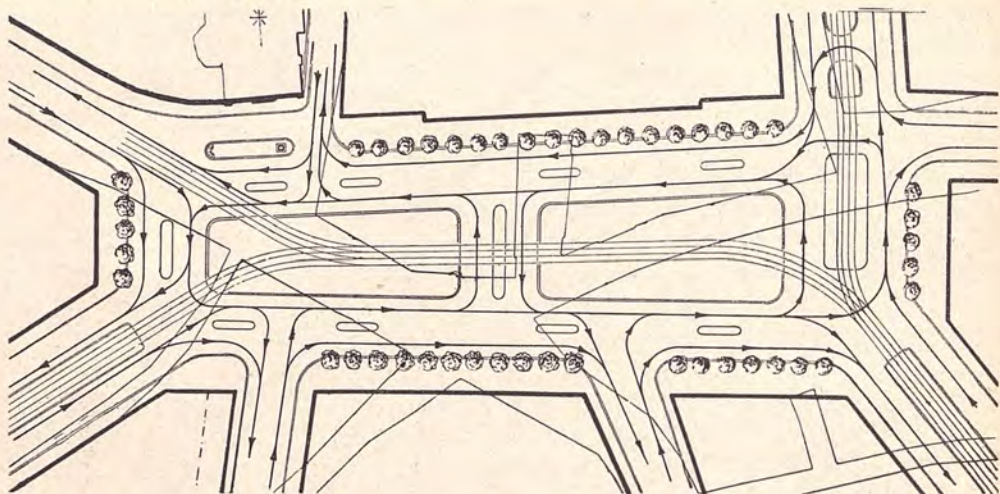


Fig. 247. — Esempio di una piazza di smistamento del traffico.

possibile una differenziazione delle varie funzioni delle piazze e una relativa indipendenza di esse (fig. 246).

Le piazze destinate allo smistamento del traffico rispondono prevalentemente a criteri di circolazione stradale. Devono essere tracciate in modo da creare il minimo numero possibile di incroci delle linee di traffico; devono permettere buone visuali ai conducenti i veicoli e quindi con buone disposizioni di marciapiedi evitare che i veicoli possano svoltare bruscamente da una linea di traffico nell'altra; devono essere sistemate con avvedute disposizioni di salvagente in modo che il traffico riesca incanalato ma non incagliato,

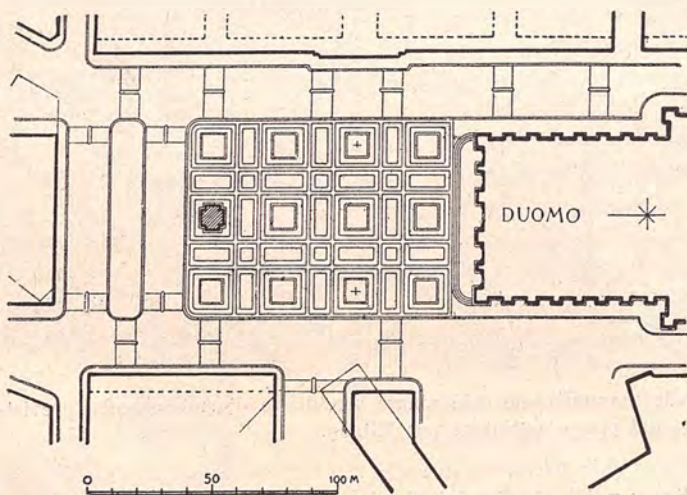


Fig. 248. — Sistemazione della piazza del Duomo a Milano. Una parte della piazza, la più piccola e più lontana dalla Cattedrale, è riservata al traffico; il rimanente ha destinazione di decoro al monumento.

traversata ai pedoni (fig. 247). Tali piazze possono contribuire all'estetica generale della città colla grandiosità e coll'armonia delle loro proporzioni, colla buona distribuzione dei loro elementi, tale cioè che la stessa circolazione stradale, sapientemente ordinata, venga a costituire uno degli elementi decorativi della piazza (fig. 248).

Nella città moderna non è infatti possibile prescindere dalla realtà, la quale vuole questi gangli pulsanti di movimento e di traffico a differenza della città antica che poteva compiacersi delle piazze come di tranquilli recessi destinati solo al piacere

rendendo pericolosa la
e che non sia possibile
ai conducenti assumere
traiettorie qualsiasi,
rendendo pericolosa la

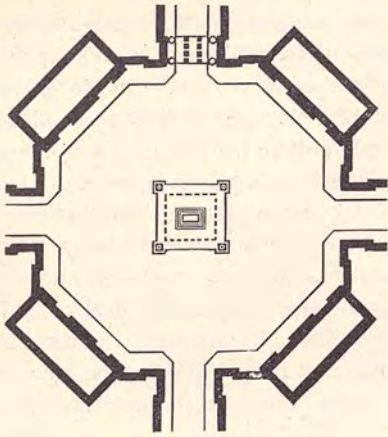


Fig. 249.
Kopenhagen. Piazza Amalienborg.

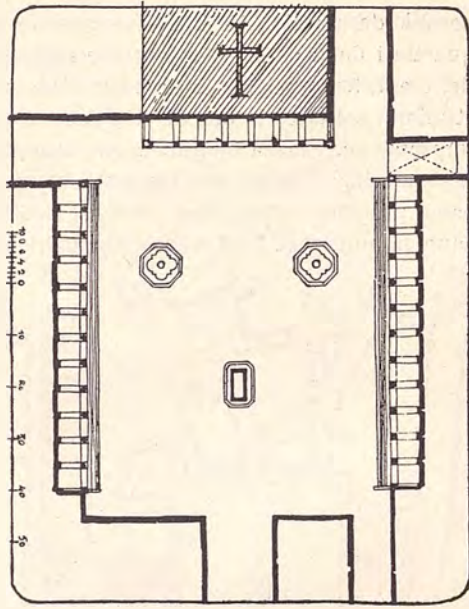


Fig. 250.
Firenze. Piazza dell'Annunziata.

estetico, al riposo o alla quieta trattazione degli affari. La città moderna vive nei suoi mezzi rapidi di comunicazione che creano concentrazioni di traffico ignote ai padri nostri, e sarebbe errore il voler astrarre da tale bisogno dell'odierna civiltà per uniformare tutte le piazze d'oggi a criteri

che rispondono a necessità di altri tempi (fig. 249, 250, 251, 252).

Non è del resto escluso che dalla bellezza del movimento vada disgiunta la bellezza che può derivare dall'imponente armonia di pubblici edifici che limitino queste piazze, o da monumenti o da simili ornamenti. È necessario però che i monumenti ricevano tale ubicazione, che essi si inquadrino nella piazza e nel traffico che in essa si svolge. E diciamo si inquadrino non nel senso che il traffico deva circolare stretto stretto al monumento, ma perché vorremmo che ogni monumento avesse in un'appendice eventuale della piazza di traffico il proprio ambiente, dove esso apparisse nelle migliori condizioni di visuale e di sfondo, e dove fosse possibile ammirarlo senza essere frastornati dal movimento dei veicoli.

Nella città moderna vi è un tipo di piazza caratteristico sotto questo riguardo e che merita tutta l'attenzione

degli studiosi di urbanismo. Vogliamo dire il piazzale che sta davanti alle stazioni ferroviarie (fig. 253). È questa senza alcun dubbio una piazza di smistamento,

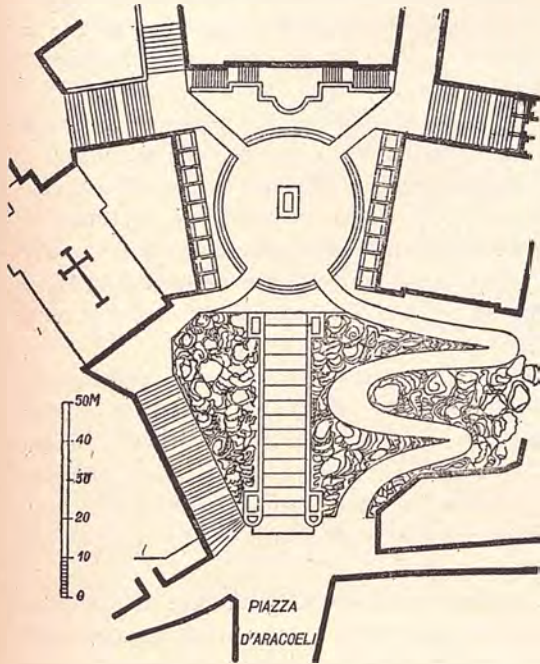


Fig. 251. — Roma. Piazza del Campidoglio.

perchè da questa 'devono divergere le arterie che conducono direttamente ai vari quartieri della città, senza creare ingorghi al movimento dell'arrivo o della partenza dei treni ferroviari. Ma al tempo stesso simile piazza deve, per quanto possibile, studiarsi col criterio che al viaggiatore, giungendo alla città, ne derivi la più piacevole impressione. Piazza monumentale dunque, nella quale deve prevedersi un conveniente assieme degli edifici, che presenti buoni e adatti effetti prospettici e nella quale deve esser possibile introdurre elementi decorativi adatti, come giardini, piantagioni, fontane, monumenti. Una piazza, diciamolo subito, deve esser pensata così come si progetta

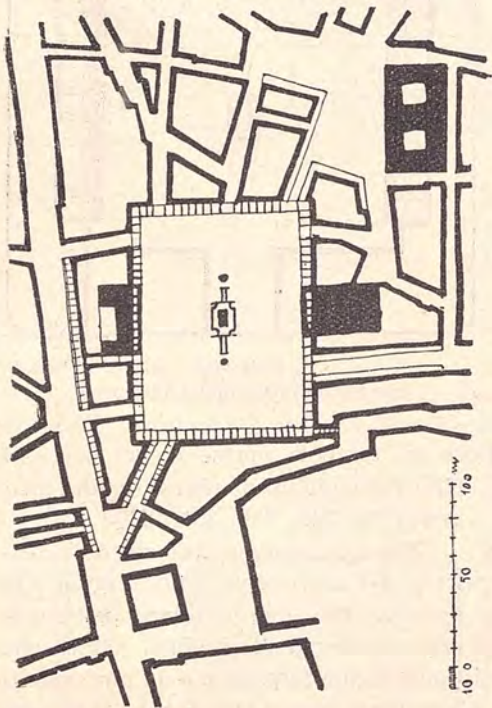


Fig. 252. — Madrid. Plaza Mayor.

una stanza. Chi penserebbe ad una camera dove non sia previsto il luogo in cui collocare il letto, il comodino, il cassetto e via via? E si dovrebbe studiare una piazza senza saper come la si vuole sistemata ed ornata?

* * *

La città moderna richiede una differenziazione dei suoi elementi a seconda delle funzioni a cui essi devono soddisfare. Qui consiste la vera economia. Quando sono in giuoco opere il costo delle quali si conta a milioni di lire, si ha l'obbligo di spender questi milioni nel modo più proficuo per il vantaggio dei cittadini, sia esso vantaggio materiale o puramente estetico, il che a lungo andare torna ad esser vantaggio materiale.

Accanto dunque alle piazze destinate a smistare il traffico, accanto alle piazze dense di movimento e affollate di pedoni e di veicoli, altre dovranno esser destinate al raccoglimento, al riposo, allo svago, o anche alla trattazione di affari e ai mercati (fig. 254).

Incominciamo da queste ultime che sono un residuo di vecchie abitudini destinate sempre più a scomparire nelle città moderne.

È evidente che se un tempo si poteva tenere il mercato nella piazza maggiore dell'agglomerazione, ciò non sarebbe più possibile oggi che alla piazza maggiore devono necessariamente affluire i più rapidi mezzi di trasporto. Se in addietro per la piazza maggiore non transitavano che pochi veicoli a cavalli, occorre oggi pensare alla frequenza con cui vi passano i veloci veicoli a motore, e anche semplicemente vi si arrestano. Quella piazza diventa necessariamente una piazza di circolazione e non può più essere una piazza da mercato.

D'altra parte la piazza da mercato non può essere troppo lontana dalle arterie principali di traffico perchè non vi si possa accedere con merci e con carichi ingombranti.

Da queste esigenze opposte deriva il criterio di tenere le piazze da mercato prossime alle arterie principali o anche adiacenti ad esse, ma ubicate in modo che le correnti di traffico non le attraversino. Nel caso estremo le arterie di traffico potranno lambire la piazza così come avviene per molte delle antiche piazze delle nostre vecchie città. È questa una soluzione tollerabile dove non risulti possibile una migliore. Non è la

soluzione ideale perchè l'adiacenza immediata di due elementi stradali con esigenze opposte può dar luogo a gravi inconvenienti.

In queste piazze in generale conviene una sistemazione alberata. Non è opportuna per lo più la collocazione di monumenti ad uomini illustri. Vi immaginate infatti un

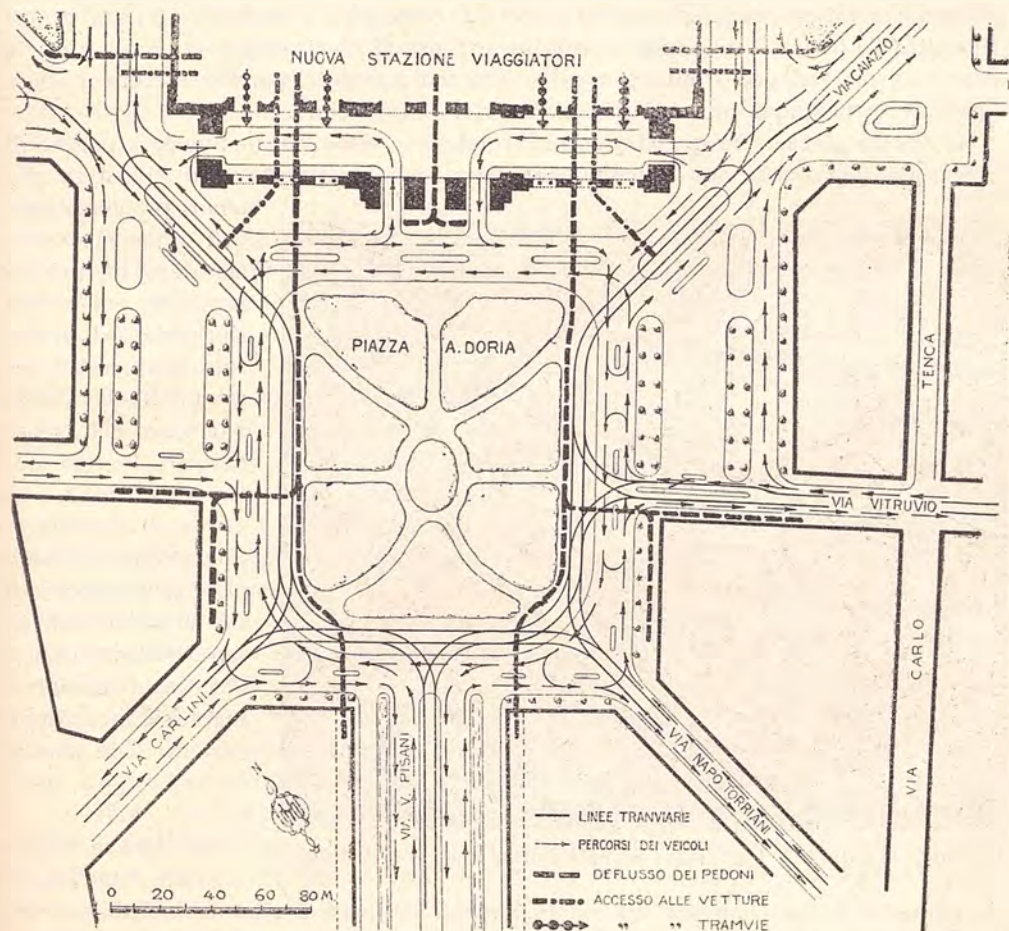


Fig. 253. — Sistemazione progettata per la piazza Duca d'Aosta a Milano (nell'attuazione sono state introdotte alcune varianti).

Gattamelata che guardi il mercato del pollame, o un Colleoni che custodisca i ferravecchi, o un Farnese che sorvegli le erbivendole o le pesciaiole?

Tutto è possibile, è vero: Ugo Bassi a Bologna se la intende colle mercatine. Ma le stonazioni devono essere evitate non soltanto in musica, e sono preferibili la Tugend Brunnen di Norimberga o Madonna Verona di Verona, che recano una nota pittoresca al mercato senza recare stonazioni.

*
*
*

Le piazze destinate al riposo e allo svago, i campi sportivi e simili impianti devono distribuirsi nell'intera zona urbana indipendentemente dal tracciato delle arterie di traffico solo colla preoccupazione che tali arterie rumorose e frequenti non devano disturbare questi recessi della città importantissimi non solo per ragioni d'igiene, perchè

sottratti alle polveri e ai detriti prodotti dal carreggio, ma necessari per lo svago dei bimbi e il riposo dei malati e dei vecchi.

Le piazze di riposo e di svago, che molte volte si trasformano opportunamente in giardinetti, devono essere distribuite nel territorio urbano in modo omogeneo. I piccoli giardini dovrebbero essere collocati in modo che, come già si è accennato, da ogni punto della città sia possibile raggiungerne uno in non più di dieci minuti di strada e senza dover attraversare strade di intenso traffico. I grandi giardini, i parchi dovrebbero essere raggiunti da chiunque in venti minuti, mezz'ora al massimo.

In queste piazze e in questi giardinetti potranno collocarsi monumenti, purchè di dimensioni non eccessive. Il monumento non deve in questo caso diventare ele-



Fig. 254. — La piazza degli Affari nel nuovo piano regolatore di Milano.

mento preponderante dell'ornamentazione, che deve basarsi soprattutto sull'effetto riposante del verde, sul contrasto dei gruppi di alberi, sulla vaghezza del colore dei fiori. Piccole statue ornamentali, non erme di personaggi illustri, che darebbero al luogo la tristezza di un cimitero, non figure di uomini grandi che dovrebbero informare a sè l'intera decorazione della piazza.

*
*
*

Le piazze monumentali, come già accennammo, costituiscono uno dei più importanti elementi estetici della città, uno dei maggiori determinanti le caratteristiche fisionomiche della città, quelle caratteristiche per cui una città ben si distingue da un'altra, per cui, per esempio, la piazza S. Marco si identifica con Venezia, piazza San Pietro simboleggia l'eterna grandezza di Roma, il piazzale Michelangelo ricorda la signorile vaghezza di Firenze.

È dunque a queste piazze che devono dedicarsi le maggiori cure. In primo luogo esse devono avere stretta correlazione cogli edifici che le limitano. Convorrà perciò che tali edifici siano destinati ad uso pubblico. È più facile allora ottenere dall'accordo dei pubblici poteri un'armonia di linee e di proporzioni che sarebbe difficilmente ottenibile da costruttori privati, i quali in generale desiderano piuttosto che il proprio edificio emerga sui contermini, anzichè si coordini e armonizzi cogli altri che con esso costituiscono il quadro. La piazza Dante a Bergamo, la piazza dell'Imperatore a Strasburgo sono, sotto questo riguardo, un bellissimo esempio di armonia monumentale, raggiunta con una acconcia distribuzione di edifici e di masse. La piazza giova così a valorizzare gli edifici pubblici, mentre gli edifici costituiscono alla piazza una grande cornice.

Occorre dunque che forma ed estensione della piazza si trovino in giusto rapporto colle dimensioni e col carattere architettonico degli edifici. Occorre che nelle piazze

si abbiano spazi sottratti alle correnti del traffico dai quali sia possibile osservare ed ammirare gli edifici.

Non basta: come le stanze di una abitazione riescono scomode quando le pareti sono interrotte da troppe porte e finestre e non permettono l'applicazione di quadri o la collocazione di statue, così in una piazza ben ideata si devono avere larghe pareti, davanti alle quali si possano situare i monumenti.

Anzi, già nello studio del piano regolatore deve essere previsto il luogo dei monumenti perchè poi non accada che tali monumenti vengano disposti non secondo criteri estetici, ma secondo opportunità momentanee, sotto pressioni di opinione pubblica. Poichè poi d'ordinario lo studio di un piano regolatore precede d'assai l'effettiva fabbricazione, e le ipotesi che il progettista ha formulato nello stendere il suo progetto non sempre diventano realtà per le mutate condizioni di ambiente, conviene che eventuali pressioni di opinione pubblica trovino il loro soddisfacimento al momento della costruzione della piazza in un rinnovato studio dell'insieme della piazza, studio che non può condursi colla necessaria libertà se l'area della piazza e i terreni circostanti non sono in possesso del Comune. Converrà dunque che nel progettare pubbliche piazze si curi che esse vengano situate su aree comunali.

* * *

Oltrechè dagli edifici circostanti alle piazze monumentali, queste ultime ricevono lustro dai monumenti che vi si collocano e dalle piantagioni che le ornano.

La questione dei monumenti è delicatissima. Non solo si richiede perfetta armonia di dimensioni, di stile, di caratteristiche cogli edifici e colle dimensioni della piazza, ma altresì consonanza coll'anima, per dir così, della piazza.

Così in una piazza che riceve maestà dalla tranquilla imponenza dei suoi edifici, starebbe a disagio un monumento alle Cinque giornate o un Balilla. Un S. Francesco d'Assisi richiede una piazza tranquilla dove si respiri il profumo della semplicità claustrale. Un monumento trionfale, che vuol segnare la gloria di un popolo, rifuggerà dai recessi troppo tranquilli di una città e cercherà l'imponenza e il fervore della vita moderna. Trafalgar, Lipsia, Waterloo sono ricordate in piazze monumentali, pulsanti di traffico, dove ogni cittadino, e più ogni forestiero, abbia sott'occhio l'affermazione della nazione vittoriosa in uno dei momenti più difficili della propria storia. Invece Santa Croce a Firenze, S. Domenico a Bologna, S. Giovanni e Paolo a Venezia sono sacrari nei quali stonerebbe una affermazione di forza e tanto più una affermazione moderna, mentre tutto vi respira la gloria dell'antico. Bergamo, che aveva collocato nella sua bella piazza antica un monumento a Garibaldi, non ha esitato a correggere l'errore trasportandolo in quartieri moderni. Milano pensa pure a qualche trasporto di monumenti. Ma poichè purtroppo non sempre è possibile correggere simili errori, è bene che lo studio delle piazze sia ponderato e completo, e venga condotto in modo esauriente, considerando edifici e monumenti e piantagioni che devono trovar posto nella piazza stessa.

Solo per tal via l'esame dei singoli problemi che si presentano in questa che è una delle questioni fondamentali urbanistiche, potrà essere approfondito al lume dell'esperienza compiuta e ben distinguendo di caso in caso quale possa essere la soluzione più conveniente.

L'agire affidandosi al caso e alla buona stella non può essere del nostro tempo e può condurre ad errori che poi gravemente si scontano, quando pure non siano irrimediabili.

* * *

È assai importante nello studio dei piani regolatori delle grandi città la previsione di spazi liberi a giardino o a parco. In generale le città italiane, salvo pochissime eccezioni, scarseggiano di tali spazi, mentre in ispecie le grandi agglomerazioni industriali devono trovarvi un temperamento all'addensarsi delle popolazioni in edifici a numerosi piani.

Avvicinare la città alla campagna, assicurando i vantaggi del vivere civile a chi può star lontano dalla città, diminuendo in tal modo le attrattive che la città esercita: avvicinare la campagna alla città diradando le case, distribuendo tra esse parchi, giar-

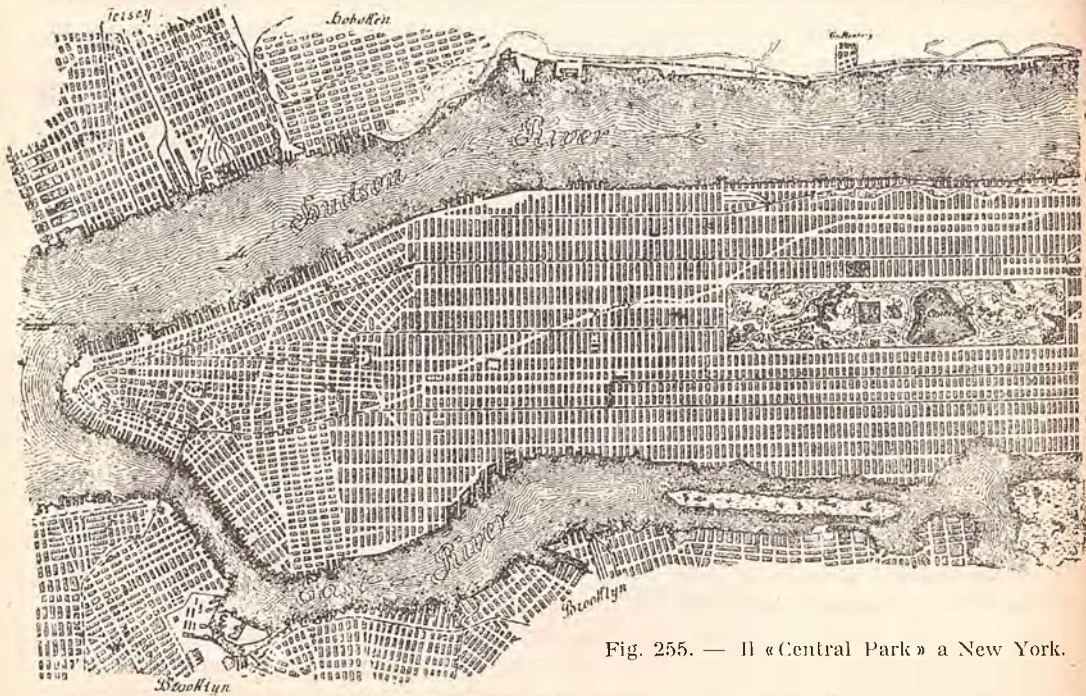


Fig. 255. — Il «Central Park» a New York.

dini, alberature così da offrire i vantaggi della campagna a chi è costretto a vivere in città: sono diverse manifestazioni di una medesima tendenza, che mira ad attenuare le differenze sostanziali che oggi esistono tra la vita urbana e la vita campestre, soprattutto nei riguardi dell'igiene.

La questione degli spazi destinati a verde in una città deve considerarsi sotto due aspetti diversi: la forma, cioè, e la distribuzione del verde nella città.

Nei riguardi puramente igienici sarebbe desiderabile che grandi masse di verde si trovassero anche nel cuore delle città, così come avviene per il «Central Park» di New York (fig. 255), per il «Tiergarten» di Berlino, o per numerosi parchi di Londra. Poiché per evidenti ragioni di carattere finanziario ciò non riesce possibile e solo si può apprendere da questi casi fortunati quanto sia necessario prevedere tempestivamente le riserve di verde in quelle zone della città dove si presume deva intensificarsi il sorgere di costruzioni, è necessario provvedere alle necessità urbane con procedimenti più vicini alla pratica. Formare cioè pochi parchi alla periferia delle città, dove è possibile assicurarsi in tempo vaste zone di terreni agricoli, e sussidiare questi parchi con giardini di modeste proporzioni distribuiti negli altri quartieri della città (fig. 256, 257).

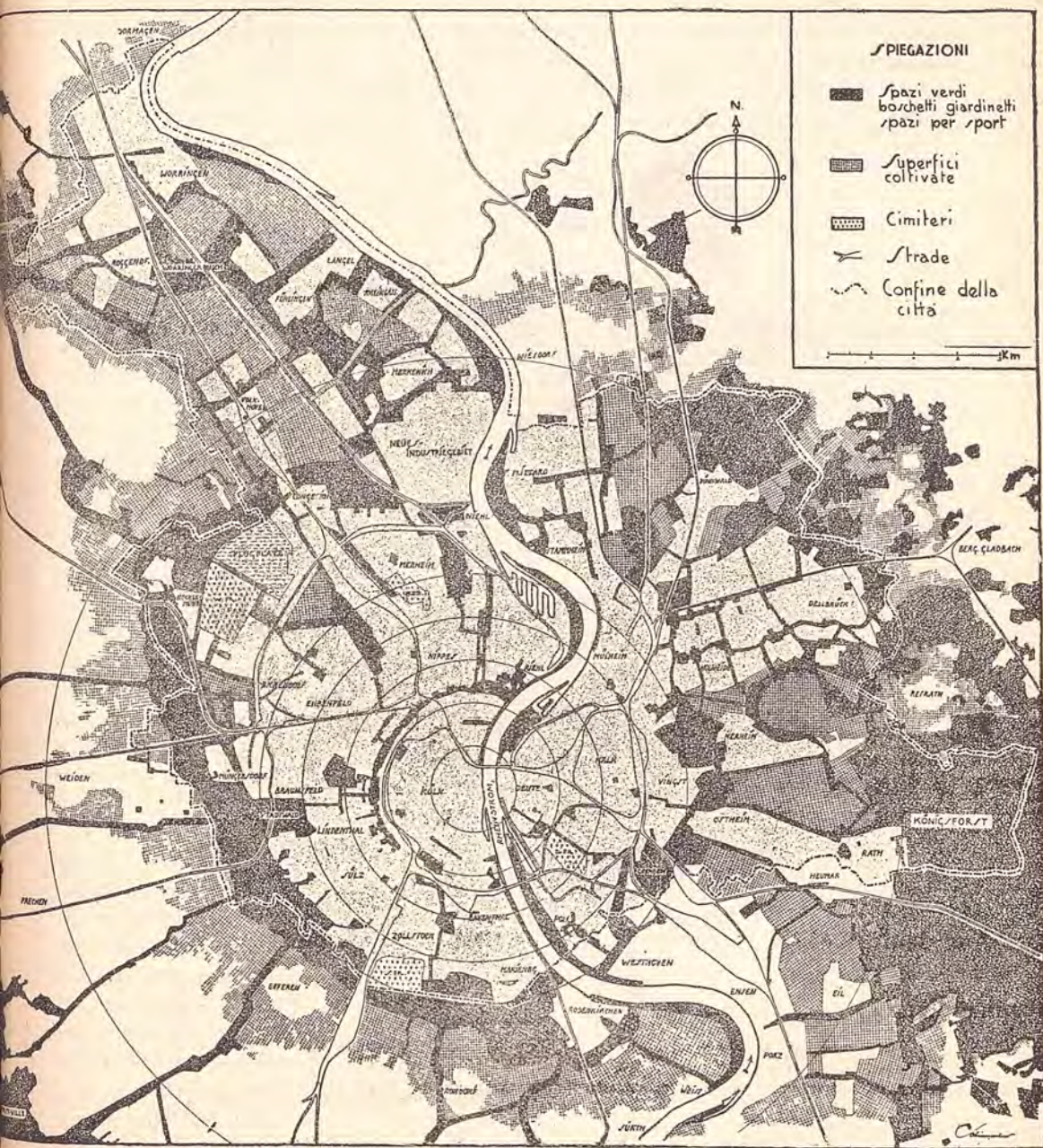


Fig. 256. — Distribuzione degli spazi a verde nel piano regolatore di Colonia.

Per dare migliore efficacia igienica a questi spazi verdi, oggi da molti esperti si suggerisce inoltre di collegarli mediante viali alberati. Il provvedimento è certamente lodevole quando si possano effettivamente formare viali degni di tal nome.

*
*
*

A questo riguardo non è inutile qualche considerazione circa la distribuzione delle piante nelle strade. È invalsa oggi in molte città la consuetudine di alberare le strade,

anche se la loro larghezza sia relativamente limitata. La mancanza quasi assoluta del verde che si lamenta nella zona fabbricata di molte delle nostre città ha fatto sì che per contrapposto si verificassero veri fenomeni di fanatismo del verde, che si sono manifestati in queste alberature, costrette a forza tra case alte e su angusti marciapiedi, e in minuscole aiuole, poco più ampie di un tappeto, isolate tra i lastricati urbani.

Ora non bisogna dimenticare che le piante hanno necessità di spazio, non soltanto per ragioni fisiologiche, ma per non creare difficoltà alla reciproca coesistenza di case e di alberi. Si aggiunga che se l'alberatura ha una ragione pratica quando si tratti di dare ai pedoni una zona di ombra su un'ampia arteria, tale ragione cessa, ed anzi diventa negativa, quando l'ombra va a colpire le case.

Quando la larghezza della strada non consenta di tenere le piante a tal distanza dalle case da assicurar loro le migliori condizioni di vita e da non recar danno o molestia alle case, conviene rinunciare alle alberature,



Fig. 257. — Parchi, giardini e campi di giuoco nella città di Manchester.

e, se appena è possibile, concentrare le piante, che si vorrebbero metter sulla strada, in un giardino o in un parco, dove tornerebbero di maggior vantaggio ai cittadini.

I viali di collegamento tra parchi e giardini dovrebbero essere dunque assai larghi. Converrebbe anzi che la larghezza fosse tale da consentire la formazione di zone a giardino che tenessero il centro o, meglio ancora, i lati della strada. Tali zone servirebbero bene i quartieri adiacenti e potrebbero ben supplire a qualche giardino rionale (fig. 258).

Questi viali dovrebbero essere ben distinti dalle arterie di gran traffico. Il loro tracciato, la loro ubicazione dovrebbero escludere un forte transito di veicoli. Pertanto nello studio generale del piano della città, si dovrebbe avere una rete di viali, che

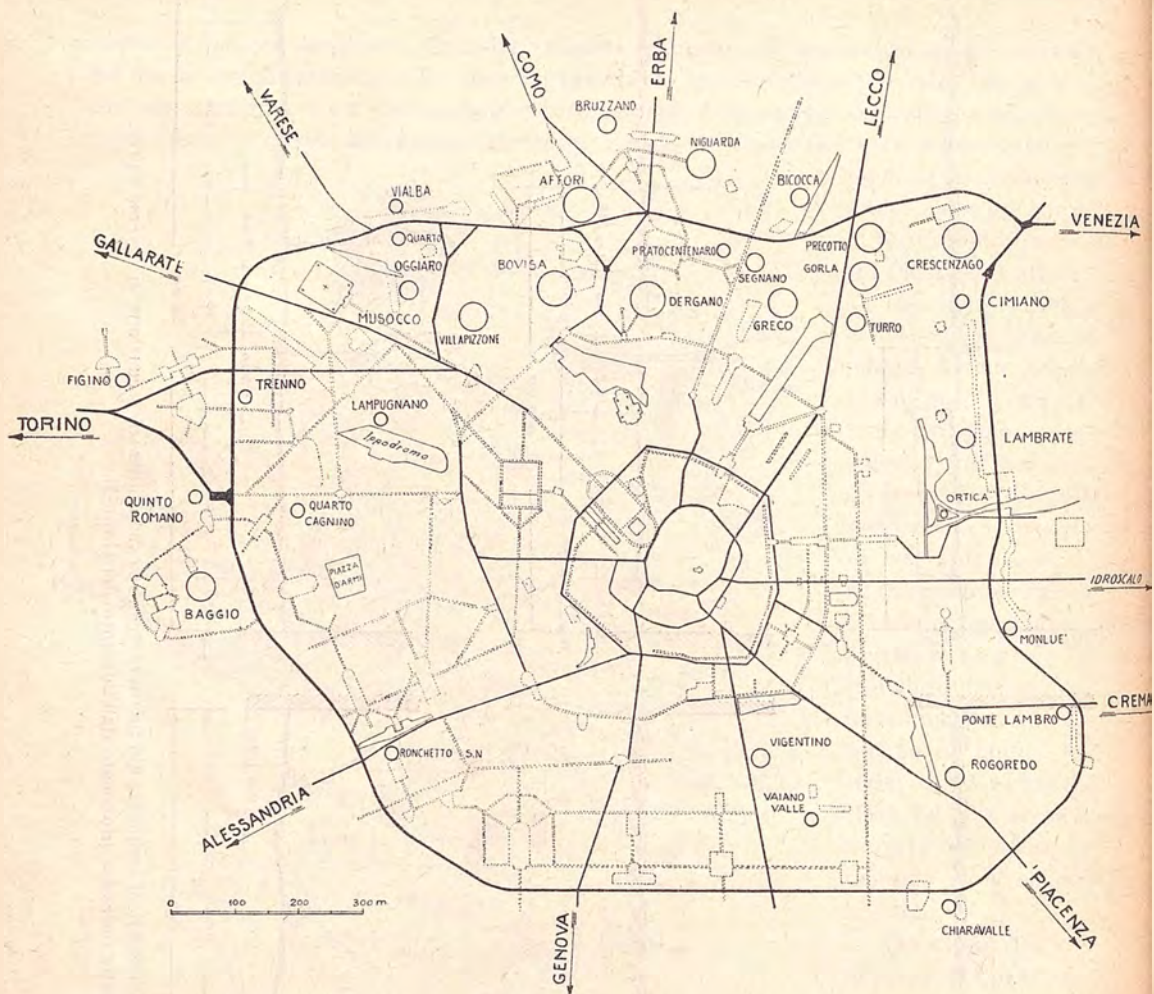


Fig. 259. — Le zone a verde ed i viali da passeggiata (punteggiati nella figura), distinti dalle arterie del traffico, nel piano regolatore di Milano.

dovrebbe riunire tra loro parchi e giardini, una vera rete di verde, affatto indipendente dalla rete viaria principale, la quale deve prefiggersi il collegamento diretto e rapido dei nuclei abitati, o di quei punti che dovranno costituire i centri di vita della città di domani (fig. 259).

* * *

Il determinare quale deva essere l'area minima da destinarsi a parchi e a giardini nello studio di un piano regolatore costituisce certamente uno dei problemi più difficili che si presentino ai moderni urbanisti.

Le opinioni sono divise già per quanto riguarda il criterio che dovrebbe decidere in argomento.

Chi vorrebbe far dipendere la superficie a verde dal numero degli abitanti considerati in via assoluta: chi invece vuole riferirsi ad una percentuale della superficie della città.

Gli americani fissano un acre (circa 4000 mq.) ogni 100 abitanti: ovvero il 10 % della superficie urbana. Per una densità media di 10 persone per acre le due espressioni si equivalgono, ossia si avrebbe sempre una superficie a verde di 400 mq.

Ma in casi estremi si giunge a divergenze notevoli. Per esempio, una città che avesse una densità media di 80 abitanti per acre, dovrebbe destinare a parco l'80% della propria area secondo la prima regola; se la densità fosse di due abitanti per acre e si dovesse assegnare a parco il 10% della propria area, secondo prescrive la seconda regola, si avrebbe un acre di parco ogni 20 persone. Invece per una densità media di 30 abitanti per acre, se si destinasse il 10% dell'area della città a parco, si avrebbe una proporzione di un acre di parco per ogni 300 persone.

Non è quindi forse il caso di legarsi a regole che presentano oscillazioni tanto sensibili nella loro applicazione e portano a risultati che non sono tra loro omogenei. Le situazioni locali consiglieranno sul da farsi meglio di ogni considerazione teorica.

Come si può provvedere alla formazione di parchi e giardini? È chiaro che nella risposta a questa domanda sta tutto il problema finanziario che non è di lieve momento in questioni di questo genere, soprattutto in relazione all'estensione che occorre dare a questi impianti perchè risultino veramente efficaci.

La formazione dei parchi alla periferia della città può essere relativamente agevole, come già si è accennato. Basta assicurarsi tempestivamente una certa quantità di terreni agricoli.

Ma se dalla periferia ci avviciniamo alla zona in cui i terreni agricoli sono già stati accaparrati dalla speculazione edilizia, la cosa muta aspetto e il gravame per il pubblico erario può crescere fino a divenire insopportabile.

Perciò nello studio dei piani regolatori si deve ricorrere ad artifici i quali almeno non pregiudichino l'avvenire, riservando ai posteri la possibilità di formare giardini e parchi quando se ne presenti il bisogno.

È chiaro infatti come la necessità della formazione di giardini sia meno sentita oggi, mentre ancora le case delle zone di ampliamento sono disseminate tra terreni agricoli, di quel che non possa essere domani quando invece la città ampliandosi avrà occupato con case ogni terreno fabbricabile.

Conviene pertanto designare alcune aree, dove presumibilmente potrà essere opportuno l'ubicare un giardino e destinarle provvisoriamente a costruzioni assai rade, contornandole di ampi viali e alternandole con piazzoletti a verde. In un primo tempo viali e piazzoletti potranno bastare ai bisogni della popolazione: quando più non fossero sufficienti mediante provvedimenti di piano regolatore sarà sempre possibile espropriare le poche costruzioni ed ampliare il giardino.

Analogo criterio può seguirsi per la formazione dei parchi che oggi possono costituirsi avvicinando tra loro impianti che richiedono costruzione rada e intercalandoli con spazi liberi che già oggi possono formare l'ossatura di quei parchi che i posteri potranno poi facilmente completare, quando la originaria costituzione più non fosse ritenuta sufficiente.

Il parco sarà per ora costituito da grandi viali alberati, i quali comprendano tra loro impianti che per loro natura escludono o limitano fortemente il sorgere delle costruzioni, come, per esempio, i campi sportivi, i campi di corse, i parchi di divertimento. Nelle zone dove non si abbiano tali impianti, ove ciò risulti strettamente necessario, conviene permettere costruzioni di piccola entità, assai rade, disciplinandole con uno speciale regolamento.

Non si snaturerà così il carattere del parco, che soprattutto è costituito dai grandi viali, dagli spiazzi a verde, dalle masse di alberi, e al tempo stesso i viali saranno contornati da altro verde, compreso nelle proprietà private, che conferirà vaghezza al parco stesso.

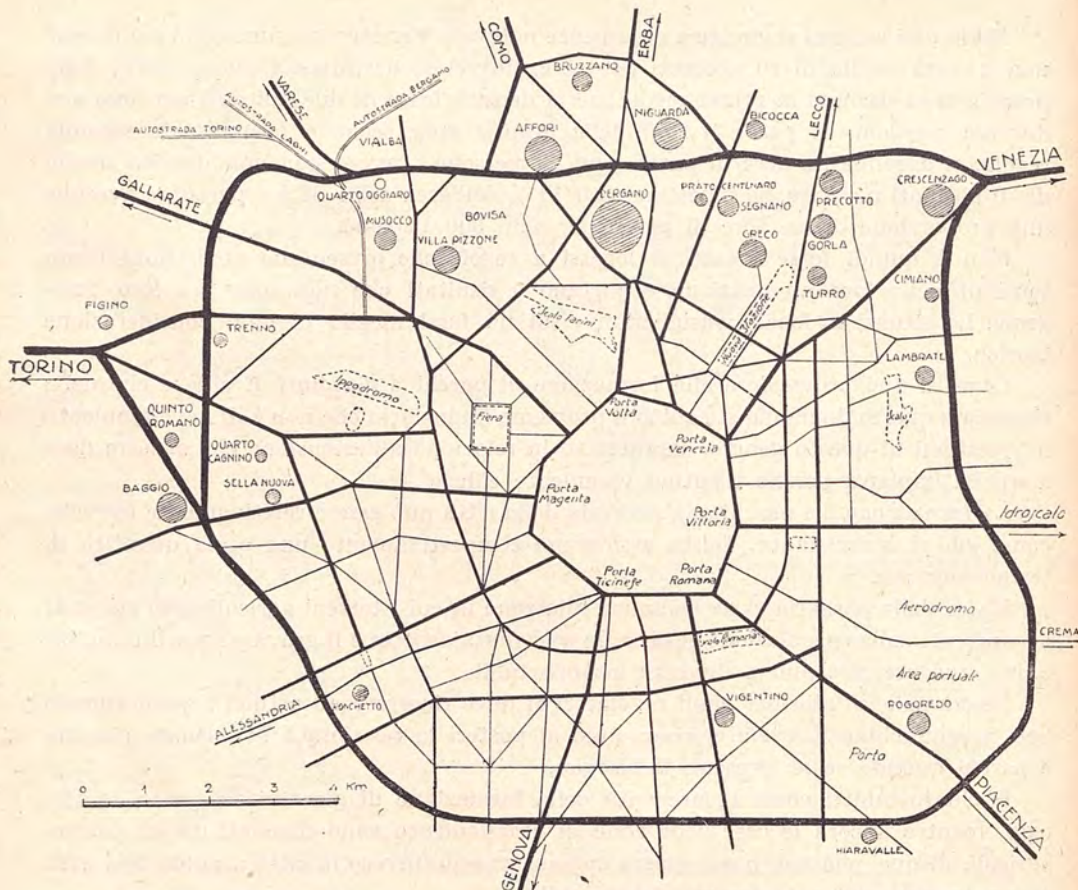


Fig. 260. — La rete stradale nel piano regolatore di Milano.

Che se in avvenire si volesse trasformare in parco anche la zona oggi adibita a costruzioni, ciò riuscirà agevole ad attuarsi attraverso l'esproprio delle poche e piccole costruzioni, mentre se si dovessero distruggere interi quartieri di grandi case, ciò equivarrebbe a rendere impossibile praticamente qualsiasi provvedimento del genere. Se poi anche in Italia divenisse possibile quanto già si pratica all'estero, e cioè la concessione in uso di terreni da fabbrica per il periodo di cento anni, è chiaro che la formazione dei parchi ne potrebbe essere notevolmente agevolata.

* * *

Nei riguardi della formazione della rete stradale la moderna urbanistica prevede una differenziazione di tipi stradali a seconda delle diverse funzioni a cui le strade devono adempire: tale criterio risponde anche a quei criteri di benintesa economia ai quali deve uniformarsi lo studio di un piano regolatore (fig. 260).

Non avrebbe scopo infatti il formare ampie strade, che riescono anche inutilmente costose, là dove è presumibile che il traffico sia scarso ed è probabile che si faccia luogo alla costruzione di edifici di altezza moderata, o, in ogni modo, di scarsa densità: mentre invece è necessario predisporre la rete stradale in modo che poche grandi arterie convenientemente sistemate, e con adatte caratteristiche, attraggano le maggiori correnti

di traffico, lasciando alla maggioranza delle altre strade la semplice funzione di dare accesso alle singole abitazioni. Ne deriva che, mentre un tempo la rete stradale della zona di ampliamento di una città era tutta costituita da strade all'incirca della stessa ampiezza, oggi invece si tende a formare una rete di arterie, concepita con molta larghezza, così da poter permettere quella separazione dei vari tipi di traffico che sta a fondamento di una circolazione bene ordinata, mentre alla rete secondaria, destinata pressochè soltanto a dare accesso alle abitazioni, si assegnano sezioni notevolmente ridotte in confronto di quelle di un tempo.

Insomma la rete stradale di una città deve in certo modo assimilarsi nelle sue caratteristiche al sistema arterioso del corpo umano, che fa affluire il sangue ai più minuscoli elementi del corpo traverso le arterie più sottili, ma ad ogni membro fa pervenire gli impulsi del cuore traverso più grosse e capaci arterie.

Si avrà dunque nella città un logico schema di linee di grande circolazione, nettamente distinte dalle piccole strade destinate alle comunicazioni locali e al servizio delle abitazioni.

Alla formazione di tutti questi tipi di strade presiedono però alcuni criteri fondamentali suggeriti dall'esperienza. In primo luogo la larghezza delle strade deve basarsi sul numero delle piste, o delle file di veicoli che le strade devono contenere. Oggidì si suole conteggiare m. 3 di larghezza per ogni veicolo in movimento e m. 2,50 per ogni veicolo in sosta. Nelle pendenze si tende a non superare il 4,50 %: però per strade di abitazione si può qualche volta superare questo limite, mentre per le grandi arterie è bene non raggiungerlo. L'incontro delle varie strade deve avvenire per quanto possibile sotto angoli retti o vicino al retto per evitare difficoltà di circolazione. È desiderabile che, là dove veicoli con diversa velocità devano transitare sulla stessa strada, la carreggiata venga suddivisa in zone distinte destinate ai singoli veicoli.

Per quanto riflette le strade destinate a disimpegno delle abitazioni l'esperienza va già suggerendo alcuni criteri che conviene ricordare.

Già una città americana, Radburn nel New Jersey, è stata progettata e sta sorgendo secondo questi criteri e il vantaggio che deriva dal liberare il traffico automobilistico dai pericoli che conseguono dall'esistenza di accessi alle case da strade ad intenso traffico, e dal dare invece accesso alle case da strade tranquille è tale che la tendenza già manifestatasi non potrà non svilupparsi in avvenire in forme sempre più decise (fig. 261). Il formare vastissimi isolati traversati da piccole strade e compresi tra le grandi arterie di circolazione destinate al traffico di transito sembra infatti la soluzione più razionale di questo complesso problema che i moderni mezzi di trasporto hanno posto e che occorre risolvere.

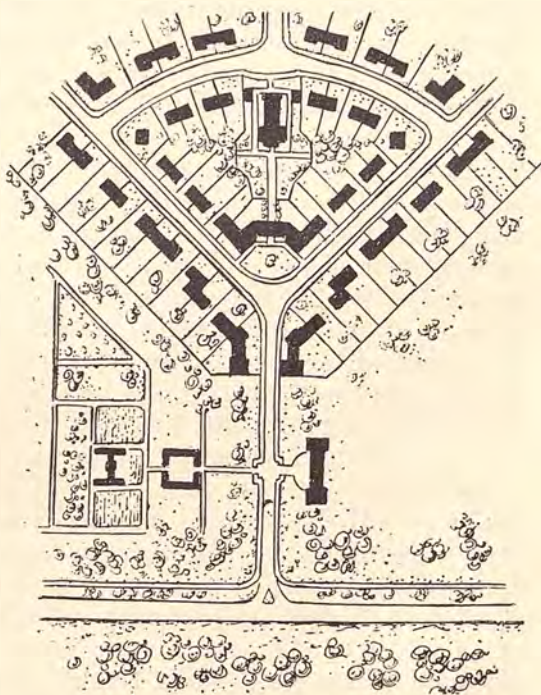


Fig. 261. — Disposizione adottata da R. Unwin per distanziare le abitazioni dalle strade di grande traffico nel piano regionale di Londra.

Altri propugnano la formazione di strade a fondo cieco laterali alle arterie di grande traffico.

In generale la costruzione rada, ossia di quartieri formati da casette isolate tra giardini, è combattuta anche da coloro che ne riconoscono i notevoli vantaggi igienici in confronto della costruzione addensata in case ed appartamenti, in quanto si tende a far dipendere il valore economico di un piano dal rapporto tra lo sviluppo delle strade e l'entità delle case che esse servono.

È chiaro infatti che, quando si partisse esclusivamente dal criterio anzidetto, il piano di maggior valore economico sarebbe quello in cui tutte le case si agglomerassero lungo le arterie di grande traffico. Anzi queste arterie di grande traffico dovrebbero irradiare da un unico centro, e non dovrebbero essere collegate trasversalmente tra di loro, perchè evidentemente queste strade secondarie se fossero tracciate con dimensioni corrispondenti a quelle di arterie di grande traffico, non potrebbero essere pagate dai frontisti, come può avvenire invece per le radiali, che hanno importanza ben diversa. Invece non si deve limitare il problema ad una semplice questione di economia sulla lunghezza delle strade che si devono costruire, e neppure al risparmio nelle spese di manutenzione, sorveglianza, illuminazione; il confronto tra i vari tipi di rete stradale deve riflettere anche le economie dei vari servizi, di raccolta delle immondizie, di fornitura, di recapito lettere, e il risparmio nel tempo necessario a raggiungere i negozi, le scuole, le stazioni, i luoghi di divertimento.

Un mezzo che consente notevoli economie nello sviluppo di queste strade e al tempo stesso può portare ad una buona soluzione del problema nei riguardi estetici non meno che in quelli della viabilità, è appunto la formazione di strade a fondo cieco laterali alle arterie di grande traffico (v. fig. 243, 244).

In generale del resto, come si è già accennato, il tracciato planimetrico delle strade destinate ad esclusivo disimpegno delle abitazioni o strade di lottizzazione si terrà preferibilmente rettilineo, o, se curvilineo, con curve di ampio raggio, che consentano l'ispezione della strada da un estremo all'altro. Sarà allora possibile ridurre al minimo la larghezza della strada (m. 3 di carreggiata + m. 1 + m. 1 di marciapiede, pari a m. 5 in totale) poichè un conducente prima di impegnarsi nella strada potrà accertarsi se essa sia sgombra. Naturalmente strade di questo genere, che rispondono alla più stretta economia, richiedono di essere frequentemente intercalate da piazzuole dove riesca possibile l'incrocio e il ritorno dei veicoli. Si intende che l'economia che si raggiunge nella costruzione e manutenzione riducendo la larghezza della strada non deve andare a detrimento delle condizioni igieniche delle case che dalla strada hanno accesso: si dovrà in tutti questi casi, con provvedimenti di piano regolatore, determinare la distanza reciproca dei fabbricati mediante allineamenti convenientemente arretrati dal ciglio stradale e ad esso paralleli.

Le strade di comunicazione locale dovrebbero rispondere a criteri di maggiore larghezza. Ritenuto che al minimo possa essere necessario prevedere la sosta di una fila di veicoli presso ciascun marciapiede, e la marcia di una fila in ogni senso si avrà una larghezza minima di m. 15 (m. 6 per due file di veicoli in corsa, m. 5 per due file di veicoli in sosta, m. 4 per due marciapiedi). Nel caso si prevedano due piste per veicoli in corsa per ciascuna direzione, occorrerà portare la larghezza delle strade a m. 21, o a m. 23, quando anche si aumenti a m. 3, come in questo caso può essere opportuno, la larghezza del marciapiede. Qualora poi si dovesse prevedere anche il servizio tramviario (che tuttavia sarebbe buona regola non ammettere in queste strade) si dovrebbero conteggiare m. 7 di larghezza, affinché i due binari si possano posare in sede propria su speciale piattaforma presso l'asse della strada.

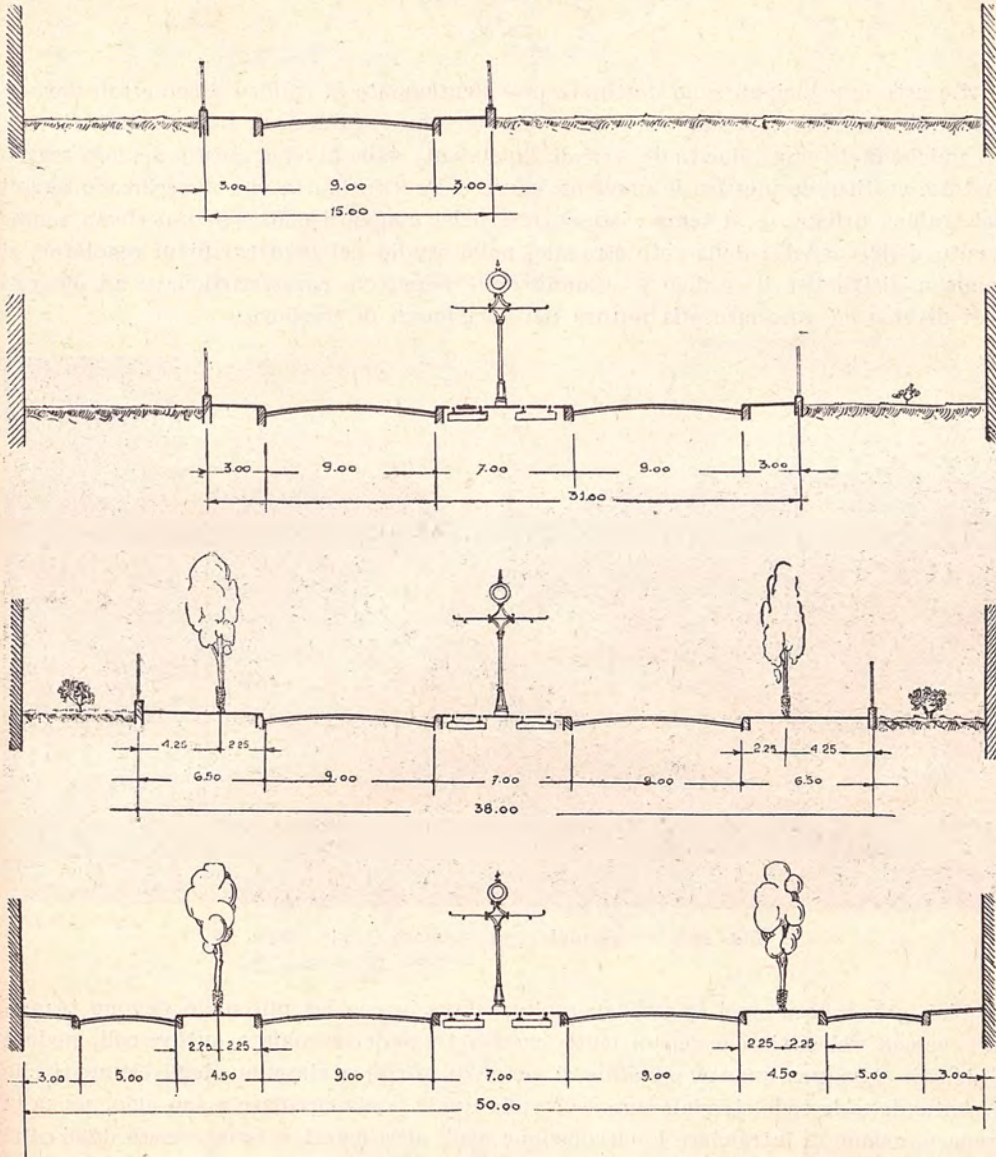


Fig. 262. — Strada di transito di metri 50. La figura indica la possibilità di successivi ampliamenti man mano l'aumento del traffico lo richieda.

A requisiti speciali rispondono i viali di passeggiata, che devono avere notevole ampiezza, ma nei quali le carreggiate devono essere di limitata larghezza, in quanto queste strade devono tracciarsi in modo che il loro traffico riesca modestissimo. Basterà una carreggiata di m. 11, possibilmente ripartita in due zone, una per ciascuna direzione (m. 6 per due piste di veicoli in corsa, m. 5 per due zone di veicoli in sosta). Il rimanente della larghezza stradale sarà destinato ad alberature e a piantagioni. Il limite estremo in questo tipo di strade è dato dalle *park-ways* adottate dagli americani, che sono strade formate da lunghe zone a parco, colleganti tra loro le più vaste piantagioni a verde. In queste zone si sviluppa una strada destinata più che al traffico allo svago dei cittadini (v. fig. 259, e fig. 262, [tav. VIII, 263, 264, 265, 266, 267], 268).

* * *

Le arterie principali sono destinate prevalentemente al traffico e come tali devono essere studiate. A seconda degli scopi che devono raggiungere, sono di tipi diversi.

Poichè la diversa velocità dei veicoli, dipendente dalla diversa natura del loro mezzo motore, costituisce una tra le maggiori cause delle irregolarità che si verificano oggidì nel traffico urbano, e al tempo istesso una delle maggiori cause di imperfetto rendimento delle capacità della rete stradale, nello studio dei moderni piani regolatori si tende a distribuire il traffico a seconda delle rispettive caratteristiche e ad offrirgli sedi diverse ed adeguate alla natura dei varî mezzi di trasporto.

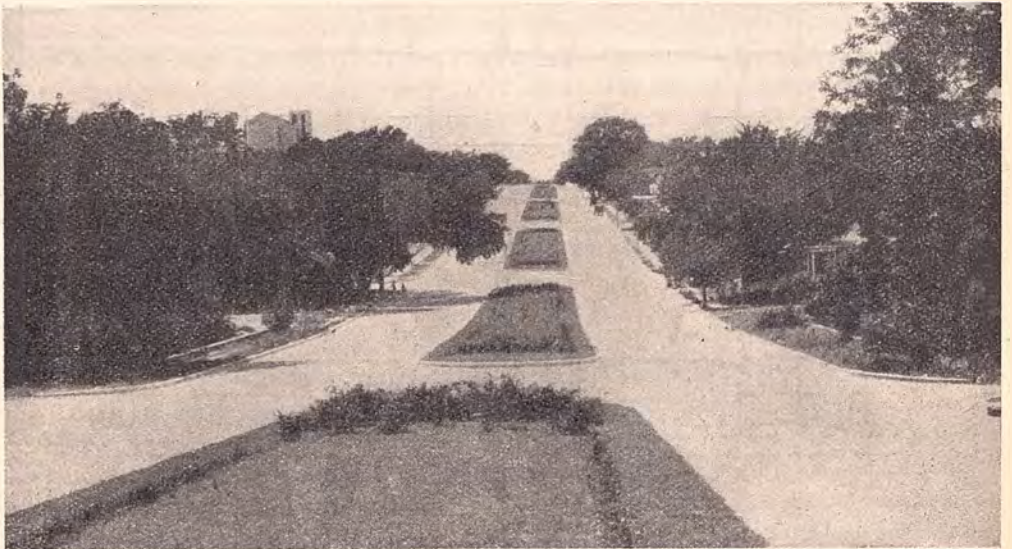


Fig. 268. --- Esempio americano di strada parco.

Non più dunque oggi la strada omnibus dove in caotico miscuglio devono transitare veicoli velocissimi e veicoli lenti, carri a trazione animale e autoveicoli, pedoni e ciclisti. Oggi per quanto possibile si cerca di offrire a ciascuno degli elementi che si contendono la sede stradale una sede sulla quale possa circolare a suo agio, senza la preoccupazione di intralciare la circolazione degli altri mezzi, e senza essere dagli altri mezzi minacciato. Qualche decennio addietro l'adozione del marciapiede rialzato preludeva ad una separazione del traffico pedonale dal traffico veicolare: oggi si va più in là e si distinguono le varie classi del traffico veicolare: veicoli lenti e pesanti, veicoli rapidi e leggeri, tramvie locali e tramvie intercomunali, veicoli del traffico vicinale e del traffico lontano, pedoni e ciclisti. Nello studio del piano di ampliamento di Milano sono previste arterie della larghezza definitiva di m. 70, che possono gradualmente venir eseguite man mano l'aumento del traffico abbia a richiederlo.

Poichè queste strade per lo più sono percorse da tramvie e in molti casi anche conviene tener separate le tramvie locali dalle tramvie intercomunali, si devono prevedere due coppie di binari, e poichè criterio fondamentale è che i veicoli più rapidi si trovino presso l'asse della strada e poi via via si dispongano le varie piste secondo l'ordine decrescente della velocità dei veicoli, si collocheranno sull'asse i binari delle tramvie intercomunali, poi, procedendo verso il margine della strada si avranno successivamente

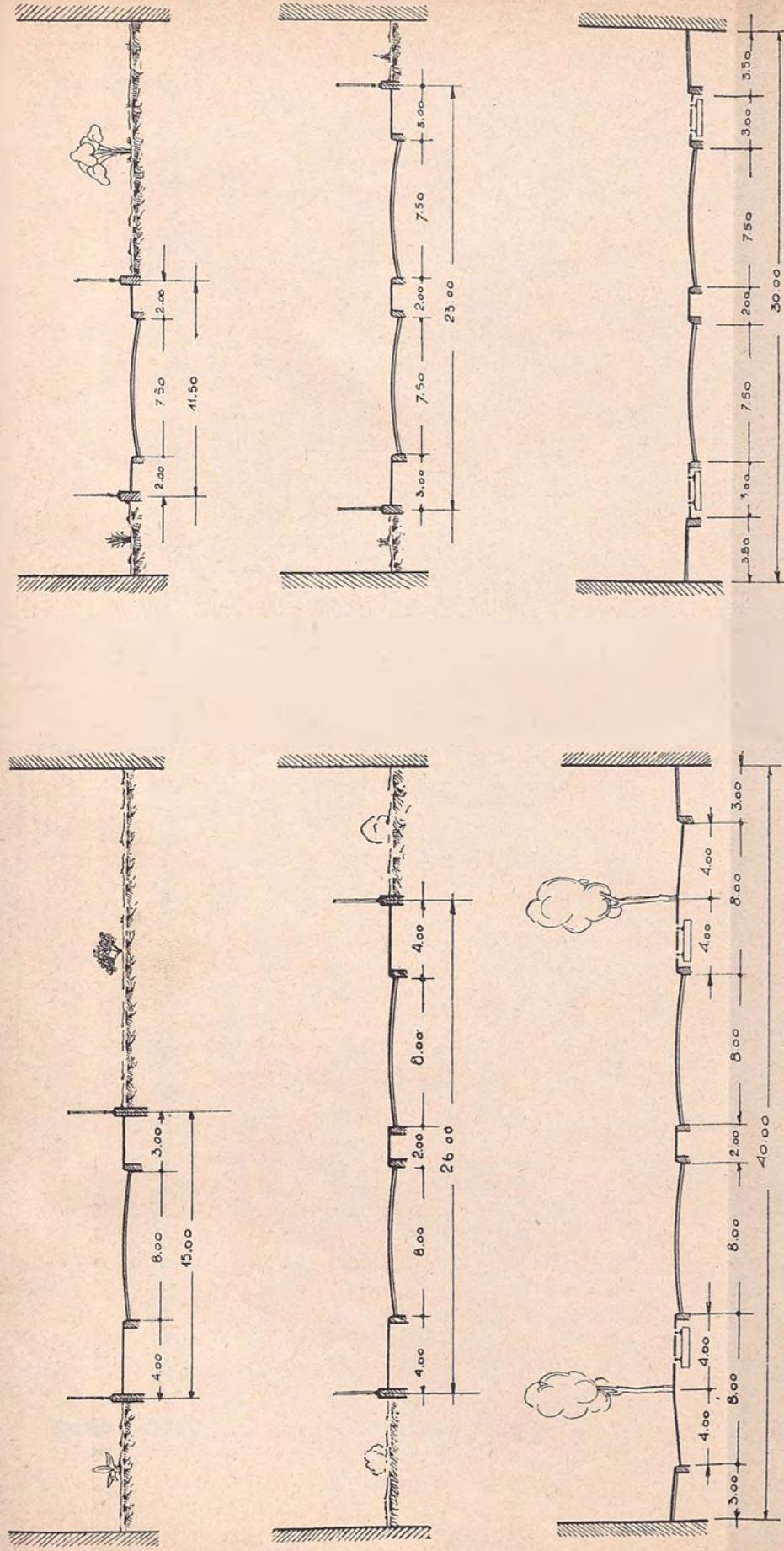


Fig. 263. — Strade di comunicazione dei nuclei secondari di 40 e di 30 metri di larghezza. Le figure indicano le modalità dei successivi ampliamenti in relazione all'aumento del traffico.

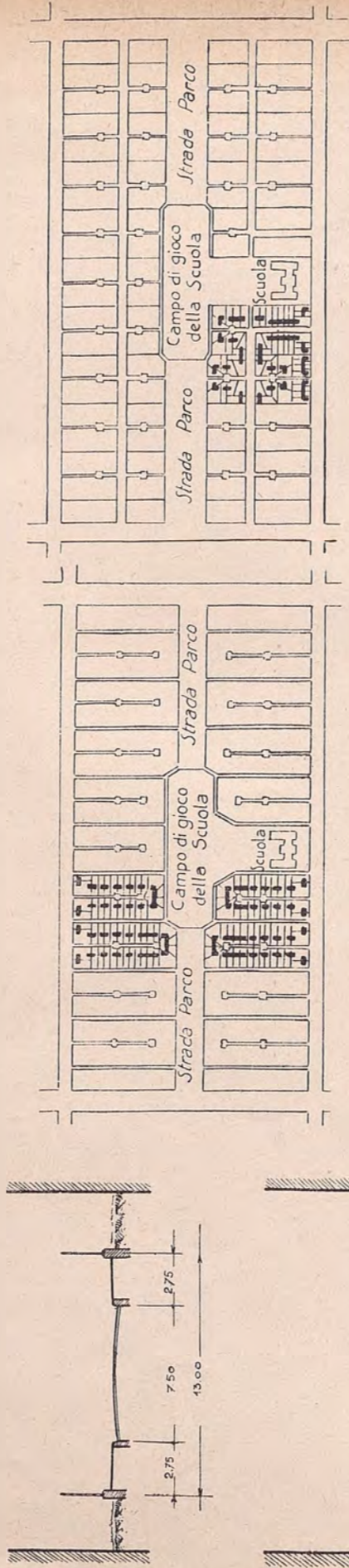


Fig. 264. — Strade residenziali di 20 e di 30 metri di larghezza. Le figure indicano la possibilità dei successivi ampliamenti in relazione alle necessità derivanti dall'incremento del traffico.

Fig. 267. — Esempi di strade parco.

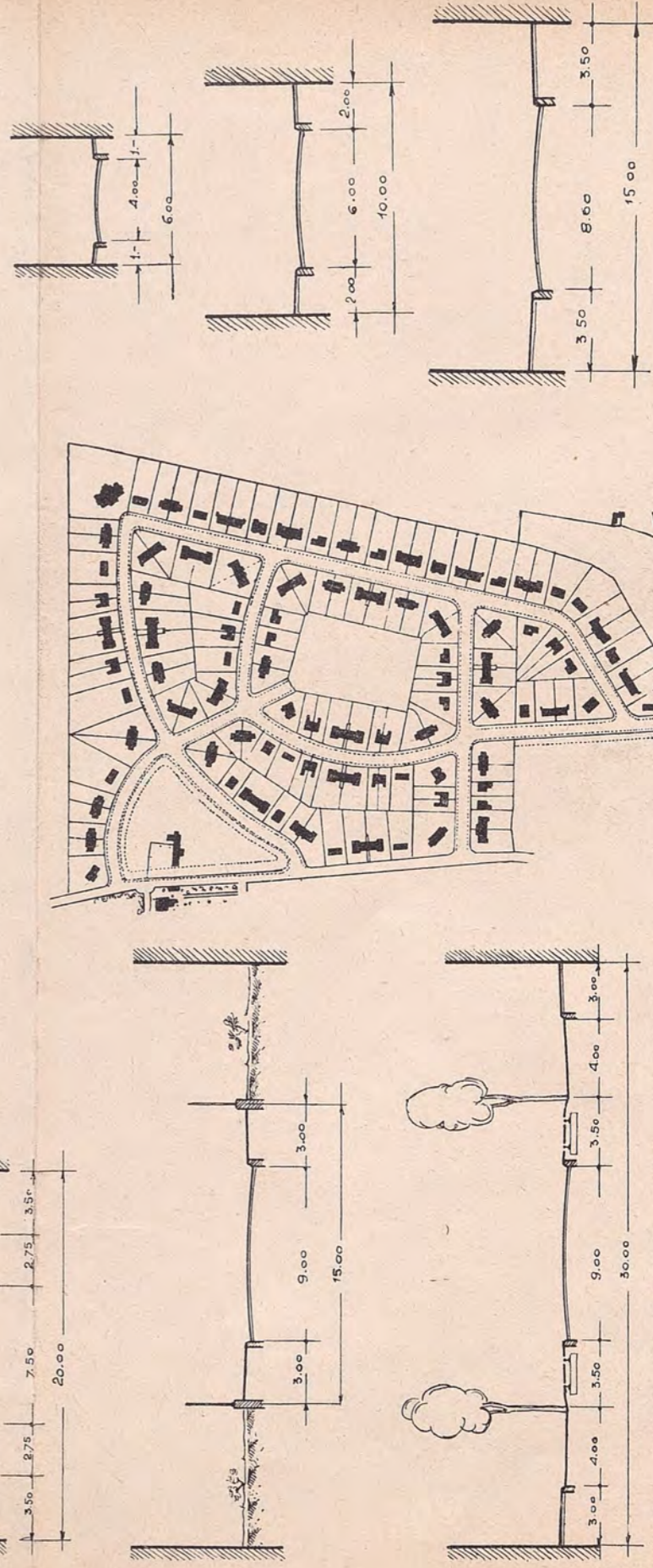


Fig. 265. — Strade di lottizzazione di 6, di 10 e di 15 metri di larghezza.

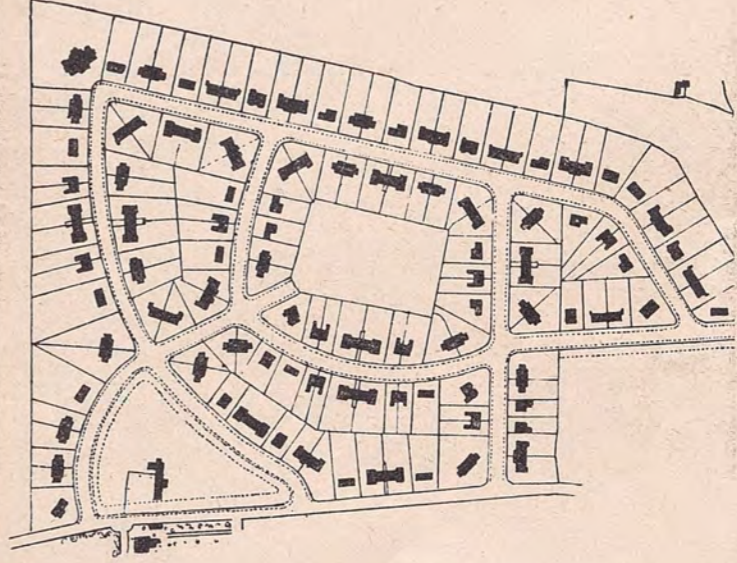
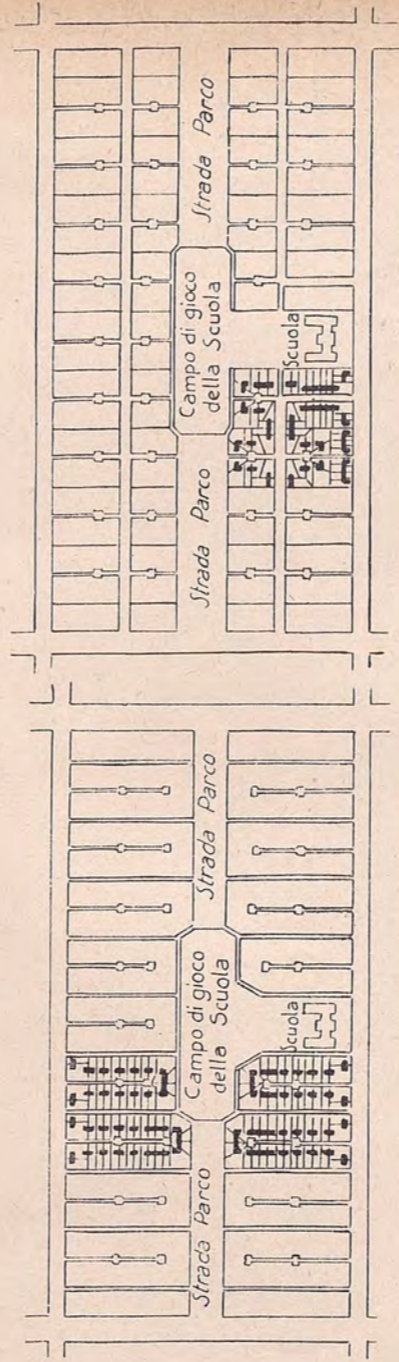


Fig. 266. — Quartieri di villini in Warrington con zone interne a giardini e campi di giuoco comuni.



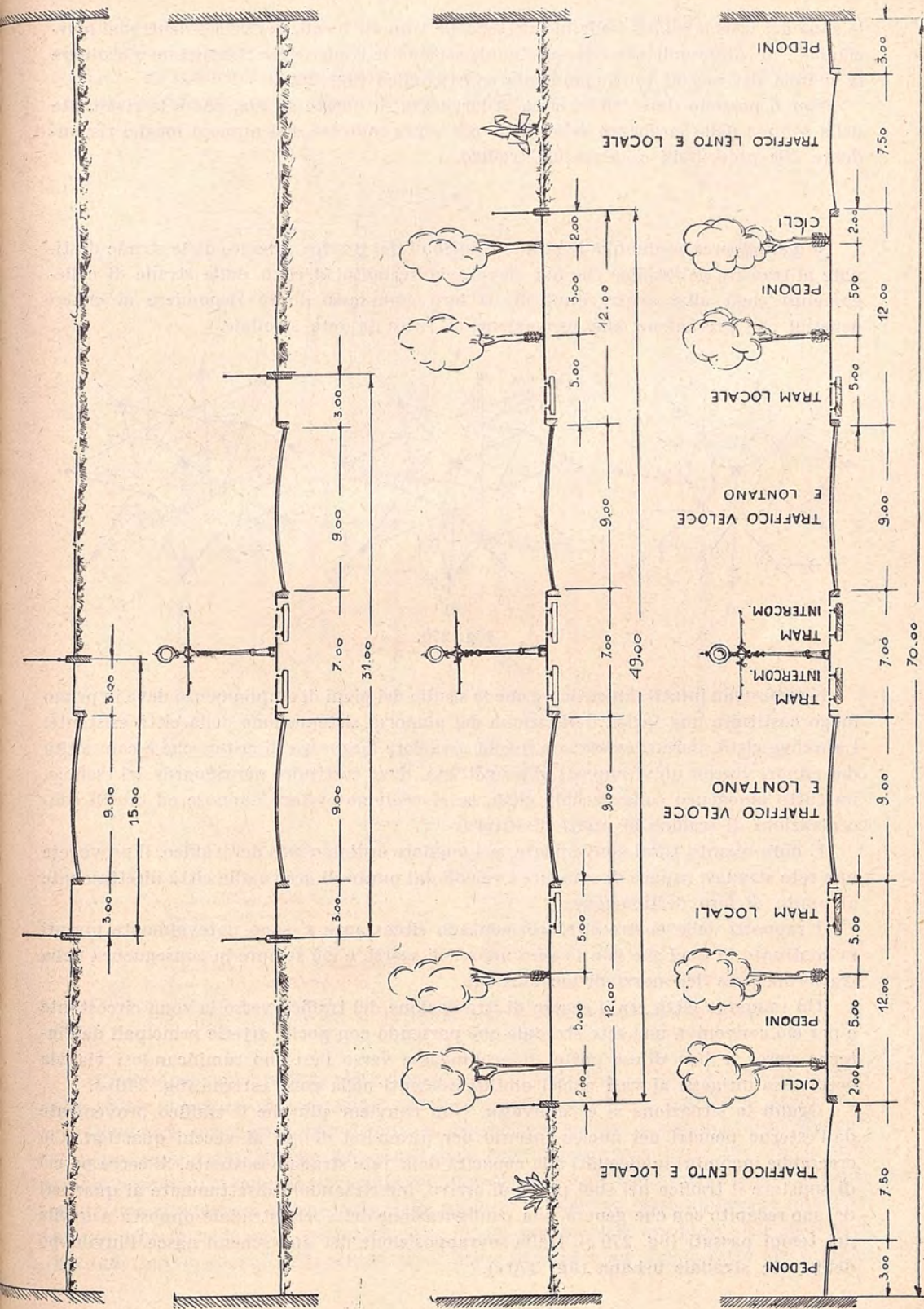


Fig. 269. — Esecuzione graduale di una arteria di traffico di 70 metri di larghezza.

le zone dei veicoli rapidi, delle biciclette, delle tramvie locali, dei veicoli lenti, dei marciapiedi. Si comprende che con queste disposizioni le tramvie contribuiscono a ordinare la marcia dei veicoli funzionando da spartitraffico (fig. 269).

Non si possono dare criteri circa la larghezza di queste strade, che è la risultante della somma della larghezza delle piste, più sopra indicate, nel numero meglio rispondente alle prevedibili esigenze del traffico.

* * *

Si distingueranno dunque le strade principali del traffico urbano, dalle strade destinate al transito per il traffico che non deve aver recapito in città, dalle strade di collegamento cogli altri centri limitrofi. Il loro complesso dovrà rispondere ai criteri generali che presiedono alla formazione di tutta la rete stradale.

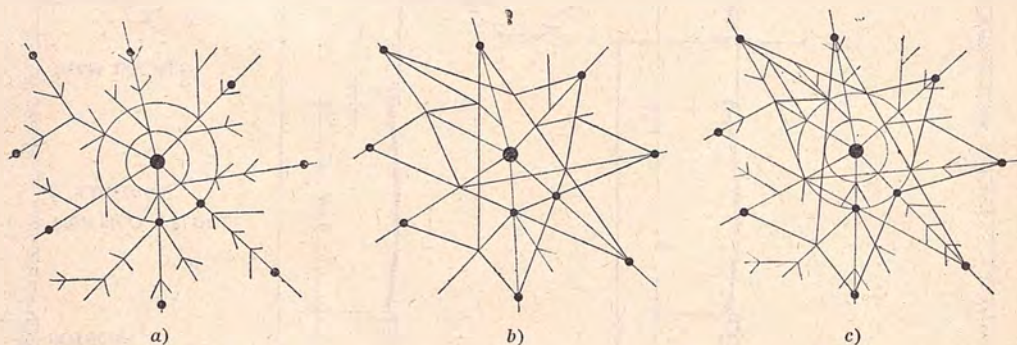


Fig. 270.

Non bisogna infatti dimenticare che lo studio dei piani di ampliamento deve in primo luogo costituire una logica derivazione del piano di sistemazione della città esistente. La nuova città, pure prevista con quella maggiore larghezza di criteri che è consentita dai minori vincoli quivi imposti al progettista, deve costituire nei riguardi del traffico, un tutto omogeneo colla vecchia città, se si vogliono evitare dannose ed inutili concentrazioni di traffico ai punti di sutura.

È noto quanto torni conveniente, pel migliore ordinamento del traffico, il prevedere una rete stradale capace di smistare i veicoli dal punto di arrivo alla città direttamente al punto di loro destinazione.

I rapporti delle nostre città col contado circostante si sono notevolmente mutati in confronto di quel che non fossero nei secoli scorsi, e ciò sempre in conseguenza della trasformazione dei mezzi di locomozione.

Un tempo la città era il centro di irradiazione del traffico verso la zona circostante e per ciò conveniva una rete stradale che partendo con poche arterie principali dall'interno verso le ben difese porte, si prolungasse verso l'esterno ramificandosi via via occorresse dirigersi ai vari nuclei abitati esistenti nella zona esterna (fig. 270 a).

Oggidi la situazione si è capovolta. Non conviene più che il traffico proveniente dall'esterno penetri nel nucleo interno per diramarsi di qui ai vecchi quartieri. Ciò creerebbe ingombri inadeguati alla capacità della rete stradale esistente. Si cerca perciò di smistare il traffico nei suoi punti di arrivo, indirizzandolo direttamente ai quartieri del suo recapito con che genera una configurazione della rete stradale opposta a quella dei tempi passati (fig. 270 b). Dalla sovrapposizione dei due schemi nasce l'involuppo della rete stradale urbana (fig. 270 c).

crocio dei veicoli, ma solo lo distribuisce lungo la pista circolare della piazza. È dunque necessario che la piazza abbia dimensioni tali da consentire larghe curve a conveniente visibilità, e poichè le dimensioni che si devono dare alle piazze per ottenere una conveniente rego-

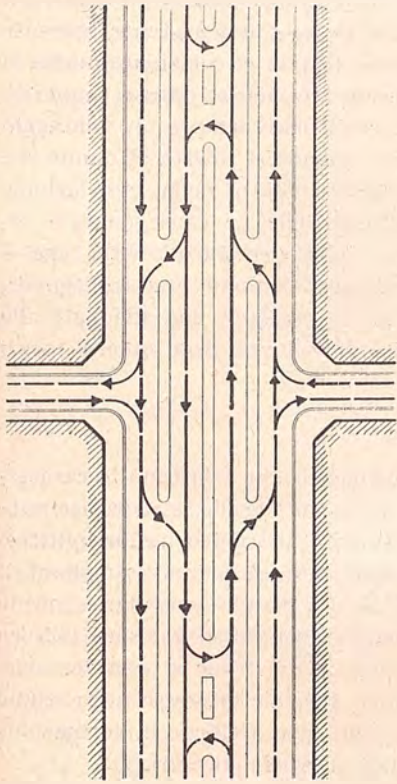


Fig. 274. — Sistemazione dello sbocco di strade secondarie su una arteria di grande traffico.

prevalente su quello dell'altra, sarà più conveniente prevedere un allargamento dell'arteria principale tale da consentire l'immissione del traffico della strada secondaria, senza deviare eccessivamente il traffico della strada principale (fig. 277). Così pure allorquando in una piazza immettono numerose arterie di grande traffico sarà conveniente far sì che le singole immissioni avvengano ben distintamente l'una dall'altra (fig. 278).

Questi e simili provvedimenti ispirati sempre al criterio fondamentale di assicurare il deflusso continuo ai veicoli, di separare il traffico a seconda delle proprie caratteristiche, di rimuovere dalla strada ogni elemento che possa diminuire la facilità del traffico devono presiedere allo studio dei piani di ampliamento. Nè si deve arretrare dinnanzi ad una larga e tempestiva previsione dell'ulteriore sviluppo

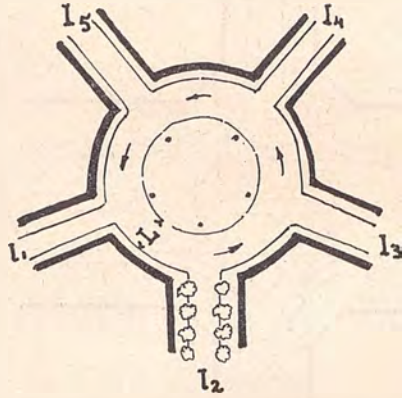


Fig. 275. — Tipo di piazza circolare con vie radiali e con sistema rotatorio di movimento.

lazione della circolazione rotatoria portano di necessità ad un allungamento del percorso dei veicoli, conviene non considerare tale provvidenza se non laddove essa possa risultare effettivamente utile.

Quando una delle due arterie che si incrociano abbia un traffico fortemente

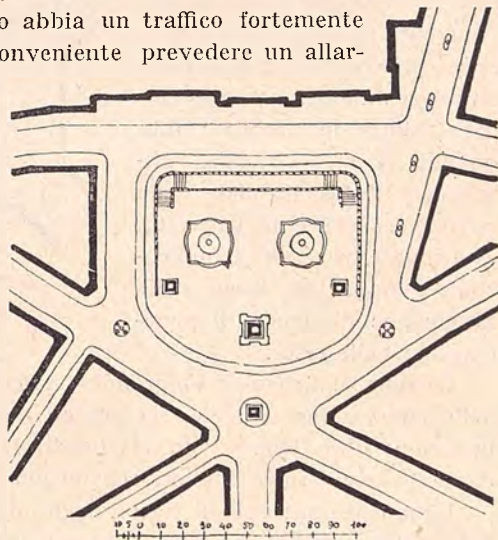


Fig. 276. — Londra. Trafalgar Square.

dei mezzi di trasporto, anche ove ciò possa per ora apparire superfluo. In primo luogo i provvedimenti preventivi riescono sempre assai meno costosi ed assai più efficaci dei rimedi tardivamente adottati. In secondo luogo conviene tener presente che un provvedimento che renda più agevole e più sicura la circolazione, anche se

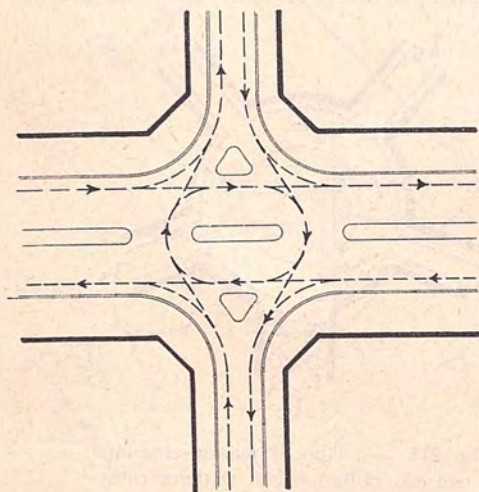


Fig. 277. — Sistemazione dell'incrocio di due arterie che presentano traffico sensibilmente differente.

può, considerato per sé stesso, apparire gravoso, costituisce sempre un vantaggio economico quando si rifletta al danno che deriva dall'ingombro della circolazione, dai perditempi che ne conseguono, e soprattutto dalla perdita di vite, che è spesso causata da piani mal congegnati, od ispirati a previsioni non adeguate alle possibilità di sviluppo degli odierni mezzi di trasporto.

* * *

Particolare cenno meritano le caratteristiche delle autostrade, strade riservate esclusivamente al traffico automobilistico e sulle quali non si hanno immissioni di traffico, nè da strade secondarie, nè da case, mentre è soppresso qualsiasi incrocio a raso con altre strade o con ferrovie. Esse hanno speciale interesse nello studio

dei piani di ampliamento in quanto il loro sbocco nelle città richiede la formazione di una adeguata rete stradale che ne diriga il traffico ai vari quartieri.

Le autostrade rappresentano inoltre la soluzione più conveniente di uno dei più gravi problemi che deva affrontare chi studia il piano di ampliamento di una città: si può anche presumere che se le autostrade potranno in avvenire vedere ridotta la propria utilità quando la rete stradale ordinaria sarà tutta riformata nella pavimentazione e nel tracciato, esse invece troveranno applicazione sempre più larga nella formazione di strade di penetrazione nelle città.

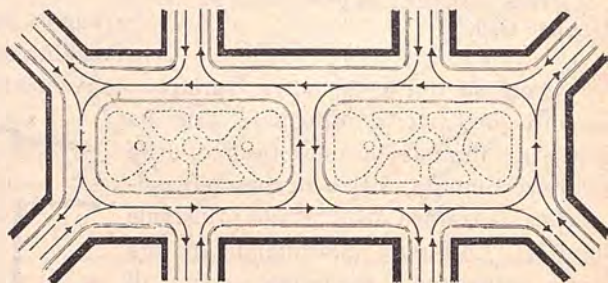


Fig. 278. — Distribuzione degli sbocchi delle diverse arterie su una piazza di smistamento.

Le zone suburbane delle grandi città costituiscono infatti uno dei punti più delicati della circolazione stradale, sia per gli ingombri di diversa natura che diminuiscono la sezione utile della strada, sia perchè la modesta ampiezza della sede stradale non consente quei provvedimenti che meglio agevolano lo svolgersi regolare del traffico.

L'aumento notevole di veicoli negli ultimi decenni, e soprattutto la svariata natura dei veicoli oggi in uso, ha tolto al traffico l'antica omogeneità: l'aumento della velocità dei veicoli stessi ha reso assolutamente inadatte alle loro funzioni le arterie che costituiscono l'accesso alle grandi città. Le strade esterne di grande comunicazione quando si avvicinano al nucleo urbano sono per lo più assiegate di case, alle quali si

accede da ristretti marciapiedi, talchè non è raro che dalle case esca improvviso chi va a ingombrare la carreggiata rendendo pericoloso il flusso dei veicoli.

Non solo: ma una grande città ha un suo traffico particolare che male si fonde col traffico delle linee di grande comunicazione. Sono gli operai che si recano o tornano in bicicletta dal lavoro e in schiere occupano le carreggiate: sono i carri di ortaggi,

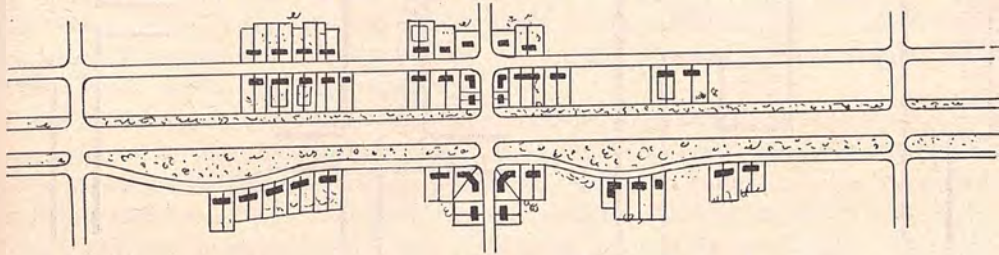


Fig. 279. — Distribuzione delle abitazioni presso le arterie di grande traffico prevista da R. Unwin nel piano regolatore della regione londinese.

sono i serbatoi dei lattivendoli, è il bestiame che va ad alimentare la città. Come si può concepire che un autoveicolo possa circolare su una carreggiata angusta in una promiscuità tanto pericolosa? Si aggiunga che assai spesso la ristrettezza delle carreggiate, affatto sproporzionata al traffico che deve servire, è aggravata dall'esistenza di binari tramviari, e non soltanto di tramvie locali, ma altresì di tramvie intercomunali che correndo in sede riservata sottraggono spazio prezioso alla circolazione ordinaria.

In generale si deve ritenere che una vasta agglomerazione urbana non possa essere servita dalle vie di accesso tradizionali, anguste e non sistemabili secondo moderni criteri. Occorre coraggiosamente affrontare il problema della creazione di nuove arterie, di ampiezza tale che sia possibile adottarvi quella separazione dei vari mezzi di locomozione su piste diverse, che sola può render facile e sicura la circolazione in queste zone.

Oggidì l'incremento sempre maggiore del traffico automobilistico ha dato impulso anche ad altri provvedimenti intesi a togliere alle strade di grande comunicazione la funzione di strade di accesso alle case. Così, ad esempio, nello studio della sistemazione della zona circostante a Londra, l'Unwin prevede una sistemazione degli abitati separata con zone verdi dalle arterie principali di traffico così da evitare l'accesso diretto dall'arteria principale alle singole abitazioni (fig. 279).

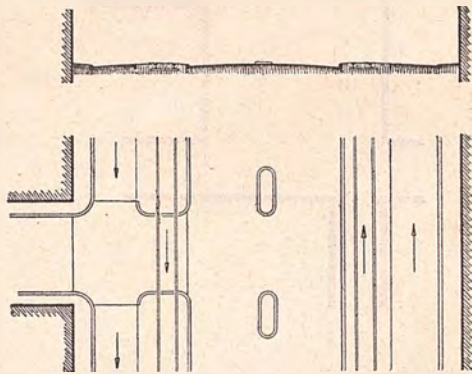


Fig. 280. — Strada con zone di sosta per veicoli (pianta e sezione).

* * *

Nello studio dei piani di ampliamento e di sistemazione occorre infine prevedere la formazione di acconci spazi per la sosta dei veicoli. È questo problema assai importante date le forti concentrazioni di veicoli che l'avvento dell'automobile ha reso possibile.

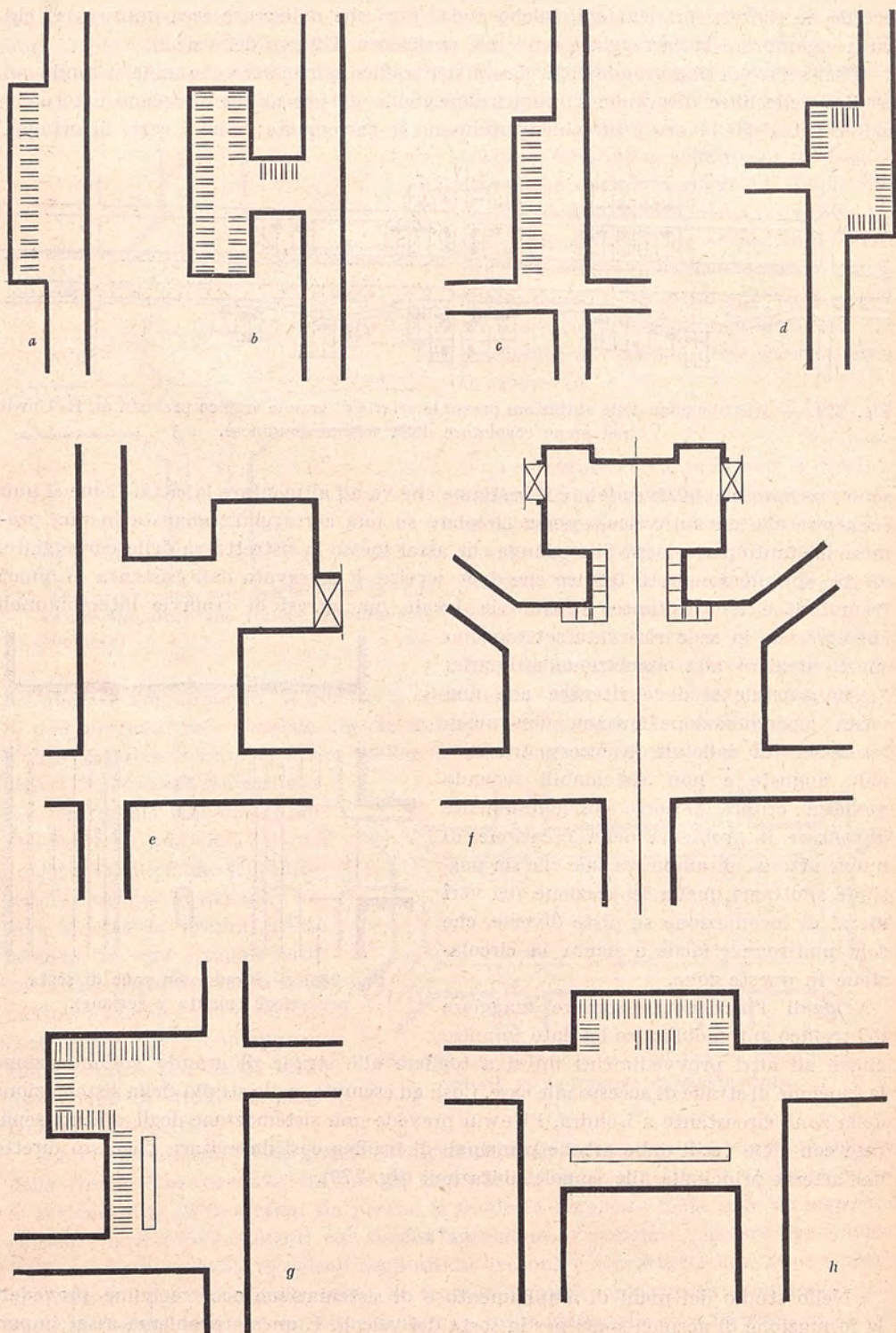


Fig. 281 *a...h* — Esempi di rientranze o di piazzette sussidiarie innestate sulle piazze o sulle vie per la sosta dei veicoli.

Il valore delle aree può essere determinante tra la formazione di piazze e la costruzione di rimesse sotterranee od aeree di uso pubblico. In ogni modo, qualunque ne sia la soluzione, occorre prevedere vie facili di accesso ai luoghi di sosta dei veicoli affinché facile ne possa essere l'afflusso e il deflusso.

Dove è possibile prevedere larghi marciapiedi, come in generale avviene nelle zone di ampliamento della città, si possono sistemare i margini dei marciapiedi stessi in modo da formarvi accessi limitati a pochi punti mediante leggeri declivi. Ciò permette ai veicoli di accostarsi alle case pel carico o lo scarico, mentre evita che il marciapiede venga usato per la corsa dei veicoli (fig. 280).

Le piazze, quando siano sufficientemente ampie, costituiscono la sede naturale del parco dei veicoli (fig. 281). D'altra parte è noto quanto sia opportuno che la circolazione nelle piazze sia guidata e incanalata mediante la conveniente distribuzione di acconcie isole spartitraffico. I due criteri che apparentemente risultano antitetici sono invece conciliabili quando si sistemino le isole in modo da poter accogliere il parco delle automobili. Conservando cioè il leggero rialzo per cui le isole si elevano sul livello della carreggiata si può mantenere a queste il loro carattere di spazi sottratti al carreggio, mentre la sistemazione di scivole in luoghi opportuni permetterà ai veicoli di accedervi senza che ne derivi pericolo ai pedoni.

Laddove lo spazio difetta occorre ricorrere ad espedienti per aumentare la superficie destinata al parco. In qualche città americana si è pensato ad un parco a due piani, costituendo un piano a livello del terreno sotto un porticato e sistemando l'altro sulla copertura piana del porticato stesso. A Parigi si è costituito di recente un grande parco sotto uno dei *boulevards*. Dei due provvedimenti, il secondo ha il vantaggio di riuscire meno ingombrante e di rispondere a migliori criteri estetici: il primo è certamente preferibile nei riguardi della sicurezza contro eventuali scoppi dei vapori di carburanti.

Si ricorda infine quanto sia opportuno che vicino agli edifici di pubblico servizio che danno luogo a forti concentrazioni di veicoli, quali sono le stazioni ferroviarie, i teatri, le banche, gli uffici postali e telegrafici, si prevedano vasti spazi di sosta per i veicoli stessi.

Non riesce sempre possibile, dato l'altro prezzo che le aree in generale hanno in questi luoghi, il sistemare spazi di ampiezza adeguata alle probabili agglomerazioni di veicoli. Perciò nelle città estere che più delle nostre soffrono di mali circolatori si tende oggi alla formazione di grandi rimesse di pubblico uso, nelle quali si possano collocare i veicoli in sosta, così come si collocherebbero su una piazza. Tali rimesse si distinguono dagli ordinari *garages* in quanto in esse non è consentito provvedere a qualsiasi riparazione, nè a rifornimenti del veicolo: esse costituiscono soltanto un effettivo aumento di superficie della pubblica piazza.

Com'è naturale lo studio dell'ubicazione di queste rimesse, e soprattutto delle vie che vi accedono, e che le collegano agli edifici di pubblico uso che devono servire, richiede particolare attenzione da parte del tecnico, soprattutto nei riguardi delle possibilità di afflusso e di deflusso contemporaneo di numerosi veicoli dalla rimessa, e nei riguardi dei disturbi che l'accesso a queste rimesse può recare alla circolazione ordinaria.

- c) Edifici monumentali e chiese nel piano regolatore — come convenga ubicarli — le case e la loro distribuzione — *zoning* — l'altezza delle case — i grattacielo — i quartieri giardino — loro forma e disposizione — creazione di quadri architettonici — difesa del paesaggio.

Se lo studio di un piano regolatore potesse seguire criteri esclusivamente teorici e se la realtà non fosse alquanto più amara del sogno, chi progetta un piano regolatore dovrebbe avere a sua disposizione non solo il proprio bagaglio di scienza ed esperienza, ma una grossa riserva di aree da fabbrica, distribuite nei vari quartieri della città, dove si potesse prevedere la costruzione dei pubblici edifici.

In questo caso soltanto sarebbe possibile la formazione di quella città ben ordinata verso la quale sono orientate le cure dei trattatisti come verso una meta che si spera, sia pure nel lontano, di raggiungere.

Non perciò è meno conveniente conoscere, sia pure nelle linee generali, quali dovrebbero essere i criteri che sarebbe desiderabile reggersero questa distribuzione perchè, sia pur parzialmente, dove appena ciò riesca possibile, essi vengano applicati.

Gli edifici monumentali costituiscono elementi caratteristici delle città e devono pertanto ubicarsi in modo che da essi possa trarsi il maggior profitto estetico.

Essi devono quindi trovarsi nelle migliori condizioni per essere osservati non solo, ma devono trovare negli edifici che stanno intorno ad essi la cornice più adatta a metterne in luce le bellezze. Il problema riguarda soprattutto i rapporti di massa tra l'edificio monumentale e gli edifici contermini: pertanto devono intervenire norme di regolamento edilizio a limitare altezze che potessero risultare eccessive, ad imporre rispondenza di dimensioni, di caratteristiche, di volumi.

In generale in una piazza converrà che un solo monumento predomini: solo in casi eccezionali, quando riesca possibile ottenere da riscontri simmetrici maggiore maestà ed imponenza, e da tali riscontri nasca una maggiore armonia, si potrà ritornare a quel criterio grandioso con cui i nostri maggiori seppero creare piazze magnifiche limitandole su ogni lato con edifici monumentali.

Assai spesso un edificio monumentale costituisce lo sfondo prospettico di una grande arteria e giustamente ne interrompe la eccessiva lunghezza. In questo caso lo studio delle proporzioni reciproche che corrono tra le dimensioni dell'edificio monumentale e l'altezza delle case che fiancheggiano l'arteria, studio che possibilmente deve compiersi partendo dall'esempio di costruzioni effettivamente eseguite, deve precedere qualsiasi decisione circa l'altezza e circa lo sviluppo da assegnarsi all'edificio monumentale.

Particolare riguardo deve avere l'ubicazione delle chiese. È chiaro che in una città ben ordinata — ed è appunto la città ben ordinata lo scopo di un progetto di piano regolatore — le chiese dovranno trovare adeguata distribuzione e frequenza, soddisfacendo esse appunto ad altra delle necessità della vita urbana. Ma altri problemi si affacciano appunto pel rapporto che questi edifici devono avere cogli altri edifici pubblici, colla rete stradale, coi servizi, colle case e coi quartieri di cui fanno parte integrante.

Esaminiamo anzitutto quali siano le caratteristiche fondamentali dell'edificio chiesa, e quando tali caratteristiche ottengano la migliore esplicazione.

La chiesa è in primo luogo un edificio monumentale per destinazione, anche quando non lo è per la sua forma esteriore. Come tale è uno degli elementi più adatti a farsi centro di bellezza, a dare carattere a località ed a quartieri. Quanti luoghi delle nostre città ricevono lustro appunto dalla presenza di una chiesa, e dalle chiese ricevono nome e rinomanza! Piazza del Duomo a Milano, S. Pietro a Roma, S. Marco a Venezia, S. Maria del Fiore a Firenze e via via.

Una strada, una piazza per la presenza di una chiesa divengono il centro estetico e morale di tutto un quartiere. Ecco perchè non può lasciarsi al caso la distribuzione delle chiese in un piano di ampliamento, non solo per ragioni demografiche, ma per ragioni effettive di piano regolatore.

È noto inoltre come nel piano regolatore di una grande città sia desiderabile prevedere un saggio decentramento delle funzioni amministrative, con che si provvede non solo al comodo dei cittadini, ma all'economia dei trasporti. Tale decentramento non può trovare la sua esplicazione che in una concorde ed armonica preveggenza degli enti pubblici, che venga a creare, vuoi per le funzioni statali, che per quelle provinciali, per quelle municipali, e anche per le grandi intraprese private, uffici staccati dagli uffici centrali, dove, secondo direttive unitarie emanate dagli uffici centrali, si compiano tutte le ordinarie funzioni colle quali lo Stato ed i privati assistono i cittadini nelle loro necessità civili.

Avremo dunque in ciascuna delle zone periferiche uno o più d'uno di quelli che sogliansi chiamare *centri civici*, dove si aggrupperanno gli edifici destinati agli uffici dello Stato, delle provincie, del comune, dove funzioneranno la posta, il telegrafo, il telefono pubblico, dove si avranno le succursali delle grandi banche, gli uffici di assistenza e via via.

In questi centri civici, i quali, appunto perchè costituiti da edifici pubblici, potrebbero essere concepiti con criteri di unità architettonica, non dovrebbe mancare la chiesa, sia per una ragione ideale, sia per una ragione pratica. Per le sue proporzioni anzi, pel suo carattere, per la sua ubicazione, la chiesa dovrebbe avere qui carattere predominante e formare l'elemento principale del quadro.

Poichè le chiese dovranno essere numerose in relazione alla popolazione dei quartieri periferici, così non sarà possibile che le chiese siano ubicate esclusivamente nei centri civici, ma si dovrà prevederne altre distribuite in altri punti del piano.

Ciò che certamente non nuoce, poichè la chiesa, elemento, come si è detto, di carattere prevalentemente monumentale, è anche elemento di varietà importantissimo nello studio di un piano regolatore, assai più efficace a rompere la monotonia dei moderni quartieri, di quel che non siano giardini, piantagioni, prospettive, piazze, sbocchi di strade.

Ora, come noi pensiamo che i centri civici non devano essere situati lungo le arterie principali della viabilità, ma in località appartate ancorchè prossime alle grandi arterie, così vorremmo che le chiese prospettassero su piazze estranee al grande traffico, lontano da pubblici servizi con esse incompatibili, come, per esempio, sono i mercati. Le chiese dovrebbero essere l'elemento dominante di nobili piazze interne, dove la decorazione s'intonasce all'intima poesia che deve regnare nel luogo, dove tutti gli edifici armonizzassero colla chiesa, quasi per onorarla in una ideale, solenne affermazione di deferente omaggio al monumento, che è segno solenne della fede del popolo, delle sue aspirazioni ultraterrene, dell'anelito verso una vita spirituale, che non si vuole dimenticare neppure nel turbine vertiginoso della febbrile vita moderna.

Così e non altrimenti il piano regolatore di una città moderna deve prevedere la distribuzione delle chiese. Non solo la loro funzione monumentale, ma la loro funzione ideale deve essere tenuta nel massimo conto.

Se una chiesa forma la prospettiva estrema di uno stradale, se una chiesa sorge al centro di una piazza, tra il verde di un giardino, se la chiesa è affiancata da edifici che le diano lustro e decoro, noi rispondiamo ad esigenze materiali e morali al tempo stesso e ornando degnamente la città, noi ritorniamo a quella bellissima tradizione nostra che ci ha dato nelle chiese non solo i maggiori monumenti, ma altresì le più mirabili sistemazioni urbane, quelle sistemazioni che sono state per tre quarti la base e il principio degli studi urbanistici.

* * *

Anche là dove non esistono edifici monumentali deve un buon piano regolatore offrire la possibilità di costruire case in modo che contribuiscano all'estetica urbana.

Si ricordi che un piano regolatore non è che carta disegnata se non consente il fabbricare convenientemente. Anche le case borghesi col loro aspetto complessivo contribuiscono a determinare la fisionomia di una città ed a caratterizzare il quadro urbano.

Certamente sotto questo riguardo poco sin qui è stato ottenuto dalle prescrizioni dei regolamenti edilizi, perchè in generale quelle prescrizioni non sono state confortate nell'applicazione dalla coscienza urbanistica degli ingegneri e degli architetti che progettano le case.

Nonostante il fiorire di prescrizioni igieniche e di norme edilizie, nonostante le vessazioni che si impongono ai costruttori per l'igiene e la bellezza, nessun freno, nessun impedimento può esser posto a che un edificio sorga in una località nella quale esso inevitabilmente creerà una disarmonia ben più grave e di conseguenza ben più sensibile, che non la sproporzione di qualche corniciatura, o la scorrettezza di qualche ornato di una facciata, sulla quale si sofferma volentieri la competenza delle Commissioni edilizie.

La casa, dai regolamenti e, purtroppo, in generale, anche dai progettisti, è considerata a sè e per sè, astraendo dall'ambiente che dovrà circondarla e al quale essa dovrà portare il suo contributo. Le nostre regolamentazioni sono essenzialmente livellatrici: una strada è larga a e l'altezza non potrà superare b . A b si deve poter arrivare ad ogni costo, anche se con ciò, per esempio, tra un gruppo di case, giunto a noi intatto dal passato nella pittoresca modestia dei loro due piani, si intercali un edificio di sei piani. Che importa? Son salvi i diritti di eguaglianza, son salvi i regolamenti: e perchè dobbiamo preoccuparci dell'estetica? Nessuno si chiede perchè allorquando si studiano i regolamenti non si introducano norme che proteggano la conservazione di determinati ambienti, che possono, anche non essendo monumentali, contribuire validamente a formare la fisionomia e la stessa estetica d'una città, e perchè non si riservino tutte ai quartieri nuovi le esercitazioni dei nuovi architetti. Forse che ciò che si creasse oggi di veramente di buono non sarebbe altrettanto, e probabilmente meglio, apprezzato, se venisse collocato in una località che ne ponesse pure in evidenza le caratteristiche?

La casa è l'elemento costitutivo della città e pertanto nella città deve collocarsi con determinati criteri di ordinamento, che mentre giovano all'effetto estetico della casa stessa, contribuiscono alla lor volta a formar l'ambiente che crea la bellezza della città.

L'importanza del considerare gli edifici nel loro complesso non sfuggiva ai nostri avi, i quali spesse volte hanno saputo, anche con edifici di architettura relativamente modesta, creare vie e piazze dove l'occhio si appaga per una pacata tranquillità di linee, dovuta a richiami di simmetria, a ricorrenze, a riscontri.

Non qui si vuol creare un culto alla simmetria, che dovrebbe celebrarsi solo con molta moderazione e discernimento, ma certo non si può disconoscere che i regolamenti attuali concedendo una libertà, che diventa licenza, permettono che su una medesima piazza accanto ad una palazzina di due piani sorga la mastodontica casa di sei piani, e magari anche permettono che un grandioso muro nudo faccia da sfondo alle grazie architettoniche di una villetta di proporzioni modeste.

Anche coloro che non amano l'eccessiva simmetria che informa l'edilizia di Torino devono ammirare i bellissimi effetti d'ambiente ottenuti in talune vie e in talune piazze, appunto ricorrendo a vincoli di linee che non hanno certamente pesato troppo sui costruttori. Veggansi, ad esempio, la piazza Carlo Felice, la piazza S. Carlo, la piazza Vittorio Emanuele.

Sarebbe possibile nelle odierne città e coi nostri regolamenti raggiungere effetti consimili? E perchè non dobbiamo studiare il modo di introdurre nei regolamenti edilizi, che devono integrare i piani regolatori, norme le quali si preoccupino un poco dell'estetica generale della città, la quale, forse perchè non caduca, ha importanza ben maggiore dell'estetica dei singoli edifici?

* * *

Un metodo inteso a metter ordine nell'edilizia urbana e che ha avuto fortuna in questi ultimi anni è stato adottato primamente dagli americani e si è poi diffuso anche nei paesi dell'Europa settentrionale. Si vuol accennare alla sistemazione della città per zone edificatorie o *zoning* che ha potuto avere applicazione integrale là dove si trattava di costruire città *ex novo* o di procedere a vasti ampliamenti delle città esistenti, e invece è stato applicato in forma per dir così attenuata alle vecchie città ed alle città ad espansione lenta.

Già in antico le città avevano avuto sistemazioni per quartieri. Nell'antica Roma le varie arti e mestieri e le botteghe relative si aprivano su vie diverse: il Medioevo ci ha dato, in quasi tutte le città, vie di caratteristiche diverse, e si ebbero le vie degli orafi, dei fabbri, ecc., che spesso ricordano ancora colle denominazioni attuali questa loro passata destinazione.

Questo ordine di vedute fu tramandato attraverso ai secoli e ancora attualmente noi vediamo questo o quel rione nuovo delle moderne città destinato a professioni distinte; rione ferrovieri, rioni per marinai, villaggi di giornalisti, ecc., proposti ed anche eretti. Ciò tuttavia non deve essere confuso con la divisione moderna in zone cittadine, per quanto sia una, per così dire, primitiva concezione delle moderne vedute.

Seppure questi speciali rioni — ove sono sorti — mantengano caratteristiche loro proprie, ciò non è valso a evitare che le città continuino a svilupparsi come accozzaglie di costruzioni non omogenee per scopo e utilizzazione, ma anzi troppo spesso di carattere contrastante gravemente le une colle vicine.

Stabilimenti industriali sorsero in mezzo alle case d'abitazione: fabbricati per uffici sono circondati da case d'abitazione e case altissime tolsero il respiro a belle villette da poco costruite, e fabbricati scolastici sono circondati da vie polverose di intenso transito commerciale e industriale e persino gli ospedali e i cimiteri rimasero racchiusi in rioni di intensa densità di popolazione e di rumoroso e polveroso movimento cittadino.

Il moderno concetto di edilizia urbana considera invece la costruzione dei nuovi settori di una città come un complesso organico dal punto di vista tecnico ed artistico, complesso nel quale si deve tenere conto di tutte le previdenze necessarie all'igiene e al traffico, oltre che dei concetti artistici e di collegamento dei nuovi quartieri col quadro generale della città.

La fabbrica coi suoi capannoni, colle sue ciminiere, colle sue caratteristiche, proprie dell'industria che vi si svolge, ha una bellezza sua, che porta invece a stonature enormi quando essa sorge in una zona non industriale, in mezzo a palazzine o ville o quando la fabbrica è camuffata e mascherata da una architettura di ripiego.

La fabbrica deve sorgere nell'ambiente industriale, la villa nelle zone a giardino, le case d'abitazione in altri settori, gli uffici possibilmente in altre parti centrali della città a ciò specialmente destinate e così via.

Si vengono a questo modo a creare quartieri nuovi di caratteristiche omogenee, con vantaggio grandissimo non solo dell'estetica, ma anche dell'igiene degli abitati.

In ognuna di queste zone allora, ferme restando solo le caratteristiche generali delle costruzioni che vi possono sorgere, può essere lasciata maggiore larghezza e libertà ai progettisti dei singoli fabbricati.

Lo *zoning* può dunque soddisfare esigenze architettoniche, pratiche ed igieniche.

* * *

Qualora lo *zoning* potesse integralmente applicarsi — e abbiamo detto che l'applicazione integrale può raramente attuarsi per le ragioni pratiche che più oltre esporremo — esso rappresenterebbe dunque la soluzione ideale del problema estetico delle città, non meno che dei problemi di viabilità e d'igiene.

In realtà gli americani stessi, primi progenitori dello *zoning*, lo considerano come un passo, un gradino compiuto verso il raggiungimento di un ideale. Esso rappresenta un miglioramento in confronto delle condizioni preesistenti, non già un provvedimento ideale nel senso assoluto. In realtà lo *zoning* anche in America è stato applicato nelle maggiori città, New York, per esempio, come un compromesso tra ciò che la città è attualmente e quello che essa dovrebbe essere. In generale lo *zoning* anche in America ha voluto essere la sanzione legale di uno stato di fatto già delineatosi nell'edilizia urbana, inteso a determinare in modo assoluto lo sviluppo dei vari quartieri secondo precise direttive che armonizzassero col piano regolatore, piuttosto che un elenco di limitazioni alla libertà di fabbricare come esso avrebbe potuto risultare se nell'applicazione alle città esistenti non fosse intervenuto il senso pratico fondamentale della legislazione americana, il quale ha sentito la necessità di conservare i valori sociali ed economici esistenti e di non disturbare situazioni già determinate.

Uno *zoning* ideale dovrebbe raggiungere principalmente gli scopi seguenti. A qualsiasi area da fabbrica deve essere assicurata una conveniente quantità di aria e di luce. Alle aree destinate ad edifici commerciali ed industriali deve essere garantito un giusto rapporto tra la massa degli edifici e le larghezze stradali affinché sia possibile piena libertà di movimenti alle persone ed alle merci. Alle aree destinate alla costruzione di case d'abitazione deve assicurarsi sufficiente provvista di spazi alberati o a prato e campi di svago per ogni età della popolazione. Si deve curare che le aree destinate ad abitazione siano a distanza non eccessiva dagli uffici centrali e nello stesso tempo provvedere perchè esse si trovino in luoghi sufficientemente tranquilli perchè la casa riesca riposante per chi la abita. Si deve infine curare la formazione di centri d'affari secondari in modo che essi distino dalle case d'abitazione così da poter essere agevolmente raggiunti.

Ciò premesso si comprende come non sia possibile dettare norme precise per la divisione di una città in zone: tale divisione non può essere fatta che dopo ampio e profondo studio della speciale situazione topografica ed orografica, delle condizioni generali della vita economica, delle caratteristiche dell'attività commerciale ed industriale, delle condizioni di clima, della posizione ed importanza delle sue zone artistiche ed archeologiche, della configurazione e dell'aspetto generale della città: elementi tutti variabilissimi da luogo a luogo, e che quindi impongono diversità di soluzioni.

Occorre tuttavia non dimenticare che la introduzione in un piano regolatore di zone con speciale destinazione, se crea indubbi vantaggi alla generalità, ed anche a singoli proprietari, costituisce sempre una limitazione del diritto di disporre delle proprietà, e determina sulle aree da fabbrica una servitù di piano regolatore che si aggiunge alle restrizioni imposte dai regolamenti edilizi. Pertanto lo *zoning* ha importanti riflessi economici, in quanto fa aumentare o diminuire il valore dei terreni fabbricabili.

Il valore delle singole aree infatti non dipende solo dalla posizione delle aree stesse, ma anche da quella che può essere la loro maggiore o minore sfruttabilità.

Un terreno di una zona a giardini, edificabile con fabbricati a due o tre piani, che coprano $\frac{1}{3}$ o $\frac{1}{4}$ dell'area disponibile subirà uno sbalzo, che potrà essere anche assai notevole, nel valore unitario, ove esso sia invece compreso in una zona vicina edificabile con case in serie chiusa di quattro o cinque piani.

L'adozione di un piano regolatore di ampliamento a zone, per non danneggiare i cittadini dovrebbe quindi estendersi soprattutto alle aree contermini ai maggiori centri, quando queste aree non sono ancora da considerarsi terreni edificabili, ma fondi rustici; quando cioè il loro valore non è dato dalla loro suscettività quali aree fabbricabili, ma dal raccolto che essi producono.

L'attività edilizia privata, anche quella iniziale della lottizzazione delle aree deve essere prevenuta e guidata, mentre in quasi tutte le città e per quasi tutti i piani regolatori gli enti pubblici finiscono coll'essere rimorchiati dall'opera dei privati, che per scopo speculativo tendono a trasformare i fondi rustici prossimi alla città in aree fabbricabili, che hanno maggior valore dei terreni agricoli.

* * *

Lo *zoning*, come si è detto, deve in primo luogo prefiggersi di assicurare a tutti gli edifici sufficiente aereazione ed illuminazione. È necessario che in ogni finestra possa penetrare il sole almeno per un'ora al giorno e tale condizione determina le distanze reciproche degli edifici in relazione alla loro altezza, nonché il rapporto tra aree libere e superfici fabbricabili. In generale nelle zone più eccentriche si può richiedere una distanza reciproca degli edifici pari a due volte la loro altezza: dove i terreni raggiungono maggior valore si può scendere fino al rapporto altezza pari a distanza. Il rapporto tra aree fabbricate e superfici libere può partire da un minimo di 20% e salire sino al 50% per aree di alto valore economico. Naturalmente nel fissare questi elementi occorre tener conto del carattere delle costruzioni poichè altro è la costruzione di case isolate, altro la costruzione chiusa che dà luogo alla formazione di cortili.

Nella zona degli affari si ritiene sufficiente in generale il commisurare l'altezza degli edifici alla larghezza stradale. Particolari concessioni possono farsi per gli edifici eretti in angolo a strade. Conviene però distinguere due tipi di quartieri d'affari, poichè non possono essere equiparati i quartieri d'affari centrali, che in generale insistono su aree di alto prezzo, con quartieri d'affari periferici dove il rapporto tra altezza degli

edifici e larghezza stradale può scendere a 1 : 1. Sempre nei quartieri centrali deve ammettersi la possibilità della costruzione di edifici-torre, come si dirà più oltre.

Concetto fondamentale nel fissare queste norme deve sempre essere l'assicurare luce ed aria agli edifici senza dimenticare il lato economico del problema, e quindi mirando a raggiungere lo scopo senza inutili sprechi: e proporzionare le strade al traffico probabile che sarà generato dai singoli tipi di edifici.

Nel determinare i singoli tipi di zone non è consigliabile di eccedere in specificazioni e in divisioni. La classificazione deve stabilirsi per sommi capi in modo preciso e decisivo.

La divisione fondamentale si stabilisce in generale a seconda della destinazione degli edifici: zone residenziali, zone commerciali, zone industriali.

Ciascuna di queste si suddivide poi in zone di secondo ordine a seconda del tipo degli edifici. Si possono così avere a seconda dei casi tra le zone residenziali le zone delle costruzioni a filari, delle casette familiari, delle case ad appartamenti, delle costruzioni chiuse, delle palazzine, delle case economiche, delle case popolari. Le zone commerciali possono essere centrali e periferiche. Le zone industriali potranno riferirsi alla grande ed alla piccola industria.

In generale, ripetiamo, non è desiderabile una suddivisione minuziosa, che può creare difficoltà di applicazione. Non si deve però evitare di scendere a suddivisioni quando ciò sia consigliato dall'opportunità di dotare taluni quartieri di speciali apprestamenti: come speciali pavimentazioni, speciali impianti di approvvigionamento d'acqua e di prevenzione incendi, formazioni di giardinetti e di viali alberati e così via.

La separazione tra le zone non deve essere troppo brusca, ed anzi oggigià la tendenza è di temperare lo *zoning* assoluto incastrando le zone l'una nell'altra, così da creare comodi ed opportuni avvicinamenti, come per esempio là dove si tratta di costruire case alte lungo un'arteria principale avvicinandole a stabilimenti industriali situati entro le grandi maglie delle arterie di traffico.

È evidente che la linea separatrice di due zone non dovrà correre lungo l'asse di una strada principale affinché non si abbiano differenti tipi di edifici sui due lati di una strada. Analogamente una piazza non potrà appartenere a zone differenti. Insomma si dovrà evitare di creare contrasti stridenti e prospettive antiestetiche.

Un cenno particolare merita la zona centrale degli affari che per lo più sorge sui terreni di più alto valore economico. In questa zona si deve prevedere il sorgere di edifici di altezza eccezionale, ai quali, per le ragioni che si esporranno più oltre, conviene dar la forma di torre. Occorre pertanto dettare norme che disciplinino il sorgere di simili edifici. In pratica ha dato ottimi risultati in America il prescrivere per questi edifici un angolo di incidenza della luce non superiore a 45°. Se la strada è larga m. 30 l'edificio può elevarsi a m. 30. L'edificio può avere una profondità massima misurata dalla linea stradale, pari a m. 25 per uno sviluppo della fronte eguale al 60% fino all'altezza di circa m. 8. Sulla rimanente parte della fronte la massima profondità del corpo di fabbrica non deve superare m. 15. Ognuno di questi edifici deve essere provvisto di uno spazio destinato a parco di veicoli nello stesso edificio o nell'area ad esso annessa. Tale area può essere coperta talchè ne deriva che tutta l'area da fabbrica per l'altezza di m. 4,50 può essere coperta. La rimanente altezza fino a raggiungere m. 8 nella zona posteriore dell'edificio può essere occupata da locali illuminati da lucernario. L'edificio deve essere contenuto in un profilo che si traccia conducendo la verticale dal margine stradale opposto fino a m. 8 d'altezza: conducendo di qui una linea inclinata di 45°: indi conducendo una linea inclinata di 45° da un punto situato a m. 8 dal confine posteriore del lotto da fabbrica fino ad incontrare la linea precedente. Queste limitazioni assicurano anche ai locali pro-

spicenti verso l'interno sufficiente illuminazione. Sopra i m. 30 di altezza è permesso costruire corpi di fabbrica in forma di torre purchè siano arretrati di m. 8 dal ciglio stradale, non abbiano lati superiori a m. 15, non occupino più del 25% dell'intera area e la massa complessiva dell'edificio, compresa la torre non superi il massimo di cubatura che l'edificio avrebbe potuto raggiungere se la torre non fosse esistita (fig. 282). Questo compenso di volumi permette di conservare il giusto rapporto tra il volume dell'edificio, il traffico che esso produce e gli spazi liberi e rappresenta un corrispettivo di luce ed aria agli edifici vicini per la concessione di costruire la torre.

Come si vede, la determinazione delle zone edificatorie in un piano ha notevolissima influenza sull'aspetto della città. È chiaro che altra sarà la forma e la dimensione delle strade in un quartiere a casette, altra in un quartiere industriale, altra in un quartiere residenziale. È appunto un beneficio dello *zoning* il poter dare ad ogni quartiere l'attrezzatura urbana più conveniente allo scopo, a cominciare dalla dimensione degli isolati da fabbrica, che saranno piccoli nei quartieri di casette, medii per quello di case, grandi e grandissimi nei quartieri industriali.

Perciò il progettista dovrà andar assai cauto nella distribuzione delle singole zone, tenendo conto soprattutto dello stato di fatto costituitosi e del valore che i terreni edificatori hanno assunto, non dimenticando mai che la

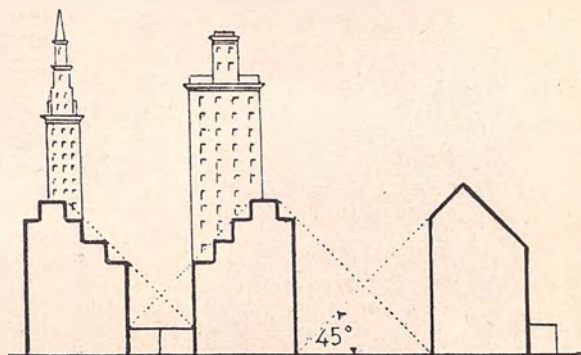


Fig. 282

divisione della città in zone edificatorie crea un nuovo ordine di servitù, ma queste sono bene accettabili da tutti quando si adeguino alle condizioni esistenti e non solo turbino il meno possibile interessi precostituiti, ma offrano vantaggi traverso una meglio ordinata utilizzazione della proprietà.

Se non si vuol fare dello *zoning* puramente teorico, nel distribuire le varie zone si deve sempre tener presente che la zona non può e non deve mai considerarsi per sé stante, ma nei suoi rapporti colle altre zone edificatorie. Non è il caso qui di ripetere quanto fu detto nei riguardi delle città monocentriche o policentriche. Ogni città per ragioni storiche o per ragioni di traffico può preferire l'una o l'altra tendenza. Certo però nelle città maggiori dove più spesso si tende allo *zoning* e dove i percorsi riescono maggiori, è desiderabile la formazione di centri secondari accanto al centro principale. È qui il caso di un policentrismo temperato, che riesce particolarmente vantaggioso.

È ovvio infatti che ogni quartiere deve disporre dei servizi necessari ai bisogni fondamentali della vita, così i negozi dei generi di prima necessità, la scuola elementare, la sezione dei servizi municipali, ecc. dovranno sorgere in ogni quartiere, e i rispettivi fabbricati dovrebbero uniformarsi alla caratteristica generale della zona nella quale sorgono; d'altra parte determinati servizi potranno svolgersi esclusivamente nella zona o nelle speciali zone colle quali hanno attinenza.

Policentrismo e città divisa in zone non devono essere termini antitetici, anzi la divisione in zone renderà più pratico il traffico e contribuirà a rendere meno affollato il centro urbano.

La zona o le zone industriali, ad esempio, dovranno essere collegate fra loro e con gli scali merci a mezzo di strade e di tranvie che non passino dal centro; i grandi mercati della verdura, frutta, carni, ecc. dovranno essere comodamente collegati colla ferrovia,

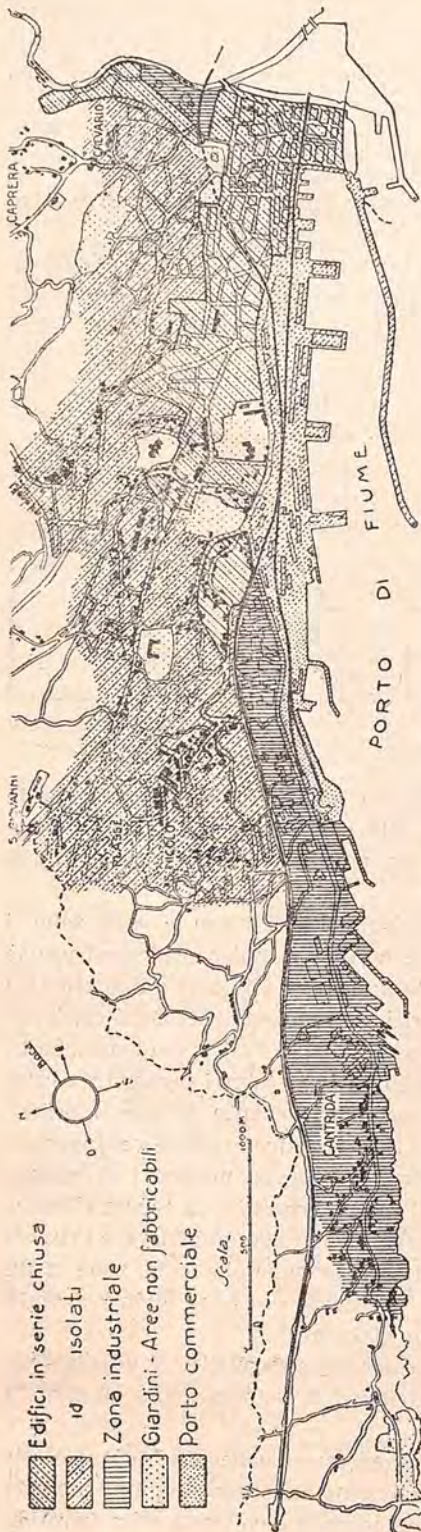


Fig. 283. — Zone edificatorie nel piano regolatore di Fiume.

le banchine dei porti e le strade provinciali, e così via, queste varie zone, diverse per caratteristiche, affari, traffico, si collegheranno fra loro; ed è ovvio che lo saranno pure col centro, ma senza necessità di attraversarlo per le relazioni fra di esse, e congestionandolo meno di quanto avvenga nelle città policentriche non divise in zone.

Lo studio della divisione della città in zone è quindi connesso intimamente con quello dello sviluppo del traffico e della viabilità cittadina, in quanto deve, ove possibile, avvicinare e raggruppare le zone che hanno maggiori e più frequenti rapporti fra di loro.

In conclusione la divisione delle grandi moderne città in zone edificatorie è praticamente e razionalmente attuabile senza trascurare le altre previdenze ideate per migliorare il traffico e la viabilità e per rendere più agevole, più igienica e più comoda la vita cittadina; sembra anzi essere questa la soluzione più razionale, da tenere presente dai tecnici chiamati allo studio dei piani regolatori e di ampliamento delle maggiori nostre città.

* * *

Un esempio di piano regolatore nel quale è stato adottato il criterio della ripartizione per zone è offerto in Italia dalla città di Fiume la quale sta attuando un piano che era già in vigore al momento dell'annessione (fig. 283).

L'intero territorio della città di Fiume è formato da varie isole costruttive. Si ha un centro urbano, destinato ad edifici in serie chiusa (case d'abitazione e uffici) qua e là interrotto da zone verdi a giardino. Verso il mare una striscia di terreno è destinata al porto commerciale e ai fabbricati interessanti il traffico. La parte più alta della città, pure con zone di aree verdi non fabbricabili, è destinata a edifici isolati (ville e casette) e infine ai lati della città propriamente detta, si stendono le aree prestabilite per le costruzioni industriali.

Un altro piano in corso di approvazione nel quale è stata adottata la ripartizione in zone è quello di Trieste (fig. 284).

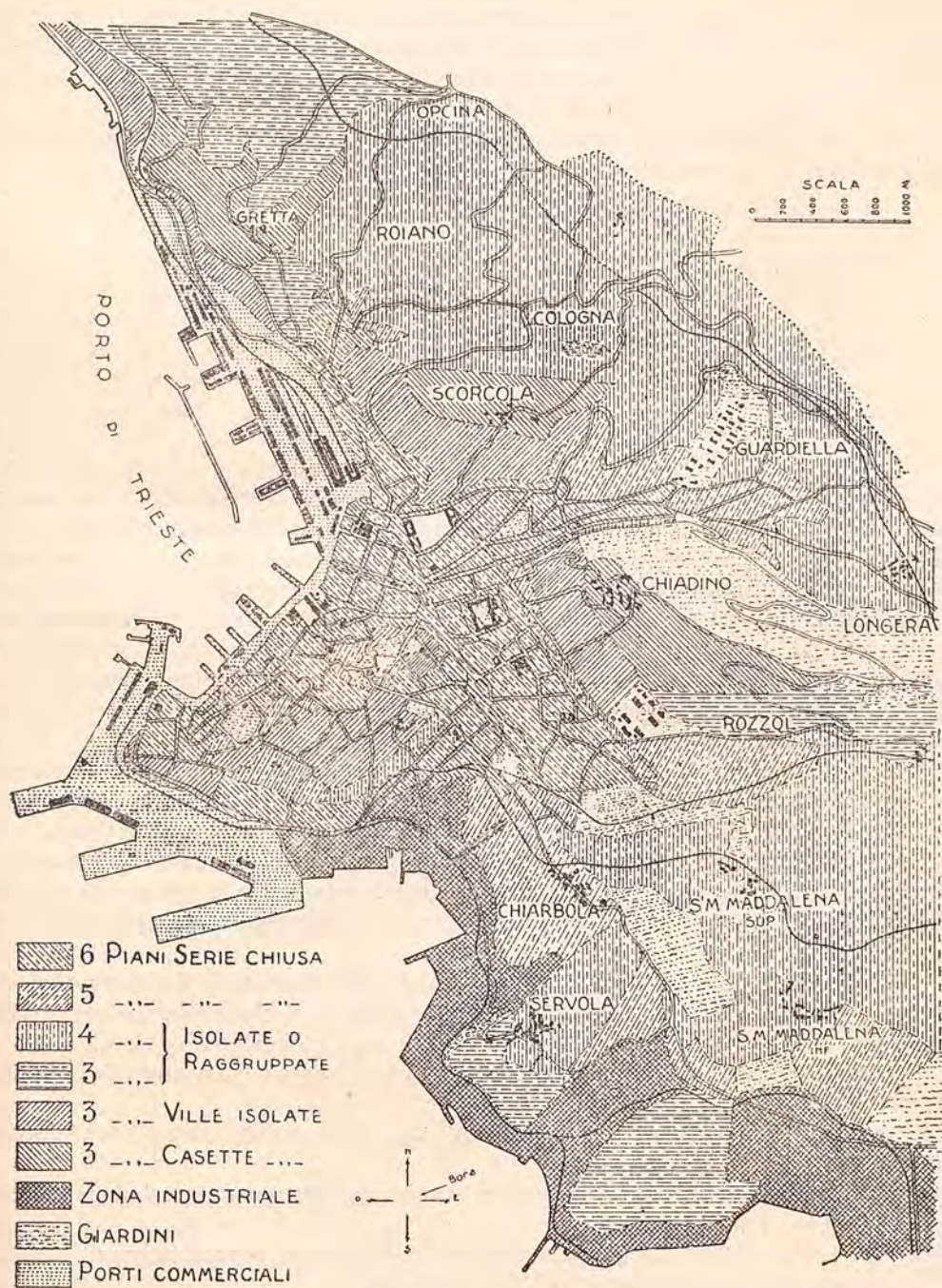


Fig. 284. — Zone edificatorie nel piano regolatore di Trieste.

Tutta l'area contemplata dal piano regolatore fu suddivisa in zone in ognuna delle quali a seconda dell'ubicazione non potrà essere sorpassato un dato limite nella densità di edificazione. Entro queste zone sono poi riservati gli spazi per edifici pubblici, per viali e per giardini.

Con tale divisione non solo si precisano diritti e oneri di ogni singolo proprietario nei riguardi dell'edificazione, ma si distribuiscono e si equilibrano le masse edificate della città con speciale riguardo al paesaggio, alle bellezze panoramiche e all'importanza storica e artistica dei monumenti esistenti.

La densità massima è naturalmente ammessa nella zona della città interna e il piano regolatore prevede 9 tipi di zone e precisamente:

1. Serie chiusa di case con un massimo di 6 piani.
2. » » » » » » » » » 5 »
3. Gruppi di case e case singole con un massimo di 4 piani.
4. » » » » » » » » » 3 »
5. Ville isolate con un massimo di 3 piani.
6. Casette » » » » » 3 »
7. Zona industriale.
8. Giardini e aree non edificabili.
9. Porti commerciali.

Salvo per la zona centrale, che ha continuità, pure abbracciando e includendo zone destinate a case di minore altezza e zone a ville, le altre zone non hanno continuità e si hanno più zone destinate a case di 4 piani, diverse zone per ville, parecchie per casette utilizzando le caratteristiche del terreno e lasciando abbastanza ampi spazi verdi. Questi effettivamente sono assai più estesi di quanto appaia a prima vista, giacchè il regolamento edilizio, compilato insieme al piano regolatore, prescrive che nelle zone destinate a villini e casette isolate ogni costruzione non deva occupare più di $\frac{1}{3}$ dell'area del lotto su cui sorge, netta di strade anche private e quindi $\frac{2}{3}$ di queste zone sono pure destinate a giardini.

Merita infine particolare menzione lo *zoning* temperato previsto dal piano regolatore di Roma. Si deve premettere che le particolari condizioni della proprietà nella zona circostante alla città permettevano qui meglio che altrove l'adozione della ripartizione degli edifici per zone e che pertanto l'esempio può valere in quanto si presentino analoghe situazioni, o almeno come indicazione del metodo che in misura più o meno larga conviene adottare per ottenere, sia pure parzialmente, i vantaggi che lo *zoning* può offrire.

Il regolamento che disciplina l'attuazione del piano regolatore di Roma prevede zone destinate a palazzine, a villini, a villini signorili, a parco privato, a costruzioni intensive, a casette a schiera, a orti-giardino, a zone industriali.

Nelle zone destinate a palazzine le costruzioni devono presentare le seguenti caratteristiche:

- a) fronti non maggiori di m. 28 elevabili a m. 38 se con ritiri parziali non inferiori a metri 4;
- b) altezza massima di m. 19 comprendente non più di 3 piani oltre il piano terreno sopraelevato dal suolo;
- c) distacco del fabbricato di almeno m. 5,70 da ogni confine interno;
- d) soluzione architettonica di tutti i prospetti.

Possono essere consentite sopraelevazioni parziali per una superficie non superiore ai $\frac{2}{3}$ di quella coperta.

Nelle zone destinate a villini le costruzioni devono essere isolate dalle vie, con distacco dal filo stradale e dai confini non inferiore a m. 4. Devono essere composte di non più di due piani oltre il piano terreno sopraelevato dal suolo, e non possono coprire una superficie maggiore di mq. 100 più un quinto della superficie totale dell'area

sulla quale sorgono. Può essere permessa qualche parziale sopraelevazione quando questa contribuisca al decoro del fabbricato e comunque per uno spazio non superiore ai $\frac{2}{3}$ della superficie coperta. Le costruzioni devono avere vedute a prospetto su tutte le fronti ed essere circondate da spazio coltivato a giardino, nel quale normalmente è permesso di costruire edifici costituiti dal solo piano terreno e in giusto rapporto di proporzioni con le misure del fabbricato principale e dell'area riservata a giardino. Ogni villino non può avere una superficie coperta minore di mq. 130.

Nelle zone destinate a villini signorili l'area coperta non può superare $\frac{1}{6}$ dell'area totale ed il distacco della costruzione, sia dalla strada, che dai confini, non deve essere inferiore a m. 6. Ogni villino non deve avere una superficie coperta minore di mq. 250, esclusi gli accessori.

Nelle zone destinate a ville signorili l'area coperta non può superare $\frac{1}{15}$ dell'area totale ed il fabbricato deve avere distacchi dalla strada e dai confini delle proprietà adiacenti non minori della sua altezza.

Nelle zone destinate a parco privato è consentita la costruzione a condizione che i fabbricati abbiano carattere di lusso, siano isolati ed abbiano una superficie, indipendentemente da quella occupata per costruzioni accessorie, non superiore ad $\frac{1}{20}$ dell'area totale annessa, con rispetto delle alberature esistenti e delle esigenze ambientali.

Nelle zone destinate alla costruzione di casette a schiera è consentita la costruzione di aggruppamenti di non meno di sei alloggi popolari, composti di due piani oltre il semi-interrato.

Nelle zone destinate ad orti-giardino è vietata qualunque costruzione che non sia riconosciuta indispensabile per provvedere ai bisogni della coltivazione.

Nelle zone industriali può essere permessa la costruzione di case ad uso di civile abitazione, solo quando ne sia fatta richiesta da proprietari di stabilimenti già sorti o in corso di costruzione e quando ne sia dimostrata la necessità per il migliore rendimento dell'industria in detti stabilimenti esercitata o da esercitare.

Da quanto si è detto risulta evidente quanto vantaggiosa possa essere l'applicazione dello *zoning* nello studio dei piani regolatori, ma risulta pure chiaro quante siano le difficoltà di diversa natura che si oppongono in Italia all'applicazione di uno *zoning* integrale.

I temperamenti introdotti tendono a snaturare e a diminuire l'efficacia del provvedimento. Forse si potrebbe giungere ad uno *zoning* sufficiente traverso un congegno di regolamento edilizio che offrisse particolari facilitazioni costruttive a coloro che edificassero le loro costruzioni nelle zone ad esse particolarmente destinate dal piano regolatore.

* * *

Circa l'altezza da assegnarsi alle case si è già detto in parte trattando dello *zoning*. Qualche parola però deve aggiungersi nei riguardi dei grattacieli considerati dal punto di vista urbanistico, in quanto la questione dell'opportunità o meno di concedere la costruzione di edifici elevatissimi è tra le più dibattute nel campo degli studiosi d'urbanismo non meno che nel campo pratico.

Il problema deve essere esaminato senza pregiudizi e senza preconcetti. Per molti nominare un edificio alto significa parlare di grattacielo, parlare di grattacielo significa evocare la visione degli enormi parallelepipedi trapuntati di finestrelle che si agglomerano giganteschi sull'estrema punta di Manhattan. In realtà non è assolutamente necessario il giungere a tali estremi di cattivo gusto e allora... il combattere il grat-

taciolo può rientrare in quel concetto estetico generale per cui si devono combattere le case brutte, le case che non si legano all'ambiente nel quale sorgono, le case che rovinano esteticamente gli edifici a loro vicini, e si devono combattere sempre qualunque sia la loro altezza.

Possiamo noi, italiani, noi che nella nostra storia secolare troviamo tanti esempi per cui artefici sommi seppero dar forma d'arte alle più modeste e alle meno nobili manifestazioni della necessità, possiamo noi aprioristicamente negare che un geniale architetto possa imprimere anche ad un edificio di questo genere un aspetto artistico?

Dobbiamo anzitutto tener conto di tutto quanto è stato progresso della tecnica, sia nei metodi costruttivi, sia nell'allestimento dei materiali.

Se i padri nostri poterono erigere monumenti meravigliosi ad altezze per quei tempi strabilianti (pensate che cosa dovevano essere le altezze della cupola di S. Pietro o della guglia maggiore della Cattedrale di Milano quando le case in generale contavano sì e no tre piani) perchè non dovremo noi, che conosciamo la scienza delle costruzioni, che sappiamo le audacie delle fondazioni pneumatiche, e dei ponti metallici, perchè non dovremo costruire edifici di altezze anche maggiori di quelle a cui la pratica empirica del costruire ci fa edificare le nostre case?

Che altro è in fondo il grattaciolo se non una gigantesca torre di proporzioni ben maggiori di quelle abituali? E non ha la nostra architettura tradizioni gloriose in questo campo? e non mostrano gli stessi esempi americani che il grattaciolo a torre è sempre quello che per la distribuzione delle sue masse soddisfa meglio il nostro occhio?

Il grattaciolo tipo torre evita anzitutto i frontispizi dei divisori, che, brutti già nei casi ordinari, divengono insopportabili per case alte un centinaio di metri. Eppoi la torre che si estolle su una rilevante altezza per contenere i suoi cinquanta, sessanta piani, si armonizza nelle sue proporzioni col complesso del rimanente edificio, anche quando questo raggiunga altezze che consentano quindici o venti piani.

Altro punto di discussione. Il grattaciolo può, deve costruirsi ovunque in una città? Ritorniamo su un concetto di carattere generale altre volte esposto a proposito di tutti gli altri edifici. La casa è il più importante elemento costitutivo della città: e non deve pensarsi per sè stante, senza riflettere ai rapporti che essa ha colle altre case, colle strade che costituiscono la città.

Più che mai questo concetto deve affermarsi nel caso dei grattaciolo. Anche il grattaciolo deve per quanto è possibile apparire elemento integratore del quadro complessivo offerto da una via o da una piazza, non già perturbare l'impressione estetica che l'ambiente deve dare.

Nelle nostre città pertanto il grattaciolo — sempre del tipo a torre — non potrebbe sorgere ovunque. Esso richiede ampiezza di visuali per essere apprezzato dall'occhio e rientrare nel quadro formato dalle altre case. Se su un lato di una via larga venti, trenta metri dovessimo contemplare il cacume di un edificio alto cento o centocinquanta metri non otterremmo che un antipatico effetto di scorcio delle linee architettoniche dell'edificio e... un forte dolore alla nuca dopo pochi istanti della nostra contemplazione. Esempio calzante il caso della Mole Antonelliana di Torino, la quale non ha innanzi a sè prospettive degne delle sue notevolissime proporzioni.

Occorre sempre ricordare che nei riguardi dell'estetica urbana altezza degli edifici e larghezza delle strade hanno un rapporto assai più importante di quello che non sia come semplice disposizione di regolamento d'igiene. È dall'armonia di queste due dimensioni che può nascere la bellezza di una strada, anche quando gli edifici presi singolarmente siano mediocri o brutti.

Pertanto un grattacielo o un edificio di altezza notevole non dovrebbe costruirsi che in località particolarmente adatta: per esempio a chiudere lo sfondo di una allea rettilinea assai ampia (intendonsi ampiezze di ottanta, cento metri), ovvero al nodo di strade larghe ed importanti, dove possa contornarsi di vasti giardini. Elemento come esso è di un'architettura moderna, il grattacielo deve prevalentemente trovare posto nei moderni quartieri della città, dove accanto a tante altre manifestazioni dell'arte del costruire dei tempi nostri potrebbe essere tramandato al giudizio sereno della storia.

Ma il grattacielo non ha riflesso solo sulle strade e sugli edifici che lo attorniano. Esso entra nel profilo delle città, in quel profilo che ci rivela da lungi la fisionomia di ogni luogo, in quel profilo per cui le cupole di S. Marco ci annunciano Venezia e la mole di S. Pietro ci fa sentire la maestà di Roma, in quel profilo per cui la torre di Giotto esprime sinteticamente luoghi che non son quelli della maggior guglia della Cattedrale milanese.

Ora non può senz'altro affermarsi che l'erezione di un grattacielo deturperebbe il profilo delle nostre città. Il carattere distintivo delle nostre città, quel carattere che ne definisce la fisionomia deriva appunto da quegli edifici di altezza anormale, a quegli edifici caratteristici che si levano sulle altezze uniformi previste dai regolamenti edilizi. Le torri di S. Gemignano, le torri bolognesi, le torri bresciane parlano al nostro sentimento assai più della sterminata distesa di case ad altezza uniforme che tende ad uguagliare tra loro le città più diverse per costumi, per ubicazione, per carattere.

Pertanto il grattacielo può essere eccellente partito decorativo della città per casi isolati e per condizioni tutt'affatto speciali di particolari quadri urbani. Come tale, come monumento soprattutto, il grattacielo può contribuire alla bellezza della città. Ma come elemento ordinario ed abituale della formazione della città, invece il grattacielo dovrebbe essere proscritto.

A questo proposito non sembra inutile spendere qualche parola per sfatare il pregiudizio che vorrebbe trovare nel grattacielo la soluzione del problema economico della casa.

Ammettiamo come superate tutte le difficoltà d'ordine tecnico che, nella costruzione dei grattacieli, rendono economicamente non convenienti nei riguardi costruttivi simili edifici, se destinati a scopo di abitazione. Consideriamo invece solo la questione dei rapporti tra la strada e le nuove case.

Non deve dimenticarsi lo stretto rapporto che intercede tra l'altezza delle case e la larghezza delle strade, verso le quali le case prospettano, poichè un conveniente rapporto di tali dimensioni non è richiesto dai soli criteri igienici, ma altresì da criteri di circolazione stradale.

Nella Broadway di New-York, arteria che si sviluppa per parecchi chilometri, allorchè si chiudono gli uffici affluisce una folla enorme, commisurata dalla capacità media di 10.000 persone per ciascuno dei molteplici grattacieli che limitano quella via. Questa enorme folla, che ad ore fisse, si riversa sulla Broadway cerca inutilmente sfogo nelle 12 *avenues* principali, larghe 30 m. che servono il quartiere: la strada si congestionava ed è insufficiente a contenere le migliaia di autoveicoli che dovrebbero, unitamente alle tranvie e alle ferrovie urbane sfollare tanta massa di popolazione e trasferirla nelle zone suburbane. Anche laddove si raggiunge solo l'altezza, moderata per l'America, di 15 o 20 piani la densità della popolazione raggiunge un abitante per 2 mq. e si comprende che le strade che intersecano un quartiere tanto denso dovrebbero avere ampiezza altrettanto maggiore.

Per questa ragione nella stessa New-York dove particolari ragioni di ubicazione della città hanno fatto sembrare necessaria la costruzione dei grattacielo, come unico espediente per raccogliere tutti gli uffici e i centri d'affari della grande metropoli su una stretta zona di terreno, nella stessa New-York oggi si va facendo sempre più forte l'opposizione ai grattacielo, considerati come costruzione normale, pure riconoscendosi che essi possono costituire un'eccezione e come tali possono riuscire ammissibili. La potenzialità delle strade, affatto insufficienti al traffico provocato dall'addensamento di popolazione dipendente dalla costruzione dei grattacielo, ha praticamente messo un limite a tali costruzioni.

Neppure si deve credere che l'aumentare il numero dei piani di una casa abbassi il costo delle case. Si consideri infatti che il valore di un'area da fabbrica è sempre in relazione all'utile che da essa si può trarre colla fabbricazione. Pertanto se le norme regolamentari consentono ad esempio, che su un'area si possa fabbricare fitto, giungendo, putacaso, all'altezza di m. 25, mentre su un'altra il regolamento edilizio stabilisce che non si possono edificare che palazzine contornate da giardinetti, è evidente che, solo per tal fatto, a parità di ubicazione e di altre circostanze, la prima area che consente la fabbricazione densa avrà un valore notevolmente superiore alla seconda, dove la fabbricazione deve essere rada. È questa una legge economica contro la quale non è possibile dar di cozzo. Pertanto l'aumentare in generale, e non soltanto in casi eccezionali, il numero dei piani delle case significa accrescere il costo delle aree sulle quali quelle case dovrebbero sorgere, ciò che riporta il costo delle case alla situazione originaria.

Concludendo: non dobbiamo considerare insolubile il problema estetico del grattacielo, il quale tuttavia può essere solo ammissibile quando per la sua struttura, per la sua decorazione, pel suo aspetto complessivo assuma caratteristiche monumentali. Non riteniamo assolutamente possa ammettersi il grattacielo casa, ma solo il grattacielo monumento; in ogni modo non si deve consentire la costruzione di edifici di eccessiva altezza coll'illusione di risolvere il problema economico della casa, poichè il grattacielo, sia per la necessità di larghe strade e piazze che ne consegue, sia per l'influenza che esercita sul valore dei terreni non può considerarsi efficace sotto questo riguardo.

* * *

Agli antipodi dei grattacielo stanno i quartieri-giardino. Se i primi tendono ad addensare la popolazione delle città sul minimo spazio, gli altri invece la distendono su spazi, che da molti vengono giudicati eccessivi.

Come nei grattacielo è possibile dare una soluzione al problema che tenga conto delle necessità pratiche, così nei quartieri-giardino le difficoltà della grande estensione di terreno da essi occupata può temperarsi con opportuni provvedimenti.

Concetto fondamentale del tracciato di un quartiere-giardino deve essere l'offrire abitazioni igieniche e bene ordinate, lontane dai rumori e dal traffico, cosicchè possano costituire luogo di riposo dopo le fatiche della giornata, e al tempo stesso riuscire economiche nell'impianto e nell'esercizio.

La tranquillità delle abitazioni si ottiene disponendo i quartieri giardino lontano dalle linee di grande traffico. Devono cioè le case risultare facilmente accessibili senza che esse fronteggino le arterie battute dai veicoli, le quali pertanto devono lambirle, non attraversarle. Il vantaggio di un minor percorso per raggiungere le vie di traffico sarebbe pagato troppo caro qualora ciò andasse a detrimento del riposo che si chiede all'abitazione.

Si avverta poi che siffatta ubicazione permette di attuare notevoli economie nell'impianto e nell'esercizio della rete stradale e nello sviluppo dei relativi servizi, in quanto consente di dare alle strade larghezze ridottissime, proporzionate alla esiguità del traffico che devono soddisfare.

Sempre per assicurare al quartiere la desiderata tranquillità non si deve concepire il quartiere-giardino secondo i criteri che governarono la formazione dei quartieri nei secoli scorsi. Entro il quartiere non devono trovarsi i centri di riunione, di commercio, di mercato: il vecchio schema del mercato centrale sul quale s'incrociano ad angolo retto le varie strade deve essere sostituito da

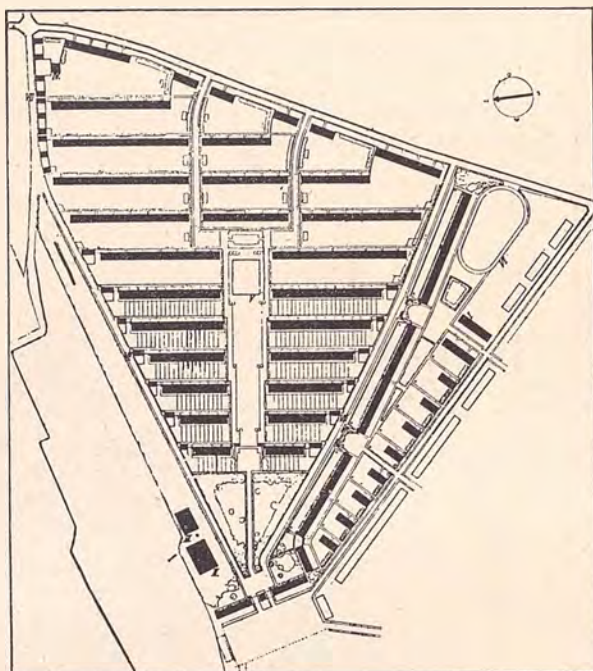


Fig. 285. --- Quartiere-giardino di Bad Dürrenberg.

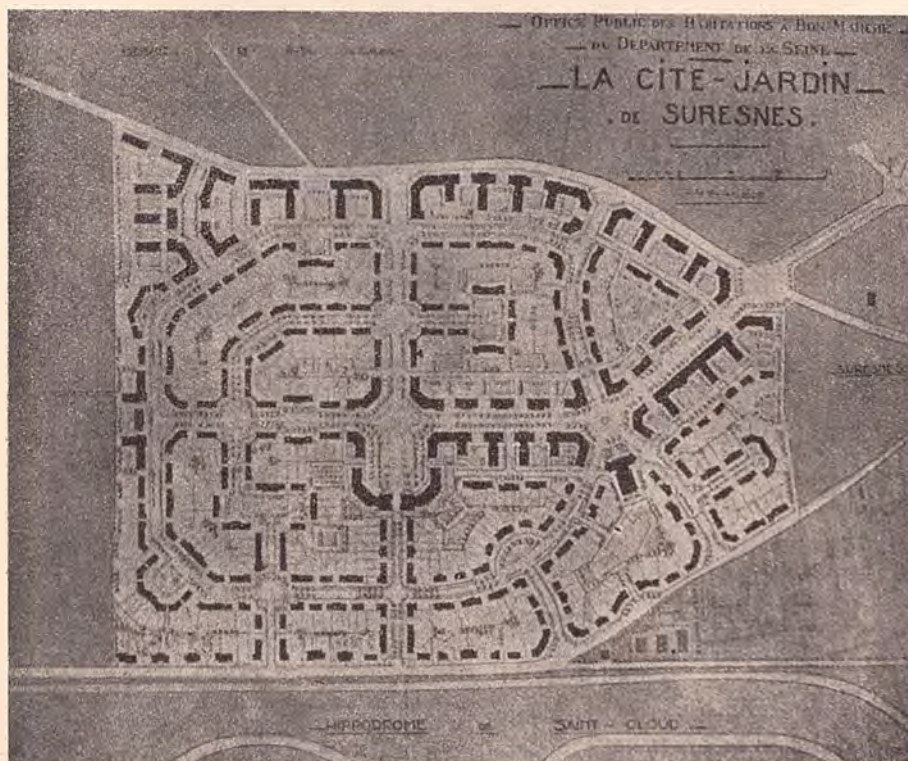


Fig. 286. — Città-giardino di Suresnes

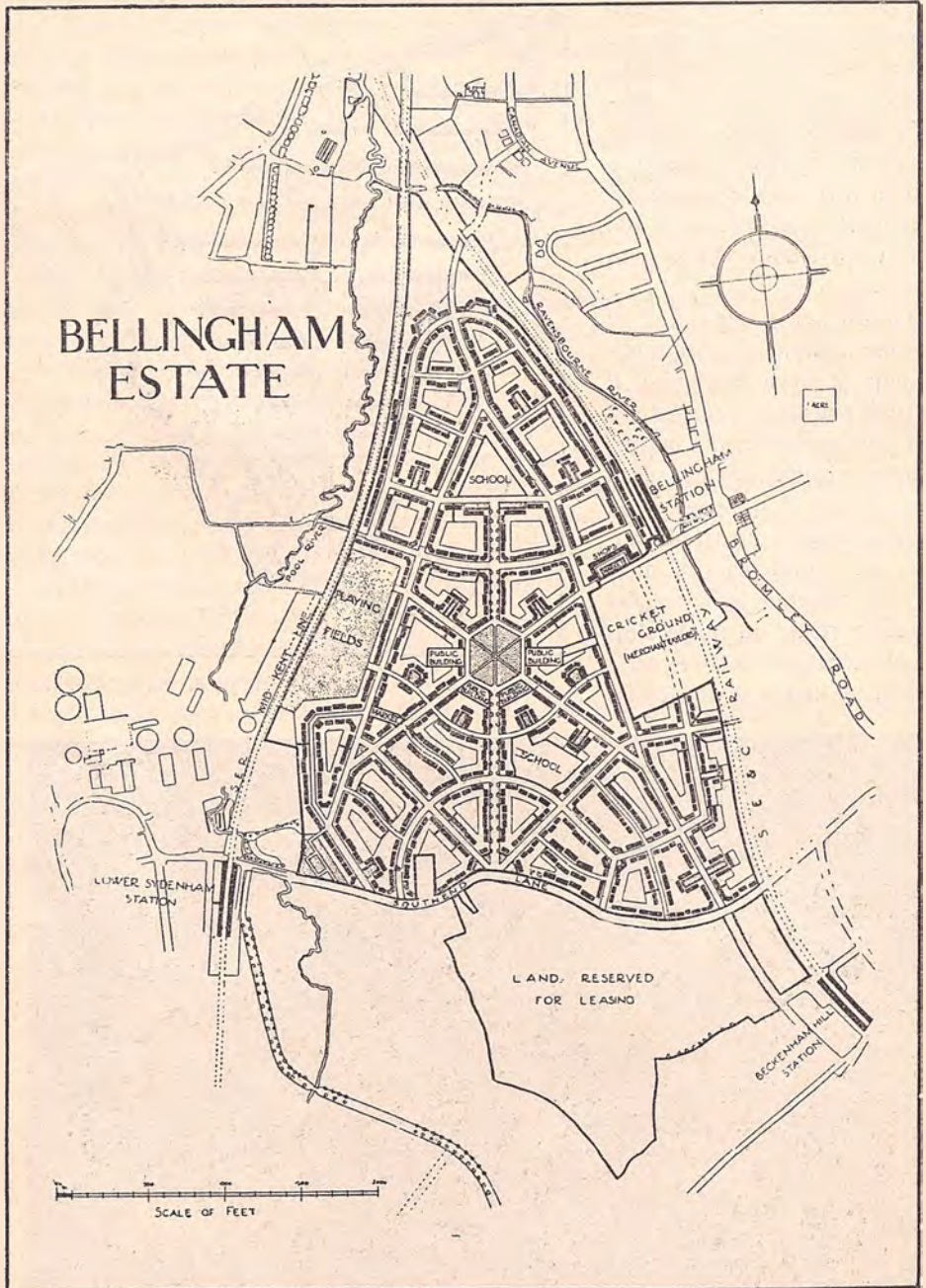


Fig. 287. — Città-giardino di Bellingham Estate.

tracciati meglio consoni alle odierne esigenze. Neppure si deve seguire il vecchio criterio che allineava le case in infinite schiere l'una dietro l'altra. Se in un primo tempo è sembrato sufficiente il sostituire al disordine che lottizzava i terreni esclusivamente secondo il tornaconto dei proprietari, una disposizione più composta, oggi si richiede anche che i quartieri-giardino rispondano non più solo a criteri meccanici, ma anche a

concetti estetici. Il quartiere non deve avere aspette greve e monotono. Se vogliamo che riesca gradito l'abitarvi noi dobbiamo dare all'assieme del quartiere aspetto tale che l'occhio ne riesca appagato.

Tale scopo può essere raggiunto sia mediante opportuni tracciati di piano regolatore che determinano un'acconcia distribuzione di masse, sia anche mediante l'armonico aspetto delle varie case costituenti il quartiere, armonico aspetto che si può ottenere mediante disposizioni di piano regolatore e di regolamento edilizio, ma che più facilmente si consegue quando l'intero quartiere, o gran parte di esso, viene costruito da un'unica iniziativa, sia essa pubblica o privata (fig. 285, 286, 287, 288).

A questo riguardo giova ricordare che nelle nostre condizioni di clima ha relativamente scarsa importanza l'orientazione delle strade, in quanto un conveniente studio delle planimetrie delle case può creare alloggi rispondenti al bisogno delle diverse regioni, e ineccepibile nei riguardi dell'igiene.

Il tracciato delle strade nè dovrà ubbidire a preconcetti geometrici nè dovrà riuscire tortuoso inutilmente. Esso dovrà rispondere a criteri di logica e di naturalezza, oltrechè di economia. Quindi non assi stradali dei quali non sia chiaro lo scopo, non concezioni grandiose che non sarebbero in armonia colla modestia delle abitazioni. Invece piazzetti che conferiscano varietà al luogo e siano luoghi di sosta e di riposo: ove nel quartiere deva ubicarsi qualche edificio di pubblico uso, come una chiesa, una scuola, un ufficio postale, esso può costituire l'elemento intorno al quale si dispongono opportunamente le casette a formare acconci quadri architettonici.

Mai tuttavia si dimentichi che l'architettura generale del quartiere deve nascere dalla saggia distribuzione delle masse e non già da lenocinii decorativi che sarebbero fuor di luogo in simili quartieri.

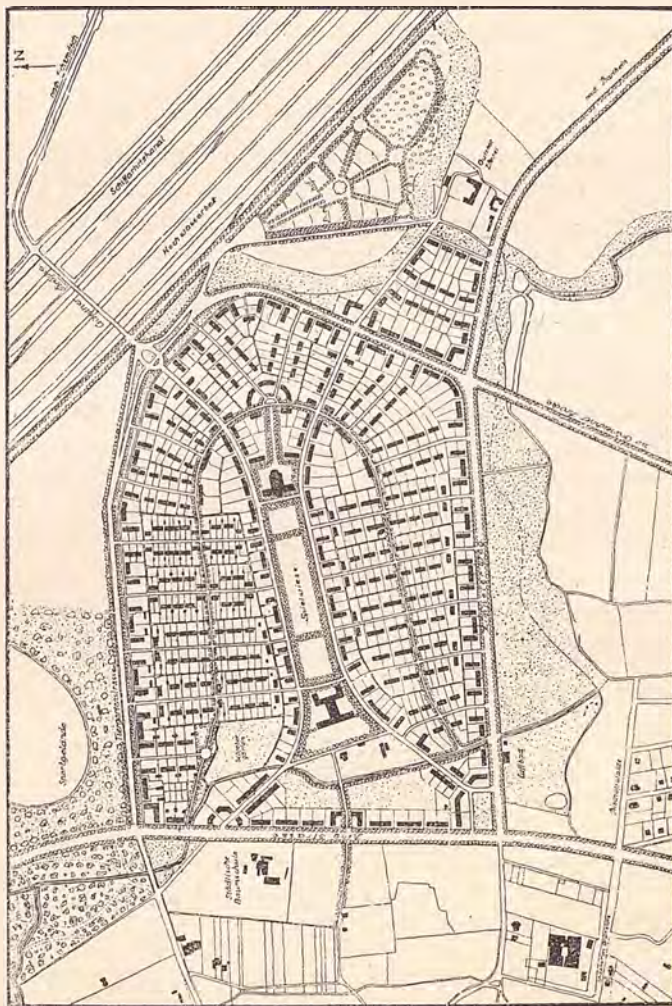


Fig. 288. — Quartiere-giardino di Breslau-Zimpel.

* * *

Infine per quanto riflette il decoro delle città non deve trascurarsi l'efficace contributo che può essere recato dal rispetto del paesaggio e delle bellezze panoramiche. Rispetto che, ben s'intende, deve essere intelligente e non confondersi con feticismo. Il paesaggio può in numerosissimi casi diventare elemento fondamentale delle soluzioni dei problemi urbanistici, ma non deve avvenire che un cieco amore del luogo natio o la scarsità di elementi di confronto porti a sopravvalutare ciò che manca di pregi singolari, così che ne vengano ostacolati provvedimenti sotto altri rispetti logici e convenienti.

A questo riguardo non si metterà mai abbastanza sull'avviso il progettista perchè giudichi con occhi propri ed a ragione veduta tutti gli argomenti che militano per conservare o per distruggere e da tale giudizio derivi conclusioni serene ed obbiettive. Tanto il conservare, come il distruggere sono spesso pretesto per servire interessi particolari, dai quali il progettista deve astrarre per considerare esclusivamente il superiore interesse generale.

Va da sè che anche nella considerazione dell'interesse generale si deve sempre ben valutare se i sacrifici a cui ci si deve rassegnare siano giustificati da ragioni veramente gravi di economia generale. « Il rispetto delle memorie e delle bellezze — così si esprimeva il Touring Club Italiano nelle istruzioni diramate ai suoi consoli per la difesa del paesaggio — dev'essere posto in bilancia con le necessità della vita, della prosperità, del benessere. Ma basterebbe che il rispetto a ciò che è pregevole fosse assoluto quando tali ragioni non esistono o sono artificiosamente esagerate. Basterebbe che chi si avvanza in nome della civiltà si prendesse la cura di non calpestare indifferentemente tutto quello che trova sul suo cammino, ma studiasse amorosamente il modo di arrivare alla meta senza aver causato danni non necessari ».

- d) Architettura delle città – è soprattutto problema di masse – il piano regolatore non è problema esclusivamente architettonico – rettilinei e curve – elementi architettonici che contribuiscono a formare il quadro urbano – il « volto » delle città.

Si è già accennato all'intimo rapporto che nello studio urbanistico di un piano regolatore deve sussistere tra strade e case. Il tracciato di un piano regolatore di una città deve armonizzarsi colle case che vi si dovranno costruire: pertanto sarebbe errato il pensare e il progettare il piano indipendentemente dagli edifici che dovranno dargli attuazione. Nasce di qui il concetto di architettura delle città, ben diverso da quel che è l'architettura dell'edificio. L'architettura delle città non è problema di ornamentazione singola, ma piuttosto problema di masse che riescono sotto molti rispetti indipendente dall'architettura e dall'aspetto dei singoli edifici.

Sostituita, come ben osservò il Piacentini in un suo studio sui « Nuovi orizzonti dell'edilizia cittadina », l'unità estetica *strada* all'unità estetica *casa* si potrà ottenere la creazione di quegli ambienti armonici che si ammirano nelle vecchie città, e che l'edilizia nuova ben raramente riesce a formare. Insomma i piani regolatori non devono più considerarsi esclusivamente nella loro disposizione planimetrica, ma altresì nella distribuzione che su di essi dovranno avere gli edifici. Il piano regolatore a tre dimensioni deve sostituirsi al piano a due dimensioni, quale lo si considerava in passato, se si vuole veramente fare quella che oggi si chiama architettura delle città. E si comprende anche di qui come il problema urbanistico di una città non sia problema architettonico, nel senso consuetudinario delle parole, ma sconfini dal puro campo dell'architettura per entrare nei domini della tecnica, in quanto non è possibile ridurre ad una semplice questione estetica quello che, come abbiamo visto, è problema assai complesso di ingegneria, di igiene, di economia pubblica e privata.

* * *

Una delle questioni più dibattute nei riguardi dell'architettura delle città si riferisce specialmente alla preferenza che da alcuni si vorrebbe dare ai tracciati stradali rettilinei, da altri invece ai tracciati stradali curvilinei.

La diversità dei luoghi, la differenza delle condizioni altimetriche, la necessità di ben servire i diversi quartieri della città, specialmente se sia avvenuta la differenziazione per zone di cui si disse, condannano l'adozione di tracciati stradali esclusivamente rettilinei o esclusivamente curvilinei. Al contrario la varietà che si può ottenere non vincolandosi a preconetti, la maggiore comodità che si può conseguire allorquando nella scelta dei tracciati ci si ispiri alle necessità degli abitanti che dipendono da diverse esigenze di vita, di occupazioni, di abitudini: il risultato estetico che è possibile raggiungere quando in tutte queste considerazioni si tenga conto anche dei vantaggi che possono ottenersi dalla natura stessa dei luoghi, come per esempio: il profittare di accidentalità altimetriche, di punti panoramici, di effetti di sfondo che soddisfano l'occhio di chi percorre la strada, devono consigliare la maggiore libertà di movimento a chi progetta una rete stradale.

Non si deve pertanto essere idolatri del rettilineo, come non si deve essere idolatri del tracciato curvilineo: bensì considerare l'uno e l'altro come eccellenti strumenti

strada, ed anche economia nell'esercizio, comprendendosi nell'esercizio non solo le spese di nettezza, illuminazione, manutenzione, ma il maggiore consumo di tempo che richiede il percorso, per la difficoltà di condurre veicoli veloci dove non si hanno libere lunghezze visuali: e il maggiore consumo dei veicoli che dipende più che dalla maggiore lunghezza del percorso dalla necessità di frequenti frenature, di brusche fermate e simili.

Ma se tutte queste ragioni militano a favore del rettilineo quando si tratti di tracciare strade in un piano di ampliamento dove in generale al progettista è consentita larga libertà di movimento ben altrimenti avviene quando invece si incastrano a forza un rettifilo su un organismo stradale preesistente, come in generale avviene quando si tracciano una strada rettilinea nel nucleo centrale di città antiche.

Gli inconvenienti che nascono allora possono essere gravi e non v'è che ricordare i rettifili costituiti dal corso Umberto I a Napoli (fig. 289), dalla via XX Settembre a Genova, dalla via Pietro Micca a Torino per convincersene.

Nei riguardi estetici e circolatori in generale accade che gli sbocchi delle strade preesistenti male si innestino alla nuova arteria e si creino confluenze ad angoli eccessivamente acuti o eccessivamente ottusi, che tra l'altro male si prestano ad un conveniente ed economico studio planimetrico dei locali, come nel caso di Torino. Nei riguardi igienici avviene — ed è il caso di Napoli e di Genova — che si costituisca come uno schermo di edifici moderni lungo il rettifilo e restino subito dietro ad essi quartieri infetti, o almeno bisognevoli di risanamento. Nei riguardi del rispetto dovuto ai monumenti e agli edifici di pregio il rettifilo è inesorabile ed obbliga a compromessi non sempre felici — vedasi il caso di Genova — quando non imponga la dolorosa distruzione o la mutilazione dei monumenti stessi.

Per ovviare a tutti questi difetti — la gravità dei quali è evidente — occorrerebbe estendere la rifabbrica delle zone laterali al rettifilo di quel tanto che bastasse a ricostruire e case e strade in armonia col rettifilo stesso. Ma ciò significherebbe aggravare enormemente il costo di opere già per loro natura assai costose, ossia praticamente renderne sempre meno probabile l'attuazione; e inoltre importerebbe una vasta distruzione delle zone antiche della città, distruzione che deve deprecarsi e deve essere invece sostituita da un intelligente rifacimento che rinnovi e risani la città senza sovvertirne le caratteristiche fondamentali.

In pochi casi è possibile ricorrere a tracciati a linea spezzata. La linea spezzata raramente crea buoni effetti prospettici e non risponde bene ai bisogni della viabilità, salvo nel caso di spezzature ad angoli molto ottusi, che invece per lo più generano prospettive di aspetto non gradevole.

È preferibile nei riguardi estetici che l'asse stradale non segua una linea spezzata, ma si sposti parallelamente a se stesso, lasciando edifici sporgenti, che chiudono la prospettiva stradale e rompono la monotonia degli allineamenti troppo rigidi. Esempi di questo genere sono frequenti nelle città germaniche. Basti ricordare Norimberga che pur essendo stata quasi interamente rinnovata lungo le arterie del nucleo centrale ha tuttavia conservato il caratteristico movimento delle fronti delle sue case che conferisce al quadro urbano particolare vaghezza (fig. 290).

Nella generalità dei casi conviene però che nella zona antica delle città le grandi arterie che devono sovrapporsi all'esistente rete stradale seguano tracciati a larghe ondulazioni. Tale provvedimento offre buone condizioni visuali anche per una circolazione di veicoli rapidi, permette di adottare convenientemente gli sbocchi delle strade secondarie sulla principale in modo che essi avvengano il più possibile secondo le normali, genera effetti prospettici gradevoli, consente regolarità e quindi economia di costru-

zione, rende possibile il rispetto dei monumenti grazie alle inflessioni che può subire l'asse stradale per insinuarsi tra di essi o per non modificare l'ambiente tradizionale nel quale essi si trovano: infine il tracciato curvilineo nel cuore delle vecchie città interpreta modernamente il carattere delle vecchie strade, riproducendone la tortuosità e amalgamandosi con esse così da rispettare in certo modo l'indirizzo edilizio tradizionale della città.

* * *

In generale e sempre salvo casi speciali nei quali l'esame del problema può altrimenti consigliare, si deve dunque ritenere più adatto il tracciato rettilineo alle zone di ampliamento, più adatto il curvilineo per la sistemazione di città esistenti.

Si ricordi che le strade rettilinee hanno per sé qualcosa di rigido, di solenne, e ben convengono allorché si tratti di formare una strada di carattere monumentale. Le nostre maggiori città, le grandi metropoli dell'estero non potrebbero vantare tante magnifiche e grandiose prospettive, che completano in un assieme grandioso i più bei monumenti, se non esistessero maestosi magnifici rettilinei che ne inquadrassero la visuale.

Le strade rettilinee pertanto devono adottarsi, ma solo in determinati casi: e senza eccedere, prolungando per chilometri una strada dritta, salvo che considerazioni speciali lo consiglino. La bellezza di una strada è costituita essenzialmente dall'armonia delle sue proporzioni.

Anzitutto vi han parte le altezze degli edifici che la chiudono, ma vi concorre in non limitata misura la proporzione che la lunghezza del rettilineo deve avere colla larghezza della strada. Allorché una strada deve correre a lungo nella stessa direzione conviene spezzarla o con una curvatura, o facendola sboccare in una piazza per poterne



Fig. 290.

Allineamento spezzato in una strada di Norimberga.

sfalsare l'asse. Si ha così il modo di chiudere lo sfondo stradale con una buona prospettiva, ciò che indubbiamente giova all'aspetto complessivo della via.

In generale i rettilinei si riserveranno alle arterie principali del traffico. Nelle strade secondarie volta a volta ragioni di orientazione, di lottizzazione o anche necessità estetiche potranno far preferire il rettilineo al curvilineo.

La curva o la spezzata saranno sempre da preferirsi laddove non si hanno motivi prospettici o monumentali che ravvivino la rigidità del rettilineo. Mentre tra due punti non è possibile che una retta, tra quegli stessi punti sono possibili infinite curve e non v'è alcuna ragione che solo per un pregiudizio geometrico si rinunci ai vantaggi estetici assai maggiori che una strada in curva offre in confronto di una strada rettilinea.

Chi percorre una strada in curva ha innanzi a sé un quadro che muta ad ogni istante; le singole case si presentano successivamente a chiudere lo sfondo della strada,

talchè assai pittoresco riesce l'aspetto della strada stessa. Non basta: il non vincolarsi a un tracciato rigidamente geometrico consente di adattare la strada il più possibile al terreno, in modo da sfruttarne ogni possibile risorsa dal punto di vista estetico, e questo pure non è vantaggio trascurabile.

Nè si dia troppo peso per queste strade all'obbiezione che si affaccia circa la maggiore lunghezza del percorso in confronto delle strade in rettilineo. L'obbiezione può riguardare esclusivamente le spese di formazione della strada, quando non si tratti di strade di intenso traffico. Per le strade secondarie la maggiore lunghezza del percorso in confronto alle strade rettilinee non ha eccessiva importanza data l'ampiezza del raggio che in generale hanno le curve stradali. Chi voglia fare il confronto geometrico della percentuale di maggior percorso dovrà persuadersi che si tratta di differenze affatto trascurabili e che non possono aver importanza per strade a debole traffico.

Ancora perchè si tratta di strade a debole traffico non ha troppo peso l'obbiezione che strade in curva non permettano a chi le traversa di rendersi conto facilmente del sopravvenire dei veicoli. Si potrebbe del resto facilmente rispondere che anche nelle strade in rettilineo il nostro occhio può stimare la distanza degli oggetti che si muovono verso di esso fintantochè essi non si dirigono a lui in linea retta. È appena allorchè ci troviamo spostati dall'asse di movimento del veicolo che noi possiamo apprezzarne la velocità in base al variare dell'angolo che le visuali del nostro occhio formano su di esso. Anche sotto questo rispetto anzi un tracciato moderatamente curvo consente di meglio apprezzare le condizioni di traffico di una strada.

Si dovrà tuttavia evitare di ricorrere a tracciati curvilinei solo per imitare quei tracciati capricciosi che i secoli ci hanno tramandato e che sono ornamento di molte nostre città.

Altro è arte e altro è artificio. Non bisogna contraffare la spontaneità della natura e spontaneità di natura è l'artistico disordine delle città antiche, che non avrebbe potuto essere effetto di progettazione, bensì è scaturito spontaneo dalla genialità degli anonimi, genialità incosciente che non sarebbe possibile volutamente imitare.

Non in questo si deve far consistere la bellezza delle città, come non deve consistere nella rigida conservazione degli allineamenti antichi. La conservazione non deve essere bigotta. Altro è il rispettare la sporgenza di un allineamento perchè crea un buon effetto prospettico, altro il rispettare ciecamente il tortuoso andamento di un muro che può essere corretto con vantaggio della bellezza della città o l'allineare edifici che casualmente sono sorti a sghimbescio o con risalti di pochi decimetri.

La correzione dei difetti è altrettanto doverosa del rispetto di ciò che è fonte di bellezza. L'urbanista deve sempre considerarsi come il medico della città: dove occorre corregge, e in caso di bisogno amputa senza misericordia: ma non dimentica che soprattutto il malato deve essere risanato, perchè viva e viva bene. Le membra sane e che gli conferiscono bellezza devono dunque essergli assolutamente conservate.

* * *

Altro aspetto dell'interdipendenza che esiste tra edilizia e piani regolatori risulta dalla considerazione dell'influenza che la forma e la disposizione delle strade esercitano sulla forma e sull'aspetto degli edifici, che alla lor volta, quali elementi essenziali costitutivi della città, determinano insieme alle strade ed alle piazze la fisionomia particolare dei nuclei abitati.

Che, ad esempio, il tipo di costruzione rada, i quartieri di piccole case isolate determinino un particolare tipo di rete stradale non è chi non veda: che le piccole città dove le costruzioni si elevano al massimo a due o tre piani siano servite da reti

stradali di modesta ampiezza è pure evidente: tanto evidente che là dove una infausta febbre di modernità ha voluto inserire tra le fabbriche di un tempo i moderni casamenti a cinque o sei piani è sorto uno squilibrio tra il quadro urbano e i nuovi edifici. Ma accanto a questo ed a simili casi, in cui il fatto dell'interdipendenza fra tracciati stradali ed edifici balza assolutamente chiaro anche all'occhio di chi sia profano alle esperienze urbanistiche, altri ancora meglio ci possono istruire, in quanto da essi può derivare una migliore determinazione del modo e della natura di questa interdipendenza.

Sotto questo riguardo può essere assai interessante considerare quanto ci può apprendere lo sviluppo urbanistico delle città americane. Soprattutto tale sviluppo può riuscire istruttivo a chi si occupa di questioni urbanistiche perchè le città americane non sono, come le europee, il prodotto di fattori storici e tradizionali: non sono il risultato di lente formazioni, influenzate da bisogni o da situazioni contingenti, ma sono effetto di volontà improvvisamente manifestatesi secondo determinati indirizzi, volontà che dovevano rapidamente divenire azione, talchè è mancato il processo evolutivo che ha caratterizzato la progressiva formazione delle città europee, per dar luogo invece alla creazione dal nulla di città amplissime. Mentre in Europa città e quartieri di città che siano stati costruiti secondo un piano formale sono rarissimi, e le città si sviluppavano gradualmente accostandosi ad un castello, ad un monastero, ad una sede episcopale, o in nodi stradali, o alla confluenza o al traghetto dei fiumi, nell'America settentrionale quasi tutte le città si formavano in base a un piano prestabilito e pertanto riesce assai istruttivo il conoscere oggi, a più di un secolo dalla formazione da quelle città, quali influenze quei piani abbiano esercitato sull'architettura e sull'aspetto delle città stesse.

Come è noto in America predomina la rete stradale a scacchiera: poche città si sono sottratte a questo che sembrava il tracciato ideale: tra queste Filadelfia e Washington.

William Penn diede a Filadelfia una planimetria la quale si basa sul tipo a scacchiera, ma nella scacchiera ha intercalato una grande piazza centrale e quattro piazze secondarie: ha previsto poi quattro ampie strade secondo le principali direzioni del traffico. Già queste modeste provvidenze hanno evitato i difetti che riscontreremo in massimo grado nella planimetria di New York, in quanto si è potuto interrompere il monotono alternarsi di strade e di isolati tra loro identici e si è resa possibile la costruzione di edifici monumentali in luoghi dove fosse possibile apprezzarne la importanza.

Il piano che L'Enfant ha dato a Washington è di schietta derivazione francese: il ricordo di Versailles domina tutto il piano che si ispira ad eleganze latine e si prefigge il raggiungimento di effetti prospettici e di grandiose sistemazioni architettoniche. Una superba piazza principale, molti centri secondari, grandiose arterie che fanno capo al Campidoglio e ne godono la visuale, danno al piano caratteristiche di genialità inconsuete ai piani delle altre città americane (fig. 291, 292).

Tuttavia anche il piano di Washington non ha potuto sottrarsi al fatale quadretamento delle città americane. La rete stradale principale, di ispirazione latina, come si è detto, si sovrappone alla scacchiera fondamentale, e tale sovrapposizione non avviene con elasticità di adattamenti, con genialità di espedienti. Ne nasce un continuo contrasto tra i due organismi tra loro discordanti, contrasto che è causa di squilibri e di dissonanze nel quadro urbano.

Si ricordi qui per incidente come il piano che L'Enfant tracciò per Washington sul finire del settecento abbia per oltre un secolo incontrato l'aperto sfavore della popolazione, la quale ritenne sempre quel piano eccessivamente grandioso e sproporzionato ai bisogni della città. Il piano non fu tuttavia mutato ed oggi i sacrifici



Fig. 291. — Planimetria di Washington.

del passato trovano larghissimo compenso: esempio questo di quanto valgano il prevedere a tempo e il provvedere senza lasciarsi deviare dalla corta veduta di chi vuol considerare la vita delle città alla stregua della vita umana.

Nel 1807 ad una speciale Commissione fu assegnato il compito di predisporre il piano regolatore di New York. Questa Commissione si prefisse obiettivi ben diversi da quelli che avevano ispirato William Penn e L'Enfant: non si ebbe la visione delle necessità del traffico e ancor meno quello della sistemazione estetica della città. Si partì invece da un criterio esclusivamente utilitario e, anziché considerare il piano

regolatore come un progetto di città, si curò esclusivamente di rendere il territorio fabbricabile in modo che il terreno potesse essere sfruttato nel miglior modo. La Commissione partì dal concetto semplicista che « una città si compone di case d'abitazione, e che le case a pianta rettangolare permettono la più conveniente utilizzazione del terreno e sono le più comode per chi le abita ».

Così tutto il territorio di New York fu coperto da una serie infinita di isolati rettangolari, tra i quali, unica irregolarità, corre diagonalmente la Broadway. Le arterie principali di New York sono costituite da rettilinei che corrono ininterrottamente per sviluppi che vanno da 7 a 15 km. di lunghezza, e che sono collegate da strade trasversali a distanze regolari di circa 60 metri (v. fig. 255).

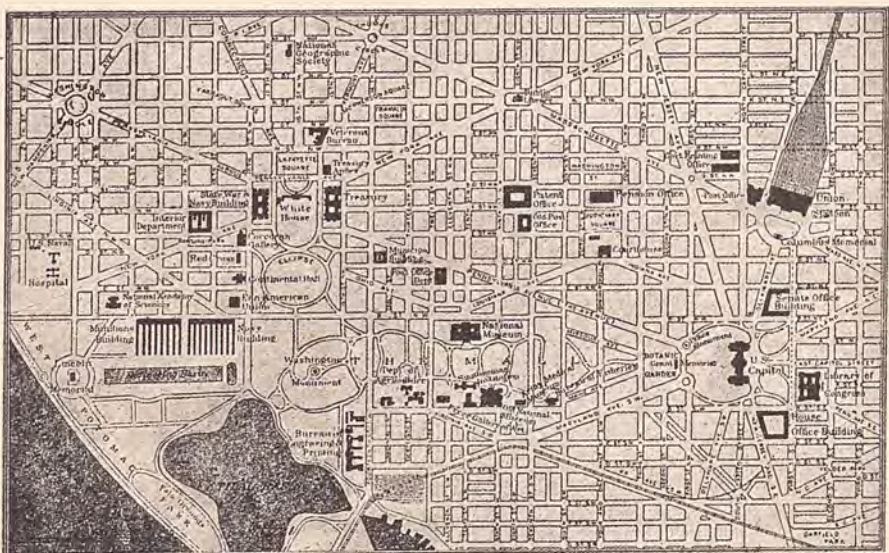


Fig. 292. — Il centro di Washington.

Le conseguenze che sull'aspetto architettonico della città ebbe l'adozione di un piano di questo genere furono notevolissime e, purtroppo, in gran parte irrimediabili.

In primo luogo non risulta possibile la costruzione di edifici pubblici che richiedano grandiosità di proporzioni e forte sviluppo planimetrico. Uno di questi edifici inserito nella scacchiera bloccherebbe un forte numero di strade e costituirebbe un grave ostacolo al traffico, che nella uniforme rete di strade non è indirizzato ad arterie principali trascurando le secondarie, ma è indotto a tutte considerarle alla stessa tregua.

Si aggiunga che, quand'anche si rinunciassero a qualche tronco di strada per formare un lotto di aree proporzionate al bisogno dei grandi edifici pubblici, mancherebbero poi gli spazi e le linee per la veduta di questi edifici, con che verrebbe a ridursi notevolmente, o anche ad annullarsi, ogni effetto architettonico.

D'altra parte, poichè le necessità di vita della città imponevano la costruzione di edifici grandiosi, gli architetti di New York cercarono il raggiungimento del loro scopo per altre vie. Poichè non era possibile estendersi in superficie si cercò la grandiosità nell'altezza eccezionale degli edifici.

La prima espressione del grandioso a New York consistette dunque nell'elevare gli edifici al disopra delle costruzioni circostanti: la forma del piano divenne così una delle cause determinanti la corsa verso il cielo degli edifici della metropoli nord-americana.

Senonchè l'espedito ebbe solo limitata efficacia ai fini della grandiosità che si voleva raggiungere: poichè attorno ai primi grattacieli ne sorsero altri di eguale ed anche maggior altezza. Venuto a mancare il richiamo dell'altezza eccezionale si dovette accoppiare nuovamente alla grandiosità delle dimensioni lo studio estetico degli edifici. La difficoltà di ottenere buone vedute di essi, l'impossibilità di aggregarli a formare quadro rimasero con danno estetico evidente, danno che non si può non far risalire alla forma e alla natura del piano studiato per la città.

Prescindendo poi dalle influenze che la forma del piano di New York ha avuto sull'assetto della città, impedendo, ad esempio, la formazione di campi di gioco per bambini che pure avrebbero bloccato troppe strade, non sembra inutile richiamare la conseguenza della mancata relazione tra le varie parti della città. In altre parole non si può dire esistano centri importanti o luoghi secondari nell'abitato, essendo sempre indifferente lo scegliere fra qualche dozzina di strade per portarsi da un punto ad un altro della città. Ciò a tutta prima può apparire un vantaggio del sistema a scacchiera nei riguardi del traffico, ma esso è controbilanciato, sempre nei riguardi del traffico, da altri svantaggi, primo fra tutti le difficoltà create dagli incroci ad angolo retto, difficoltà notevoli specie là dove le strade non hanno ampiezze rilevanti.

Ma, se il concentrare il traffico in alcune grandi arterie può sembrare non conveniente sotto qualche riguardo, nei rispetti architettonici tale concentrazione ha per effetto il richiamare su queste arterie gli edifici migliori e più importanti della città, ed è a ciò che si deve la migliore parte e la più caratteristica dei quadri urbani che adornano le città europee.

Gli americani stessi del resto sono consci della deleteria influenza che il tipo di piano a scacchiera ha avuto su molte delle loro città ed oggi tendono ad agire sulla architettura dei loro edifici attraverso una diversa concezione dei piani regolatori.

Si tende oggi infatti ad aggruppare gli edifici, soprattutto promuovendo la formazione dei cosiddetti *centri civici*, costituiti da edifici pubblici di particolare decoro architettonico. Si mira alla formazione di piazze o di gruppi di piazze nel cuore delle città per determinarvi quadri che abbiano valore architettonico.

Insomma, la tendenza attuale dell'urbanistica americana è la migliore dimostrazione della stretta interdipendenza che esiste tra architettura generale delle città e architettura particolare degli edifici, nonchè dell'efficacia e dell'influenza che un piano regolatore, modernamente pensato e ideato, può esercitare sulla forma e sull'aspetto degli edifici.

* * *

Da questa interdipendenza soprattutto deve derivare quell'aspetto caratteristico che differenzia tra loro le città e che è stato felicemente qualificato il « volto della città ».

Quali siano gli elementi che determinano il volto della città deve l'urbanista conoscere affinchè l'opera sua da un lato cooperi a conservare quegli aspetti che sono consacrati dai secoli, dall'altro intervenga a determinare peculiari caratteristiche per le città moderne, rifuggendo dalla monotonia che tende ad eguagliare tra loro le città che non hanno la fortuna di antiche tradizioni.

Che la città moderna possa essa stessa costituirsi un proprio volto caratteristico non può essere dubbio quando si consideri che anche la nostra civiltà può imprimere il proprio suggello sulla nuova città attraverso i prodigi che il progresso della tecnica ci permette di compiere. Un ponte grandioso, un edificio colossale, lo stesso groviglio dei binari di una grandiosa stazione ferroviaria, possono costituire elementi di bellezza caratteristica di una città moderna. Ma se dalle forme esteriori noi passiamo a consi-

derare la vita che anima la città noi distinguiamo, per esempio, le caratteristiche della città commerciale ed industriale dove i camini degli stabilimenti industriali si stendono a perdita d'occhio sul vasto seguito di tettoie e di laboratori, dove prevalgono i quartieri di case operaie od i villaggi-giardino; e distinguiamo invece la signorile nobiltà delle città residenziali dove prevale invece una dignità rappresentativa che non si riscontra nelle altre città. Washington e L'Aja hanno diverso volto di Manchester e Rotterdam. La città di rappresentanza ha larghe strade, superbe prospettive, monumentalità di tracciati: la città degli affari e dell'industria ha strade strette, spesso tortuose, che ubbidiscono più a criteri di utilità che a criteri di pura estetica.

La massa e la forma delle città, così come si offrono ad uno sguardo panoramico, così come si profilano nel cielo rivelano spesso le caratteristiche loro. Si pensi al profilo di Roma e a quello di Milano, a quello di Venezia, all'aspetto di Firenze e a quello di Genova o di Napoli così come si offrono da un punto panoramico e si comprenderà la differenza fondamentale che può esistere nel volto delle diverse città.

Un altro elemento caratteristico è la differente distribuzione degli spazi liberi e degli spazi fabbricati. V'hanno città dove gli spazi liberi sono ampi, regolari, dove l'aria e il sole possono liberamente portare il loro beneficio. V'hanno invece città nelle quali le abitazioni si agglomerano, dove le vie sono anguste, dove le case si pigiano l'una contro l'altra. Quest'impressione si ha soprattutto quando la città si osservi da un punto elevato, ma tuttavia è un'impressione che non deve trascurarsi tra le determinanti le caratteristiche di una città, specialmente ove si consideri il sempre maggior diffondersi dell'uso dell'aereo.

Le dimensioni prevalenti negli edifici costituiscono un'altra delle fondamentali caratteristiche che determinano il volto della città. Ben si distinguono le città dove le case non osano superare l'altezza di tre o quattro piani, dalle altre dove l'altezza consueta degli edifici sta tra i venti e i trenta metri. L'introdurre elementi di queste in quelle attenta gravemente alle caratteristiche delle città e l'urbanista, sia nel fissare le dimensioni delle strade, sia nello stabilire le altezze che gli edifici possono raggiungere, dovrà curare che simili danni vengano evitati.

Particolare attenzione dovrà poi darsi a quei quartieri che primi si offrono alla vista di chi entra nella città. Con questo non ci riferiamo soltanto alle piazze e alle strade che partono dalle stazioni ferroviarie e dalle stazioni marittime ai quartieri centrali della città, ma a tutta la zona suburbana che le ferrovie o le strade ordinarie devono attraversare prima di raggiungere il nucleo interno della città. Troppo spesso qui si agglomerano le case più povere, troppo spesso qui regna il disordine.

L'urbanista deve intervenire sia correggendo o mascherando quanto di meno nobile i secoli ci hanno tramandato, sia creando prospettive, determinando visuali, distribuendo opportunamente edifici, cosicchè la città si presenti nel modo più attraente al visitatore che l'avvicina.

Se la città ha tendenza ad estendersi nei sobborghi, e se ha la fortuna di essere vicina ad alture l'urbanista dovrà profittarne per distribuirvi opportunamente gli edifici, curandone soprattutto una buona ripartizione tra la massa di verde, e, ove sia possibile, tutelando la città anche contro gli attentati che alla sua bellezza possono recare disarmonie di colore e di linee architettoniche.

L'azione dell'urbanista non si compendia esclusivamente nella progettazione di un piano regolatore: come già abbiamo osservato essa riguarda nel suo complesso tutto il regime della città e nella sua estetica e nei suoi servizi: pertanto deve intervenire dovunque occorra mettere disciplina a quelle iniziative individuali che possono essere dannose alla collettività.

§ 4 - Conclusioni - pregiudizi urbanistici - il problema economico ed il problema legale - difficoltà che derivano al progettista di piani regolatori allo stato attuale dell'economia e della legislazione - procedimento da seguirsi nello studio di un piano regolatore.

Chi ha seguito la precedente trattazione si sarà certamente convinto che l'urbanismo non deve considerarsi come un complesso di regole rigide, vessatorie, ingombranti. Ancorchè esso prevalentemente si basi sull'esperienza e pertanto sullo studio e sulla considerazione del passato, ossia di quegli esempi che i padri nostri ci hanno tramandato nei vecchi quartieri delle nostre città, errerebbe chi da quegli esempi volesse derivare canoni da considerarsi incontrovertibili in via assoluta e pertanto da applicarsi in qualsiasi dei casi che si presentassero.

È certamente giusto che i volumi che trattano di urbanistica si basino soprattutto sull'esperienza del passato, perchè ogni teoria non può nascere che dall'osservazione dei fatti, poichè è l'osservazione dei fatti che offre argomento all'esame ed alla discussione. È anche inevitabile che in materia come questa, dove non è possibile altra esperienza che quella che possiamo acquisire osservando le città esistenti, non si possa enunciare norme, discutere teorie, accennare a difetti od errori senza esemplificare sulla base di ciò che è stato fatto in passato.

Ma non è men vero che allorquando si deva passare all'applicazione dei principii assentati dalla teoria, solo tecnici di corta vista si irrigidirebbero in una interpretazione ristretta e rigorosa di ciò che il passato insegna. Come avviene in ogni ramo d'arte e di scienza, anche qui se non è possibile pensare che si possa occuparsi seriamente di piani regolatori senza una conveniente preparazione culturale, resta ancora tuttavia un campo larghissimo alla concezione di tecnici geniali nell'avveduta applicazione dei principii teorici, che sono suscettibili di variazioni e di adattamenti alle varie esigenze e ai diversi bisogni.

La città è come un'organismo vivente che muta coi tempi le proprie necessità di sviluppo e di vita: epperò il crearsi rigidi canoni da rispettarsi ad ogni costo porterebbe a costrizioni, a difficoltà, che invece il tecnico avveduto deve saper superare.

La teoria non può fornire che direttive generali, i risultati d'esperienza che evitino il ripetersi di errori: il tecnico deve aver coscienza intera dei bisogni a cui soddisfare e deve liberamente trovare la soluzione che meglio ad essi corrisponda pur considerando con un'acuta disamina gli insegnamenti del passato, per trarne le sue conclusioni circa la misura in cui essi devono applicarsi alle contingenze presenti.

Non è la copia dell'antico che si richiede. Essa urterebbe colle necessità della vita moderna. I nuovi quartieri, le nuove città devono essere l'espressione di un'arte applicata ai nuovi bisogni, pure essendo conscia degli insegnamenti che dal passato derivano.

L'urbanista deve dunque soprattutto guardarsi dal pregiudizio che chiameremo storico e dal pregiudizio teorico. Non deve confondere la necessità di una vasta e profonda coltura coll'obbligo di attenersi rigidamente agli insegnamenti del passato: anche perchè qualora si vogliano pacatamente considerare questi esempi ad ogni norma derivata dall'osservazione di casi, sia pure numerosi, altri casi, forse meno numerosi, si possono contrapporre, nei quali si sono raggiunte eccellenti soluzioni percorrendo vie opposte a quella ritenuta normale.

* * *

Abbiamo già accennato ad alcuni di questi casi. Non sembra inutile qui riepilgarli perchè più facilmente se ne deduca la necessità che l'urbanista si svincoli da ogni pregiudizio e sappia cercare ogni volta la migliore soluzione senza preconcetti e senza altra preoccupazione che quella di raggiungere nel miglior modo la mèta.

Uno dei pregiudizi più diffusi è quello che si riferisce alle visuali. Si è già detto, per esempio, come non convenga obbligarsi in via assoluta a dirigere gli assi stradali

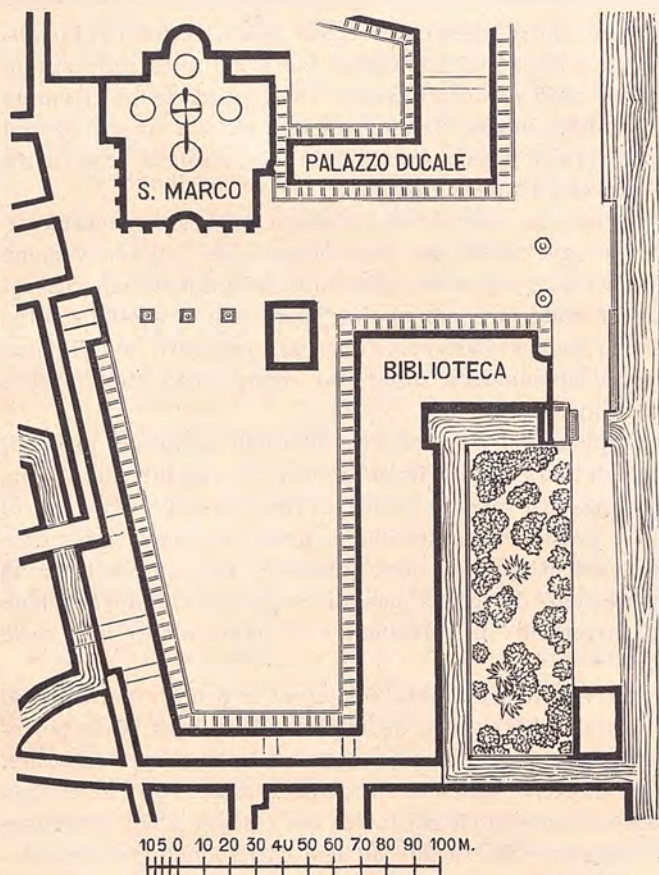


Fig. 293. — La piazza S. Marco a Venezia.

su cupole, su guglie, su campanili. Seguire simile criterio in tutto un piano genera il pericolo di una esasperante monotonia. Si sceglieranno pertanto gli edifici più importanti e più belli, quelli che per le loro proporzioni meglio si attagliano alla dimensione e alla lunghezza della strada e a questi soltanto si riserverà il provvedimento.

Un altro dei pregiudizi che molte volte influisce sullo studio delle sistemazioni urbane è l'asserita necessità che i monumenti s'avvantaggino di visuali ristrette. Abbiamo già accennato come anche qui vi sia caso e caso e come ciò che è veramente bello, in generale resti bello, sia che esistano o non esistano quelle che un tempo si usavano chiamare le «quinte».

Soprattutto però sembra opportuno mettere in guardia chi si occupa di urbanismo contro i pregiudizi

che potrebbero dirsi geometrici. In argomento si è già detto qualcosa, ma non è inutile ritornare sull'argomento con qualche maggiore ampiezza, non fosse altro che per citare esempi che contraddicono alla presunzione generale e possono persuadere l'urbanista della fallacia di certe impressioni, e dei facili inganni che l'occhio subisce nella realtà. Troppo spesso ciò che su un disegno planimetrico sembrerebbe condannabile, nella realtà invece riesce quasi inavvertito all'occhio più esperto.

Non bisogna dimenticare che, eccetto per chi ne faccia oggetto particolare di studio, l'osservazione delle città e delle loro sistemazioni è quanto di più superficiale si possa immaginare, e che in generale si giudica il risultato d'assieme, senza che si renda necessaria la considerazione dei particolari.

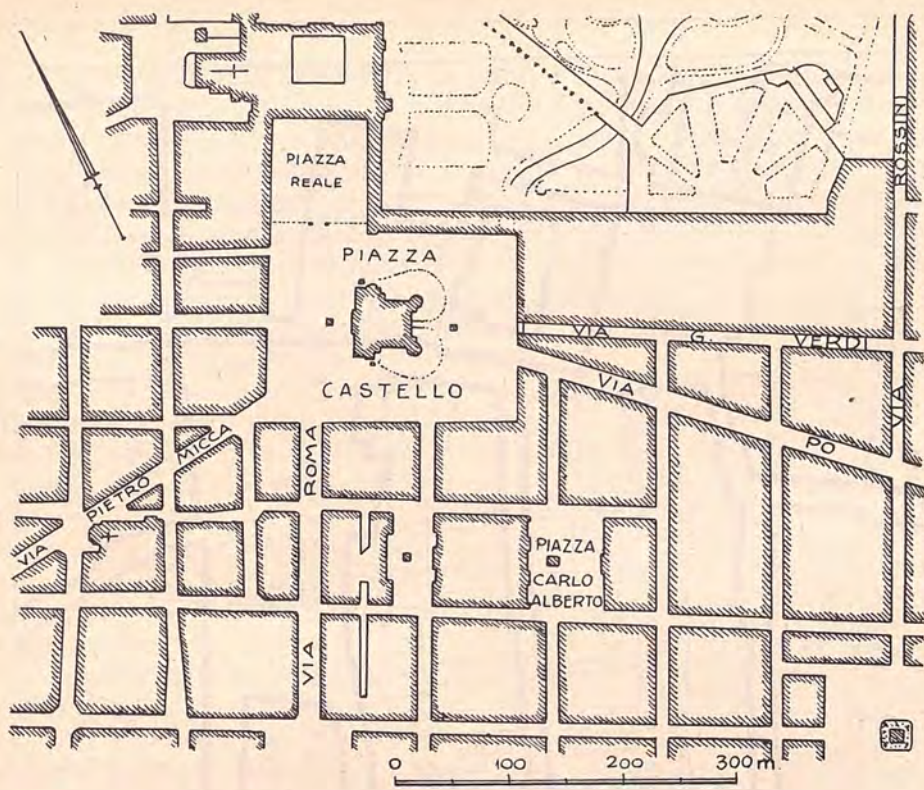


Fig. 294. — Lo sbocco di via Po nella piazza Castello a Torino.

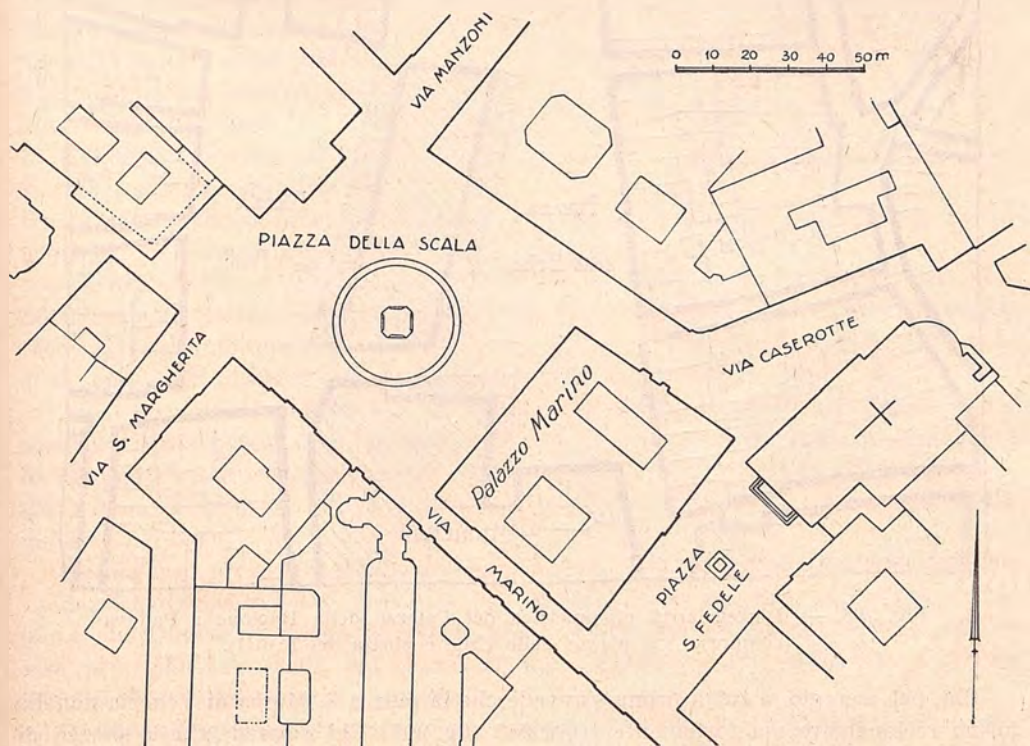


Fig. 295. — L'irregolarità planimetrica del Palazzo Marino a Milano.

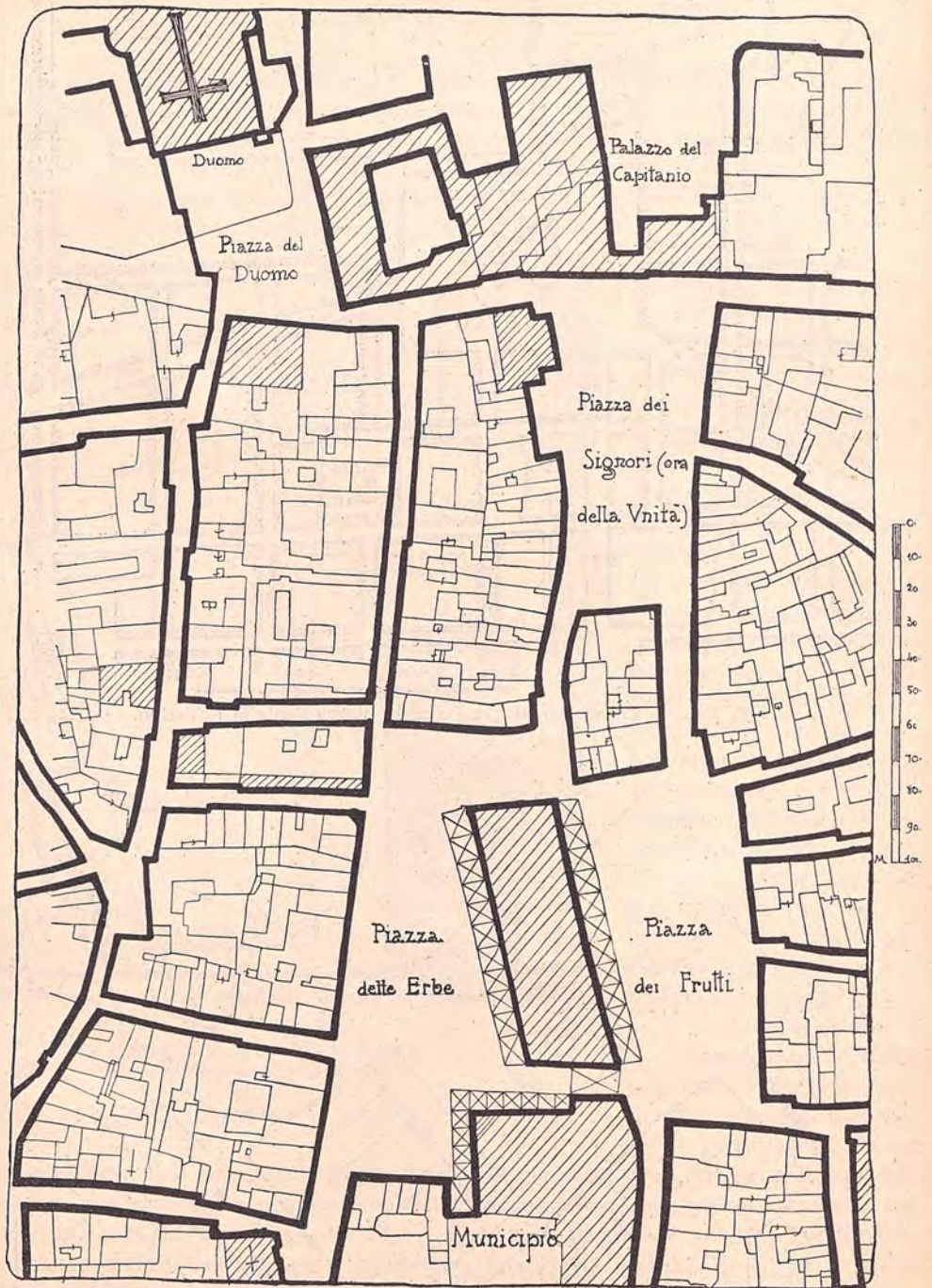


Fig. 296. — L'irregolarità planimetrica del Palazzo della Ragione a Padova (compreso tra piazza delle Erbe e piazza dei Frutti).

Chi, per esempio, a tutta prima s'avvede che la piazza S. Marco di Venezia non ha forma rettangolare ma fortemente trapezia? (fig. 293). Chi s'avvede che lo sbocco di via Po in piazza Castello a Torino devia fortemente dalla normale? (fig. 294). Chi non

riterebbe assolutamente rettangolare la pianta del Palazzo Marino di Milano che invece dal rettangolo sensibilmente si allontana? (fig. 295). Chi bada alle dissimmetrie del Palazzo della Ragione di Padova? (fig. 296).

Nelle planimetrie dei piani regolatori si evita possibilmente l'incontro di strade ad angolo acuto, e ciò è giusto soprattutto per le difficoltà che ne derivano nello studio della pianta degli edifici, ma nei riguardi estetici si può condannare una disposizione che è frequente anche nelle vecchie città, e che opportunamente studiata nei riguardi architettonici può dar luogo a buone soluzioni? (fig. 297).

E, del resto, chi giudicasse superficialmente non riterrebbe condannabile una strada, l'asse della quale fosse spezzata con una leggerissima deviazione della retta? Eppure a Genova la fronte di S. Maria di Carignano offre la bellissima visuale di scorcio dei suoi campanili a chi la osserva dalla via Venti Settembre appunto in grazia di una leggera deviazione dell'asse stradale (fig. 298).

Le strade cosiddette « a baionetta » non raccolgono il favore dei teorici dell'urbanismo. Eppure specialmente nelle città germaniche il provvedimento è tutt'altro che infrequente e dà luogo a gradevolissimi effetti prospettici. Vedasi a tal proposito l'esempio della Königstrasse a Norimberga (fig. 290).

Esempio notevolissimo di risultati superbi raggiunti in contrasto con qualsiasi pregiudizio geometrico è la disposizione della

scalea, dell'obelisco e della chiesa della Trinità dei Monti rispetto alla via dei Condotti a Roma. Nessuna concordia geometrica dei vari elementi, eppure l'effetto spettacoloso raggiunto dimostra come il genio sappia superare ogni difficoltà librandosi al di sopra delle regole che lo vincolerebbero alla terra (fig. 299, 300).

Altro esempio di audacia e quasi di virtuosismo urbanistico che si deve citare è costituito dalla piazza di S. Ignazio in Roma. Qui la preoccupazione architettonica ha raggiunto un aspetto scenografico per la piazza, anche se ne abbia scapitato la praticità della forma degli edifici, e quindi l'esempio deva soprattutto ammirarsi e non imitarsi (fig. 301).

Ancora tra i pregiudizi geometrici vogliamo ricordare quello per cui si vorrebbe che i palazzi monumentali dovessero disporsi simmetricamente rispetto alle piazze. Nella piazza del Duomo di Milano il palazzo della Galleria Vittorio Emanuele ha il proprio asse principale, costituito dal grandioso arco, disposto con notevole dissimmetria rispetto all'asse della piazza (fig. 302).

Occorre dunque convincersi che nel campo urbanistico ogni libertà può essere concessa purchè le necessità pratiche vengano affrontate con genialità e con chiara

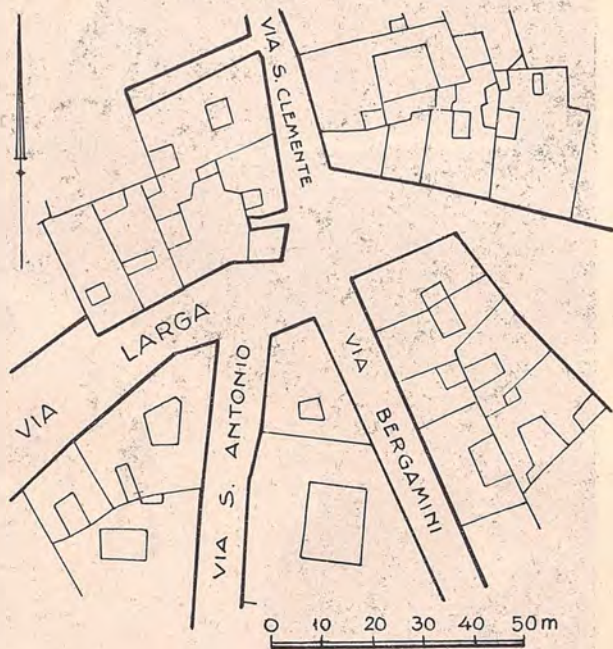


Fig. 297.

Esempio di confluenze stradali ad angoli acuti a Milano.

visione dello scopo che si vuol raggiungere e delle possibilità estetiche che ogni soluzione può offrire a costruttori di sagace intuito. Ricordiamoci sempre che l'occhio nostro è organo assai imperfetto, e che l'urbanista di ciò deve profittare non attribuendogli facoltà di apprezzamento superiori a quelle ch'esso possiede.

* * *

Se nel campo esclusivamente tecnico l'urbanista esperto può agire con relativa libertà di movimento altrettanto non è nel campo economico e legale.

La materia urbanistica è attualmente regolata in Italia da una legge del 1865, la quale soprattutto riguarda gli espropri, e dai regolamenti edilizi locali.

Può sembrare paradossale l'affermare che allo stato odierno della legislazione e della pratica amministrativa italiana l'applicazione pura e semplice della legge non renderebbe possibile dare alle maggiori nostre città un piano regolatore studiato secondo criterii urbanistici.



Fig. 298. — I campanili di S. Maria di Carignano a Genova visti dalla via XX Settembre.

Come mai si potrebbe pensare allo studio organico della sistemazione di una città quando opere tanto grandiose, come necessariamente sono i piani regolatori, dovrebbero essere eseguite entro il limite massimo di venticinque anni, prescritto dalla legge del 1865, e quando per eseguire queste opere si dovrebbe apprestare un preventivo di spesa esteso a decenni e dimostrare la disponibilità dei mezzi finanziari all'uopo necessari?

Anche più: come si potrebbe prevedere una sistemazione urbana integrale, una sistemazione cioè che comprendesse edifici pubblici, mezzi di trasporto, riserve di spazi liberi e via via, così da creare la città ideale, armonicamente costituita, quando gli enti pubblici non possono formarsi quei vasti demani di aree che sono il presupposto della compilazione di un piano regolatore che sia *regolatore* di fatto e non solo di nome,

e non sia incentivo a speculazioni sulle aree da fabbrica da parte di coloro che scontano le future sistemazioni urbane non appena se ne adombri il progetto?

Basta accennare a questi due punti per convincersi che allo stato attuale della nostra legislazione l'urbanista deve soggiacere a tali compromessi che la sua figura ne esce assolutamente snaturata.

Egli non è più colui che, meditate le tendenze naturali, le tendenze storiche dello sviluppo delle città, indagato sui fattori economici e sociali che determinano le probabili necessità avvenire, conscio delle tradizioni artistiche, del colore ambientale, armonizza le esigenze dell'estetica, della viabilità e dell'igiene con le imperiose necessità economiche e definisce le linee fondamentali di quella che sarà la città di domani. Non altro egli diventa che un tecnico il quale traccia strade, sviluppa quartieri, determina prospettive; opera di ingegnere e di architetto dunque, non più di urbanista.

Quanto riguarda la sistemazione urbanistica della città infatti è tutto contenuto in pochi articoli della legge sulla espropriazione per causa di pubblica utilità del 1865.

Negli ultimi capitoli di quella legge, quasi in forma di appendice si parla dei piani regolatori edilizi, destinati a «provvedere alla salubrità ed alle necessarie comunicazioni» mediante la «ricostruzione di quella parte dell'abitato in cui sia da rimediare alla viziosa disposizione degli edifici per raggiungere l'intento». Si parla pure dei piani regolatori di ampliamento che possono essere adottati dai Comuni pei quali sia dimostrata la «necessità di estendere l'abitato» e che devono «provvedere alla salubrità dell'abitato ed alla più sicura, comoda e decorosa sua disposizione».

Per quanto riguarda i piani regolatori dei quartieri esistenti, se pure si ammette che il progetto deva tener conto delle necessità igieniche e viarie, nulla si dice per quanto riguarda l'estetica. Tanto meno si parla dello studio di un piano generale edilizio, quale è necessario per le città che accanto alle difficoltà derivanti dall'incremento della popolazione soffrono per l'ingombro creato dal rivolgimento avvenuto nei mezzi di trasporto.

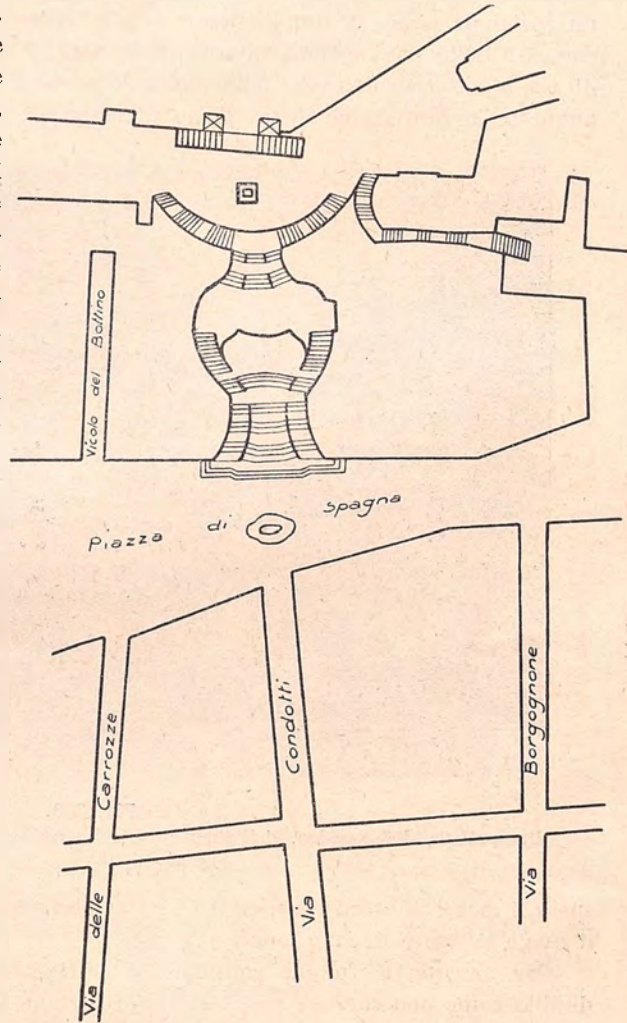


Fig. 299. — Rapporti planimetrici tra la via dei Condotti, la sclea, l'obelisco e la chiesa della Trinità dei Monti a Roma.

Non solo, ma non si tien conto della necessità di far procedere correlativamente lo studio del piano di ampliamento collo studio del piano regolatore della città esistente, dimenticando che ogni incremento della zona esterna deve essere adeguato alla possibilità di deflusso del traffico nella città esistente, e che quindi non si può concepire un razionale piano di ampliamento se allo sviluppo periferico non corrispondono le capacità della sistemazione interna della città. E si esclude senz'altro la formazione di un piano coordinatore dello sviluppo e della sistemazione cittadina quando si ammette la formazione di un piano di massima, ma si richiedono un preventivo di



(Alinari)

Fig. 300.

Prospettiva della scalea, dell'obelisco e della facciata della Trinità dei Monti a Roma.

spesa, i mezzi di esecuzione, ed il termine, non superiore ad un venticinquennio, entro il quale le opere devono essere ultimate.

Ora nessuno certo che consideri obbiettivamente la questione può mettere in dubbio come non sarebbe possibile la formazione del piano regolatore di una grande città quando esso dovesse rigorosamente soddisfare a quelle prescrizioni.

Si potrà sì, formare il progetto di uno di quelli che un tempo si chiamavano *rettifili*, si potrà creare la comunicazione tra quartiere e quartiere, e, se ciò fa piacere, chiamare questi col nome pomposo di « piani regolatori ». Ma in effetto nulla si sarà regolato, perchè dopo parecchi lustri di lavoro, e dopo avere speso somme ingenti ci troveremo in una città dove le nuove strade non risponderanno ad un organico concetto unitario, e potrà accadere — come infatti accade — che si devano demolire edifici che non raggiungono un ventennio di vita solo perchè sopravvenute esigenze vogliono la loro distruzione per soddisfare a bisogni altra volta impensati: si spendono così somme notevoli, si distrugge ricchezza, e non si raggiunge che parzialmente il fine che ci si era prefisso.

Ed è ben strano che le città possano formarsi piani integrali dei servizi pubblici, piani che vengono poi eseguiti man mano se ne presenti la necessità, talchè acque-

dotti, fognature, sistemazioni ferroviarie, scuole, cimiteri e via via, possano prevedersi con decenni di anticipo sull'esecuzione, formando per ciascuno di tali servizi veri e propri piani regolatori, mentre non si può determinare il piano regolatore dell'edilizia urbana, che dovrebbe essere il determinante dei piani regolatori di quasi tutti i servizi cittadini.

La ragione di questo deriva da una considerazione dei diritti della privata proprietà che è in assoluta antitesi col concetto moderno che eleva la proprietà a funzione sociale, rispettando l'iniziativa individuale, ma nell'ambito della vita e della economia della nazione.

Ora nei riguardi delle limitazioni della proprietà privata per effetto della formazione dei piani regolatori è giusto che ogni danno che i piani regolatori apportino deva essere indennizzato, così come ogni vantaggio deve essere riconosciuto.

Poichè i vincoli che derivano dai piani regolatori sono gravi, essi devono limitarsi al minimo. D'altra parte, poichè come si è visto, non è più possibile oggi provvedere caso per caso alle necessità contingenti, senza che ogni provvedimento si inquadri in un piano generale che tenga conto delle prevedibili future necessità urbane, occorre formare un piano di primo grado, che può dirsi sommario, economico, di massima, generale e deve contemplare la soluzione di tutti i problemi che è necessario risolvere nell'attualità e nel prevedibile futuro, ispirandosi esclusivamente a criteri di necessità temperati dalle considerazioni delle possibilità economiche della città, quali possono dedursi dallo studio del suo passato sviluppo e della rapidità evolutiva del suo rinnovamento.

Un piano di questo genere è il presupposto di tutta l'organizzazione civica e pertanto deve essere obbligatorio il formarlo per ogni città che abbia raggiunto un certo grado di sviluppo o per la quale sia presumibile un rapido ampliamento.

Per la sua natura stessa il piano dovrebbe avere durata indeterminata: di qui la necessità che esso non crei vincoli alle proprietà private, vincoli che invece dovrebbero sorgere allorquando dal piano di primo grado si passi al piano di secondo grado, che è il vero piano esecutivo da attuarsi nel volgere di pochi anni e quindi generatore di vincoli assoluti.

* * *

Quanto si è detto sin qui si riferisce ai piani regolatori delle zone già fabbricate. Lo studio e l'applicazione dei piani di ampliamento non dà luogo a minori difficoltà pratiche.

I piani di ampliamento secondo il legislatore dovrebbero provvedere « alla salubrità dell'abitato ed alla più sicura, comoda e decorosa sua disposizione ».

Ma poichè ciascuno che sia proprietario di un terreno ha libertà illimitata di costruirvi, come, dove e quando lo voglia, ove non intervengano vincoli portati dal piano di ampliamento, in pratica avviene che, in specie nei dintorni delle grandi città, sorgano edifici in un raggio vastissimo intorno alla città stessa. Ne deriva una fabbrica-

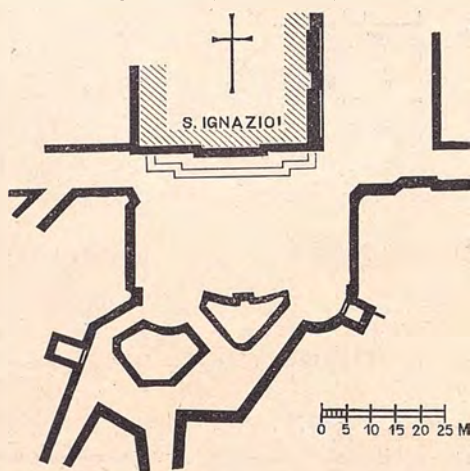


Fig. 301. — La piazza S. Ignazio a Roma.

zione assai rada, la quale risponde bene a criteri di igiene, ma risulta gravosa ai Comuni, sia per la enorme estensione che vengono ad assumere i pubblici servizi, sia perchè le costruzioni sorte in modo non rispondente ad un piano organico finiscono a creare serii ostacoli ad un futuro sviluppo ordinato della città.

I provvedimenti che possono ovviare agli inconvenienti derivanti da tale stato di cose possono essere di due ordini. Il primo e probabilmente il più efficace è rappresentato dalla costituzione di vasti demani comunali formati da terreni esterni alla città, talchè il Comune possa essere arbitro nel regolare l'ordinata espansione urbana. È il rimedio adottato specialmente dalle città germaniche le quali godono di proprietà terriere che in molti casi vanno oltre la metà del territorio comunale, non solo,

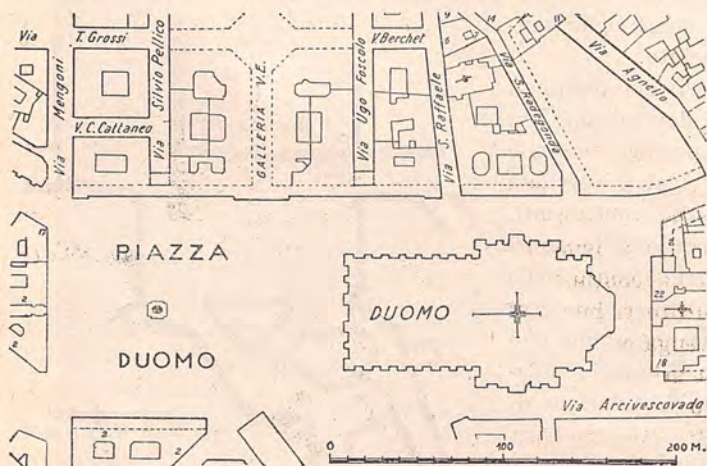


Fig. 302. — Disposizione dissimetrica del palazzo della Galleria rispetto alla piazza del Duomo a Milano.

ma spesso si estendono sui comuni contermini e dallo incremento di valore di tali proprietà compensano in parte l'onere che loro deriva dall'impianto dei servizi pubblici.

L'altro provvedimento, che si deve adottare laddove, come in Italia, per complesse ragioni non è consentito ai Comuni di rendersi proprietari di terreni in quella misura che sarebbe necessaria per esercitare un efficace controllo sull'edilizia, consiste nell'estensione dei piani di ampliamento, anche oltre quei limiti che sembrerebbero dettati da una razionale espansione della città.

Avviene così che quasi tutte le grandi città italiane sono indotte a darsi piani di ampliamento di tale estensione superficiale, che vanno notevolmente al di là di quanto corrisponderebbe al bisogno del normale incremento della popolazione. La mancanza di una disciplina delle costruzioni fa sì che si deva assoggettare a vincolo assai più terreno di quanto non sarebbe logicamente necessario, anche per costruzioni igienicamente rade, se l'espansione potesse avvenire ordinata e regolare secondo precise direttive. Per lo più i nostri piani di ampliamento comprendono territori capaci di città di parecchi milioni d'abitanti, quali mai esisteranno forse in Italia: ma d'altra parte la necessità di difendere vitali interessi collettivi d'oggi e di domani spinge i Comuni ad usare dell'unica arma legale di cui essi dispongono.

Perciò non inutilmente fu invocato che tra le leggi che disciplinano l'edilizia venissero introdotte norme che valgano a provvedere in modo adeguato a tanta necessità. I regolamenti di edilizia e di igiene indicano *come* si deve costruire: i piani regolatori e di ampliamento precisano *dove* si può costruire. Una nuova legge dovrebbe disciplinare *quando* si deve costruire.

Che a ciò si possa giungere non pare impossibile. Già oggi i nostri regolamenti edilizi vietano di edificare là dove mancano i pubblici servizi, ma, per evidenti ragioni pratiche, difficilmente il divieto vien fatto rispettare. Una legge la quale prescrivesse un limite

di tempo massimo per edificare i terreni che prospettano una strada per la quale sia stato provvisto ai servizi pubblici, oltre al vantaggio di diminuire l'estensione che oggi è giocoforza dare ai piani di ampliamento, permetterebbe di meglio sfruttare gli impianti dei servizi costruiti col pubblico denaro, e dei quali interessa ai Comuni ottenere il massimo rendimento.

Chi non potesse e non volesse costruire sul proprio terreno entro il limite fissato riceverebbe in cambio terreno da fabbrica di valore equivalente situato in località nella quale non è avviata la fabbricazione. Queste permutate dettate da ragioni di pubblico interesse potrebbero essere disciplinate in modo analogo a quanto avviene per le ordinarie espropriazioni.

Ciò dicasi per quanto riflette i piani di ampliamento. Non è inutile aggiungere però che se da un lato è desiderabile che provvide norme legislative evitino la necessità di dare eccessiva estensione superficiale ai piani di ampliamento, dall'altro invece, laddove lo sviluppo economico e demografico di una regione lo dimostri conveniente, torna opportuna la previsione di linee fondamentali dello sviluppo futuro di una regione traverso un piano regionale, il quale sostituendo all'unità *comune* l'unità *regione*, e lasciando all'unità comune il provvedere alle necessità locali nel modo che ad esso torna più conveniente si preoccupi invece dell'ordinamento generale della regione, nei riguardi viarii, igienici, economici e sociali.

Oggidì, in ispecie nelle regioni a carattere industriale, i territori comunali sono troppo breve aiuola perchè vi si possano concepire piani che tengano conto degli interessi più vasti della regione. Accade anche spesso che territori di comuni contermini vengano sistemati con direttive diverse, quando non sono antagonistiche.

Di qui la necessità di un provvedimento legislativo il quale in determinate regioni, nelle quali ne sia evidente la necessità, imponga lo studio con carattere unitario di quei servizi che interessano più la collettività dei comuni che non i comuni singoli.

* * *

I criteri prevalenti nella moderna urbanistica giustamente richiedono che edifici di diversa natura e destinazione non possano sorgere a caso l'uno accanto all'altro, ma invece vengano aggruppati in diversi quartieri a caratteristiche diverse a seconda della loro destinazione. Questa tendenza, che ha trovato larga applicazione in ispecie nelle città americane, non può essere praticamente seguita nello studio dei piani regolatori e di ampliamento italiani: poichè essa incide troppo gravemente sul diritto di proprietà, che ne subisce notevoli limitazioni perchè possa senz'altro essere adottata.

Per la stessa ragione e non perchè non si riconosca anche in ciò un altissimo pubblico interesse, risulta praticamente inapplicabile un altro dei canoni della moderna urbanistica e cioè l'aggruppamento di edifici, in ispecie se di uso pubblico, a formare complessi architettonici che per l'accorta distribuzione delle masse, e la rispondenza armonica delle linee, contribuiscano ad una migliore estetica della città.

Il presupposto per l'applicazione di simili criteri sta precisamente nel possesso delle aree sulle quali si vorrebbero imporre tali restrizioni edificatorie da parte dei Comuni; i quali in relazione alla vastità delle aree da essi controllate, potrebbero compensare il danno che loro ne deriva in tale luogo coi vantaggi che ne avrebbero in tale altro, senza dire che solo a profitto delle comunità ridonda una conveniente sistemazione igienica delle abitazioni.

Sempre allo stesso ordine di pratiche difficoltà si può far risalire la insufficiente tutela che in effetto le leggi accordano ai monumenti e ai giardini. Sta bene che le leggi

consentano il creare zone di rispetto intorno ai monumenti, il vietare la distruzione di giardini, il conservare intatti determinati paesaggi. Ma allorquando non si può mettere in atto ciò che pur la legge consente e cioè l'espropriazione dei monumenti, dei giardini, dei paesaggi, la tutela riesce praticamente impossibile: poichè la lesione di legittimi interessi è tale che non si può non aderire a transazioni, a soluzioni di ripiego che finiscono col frustrare lo scopo della legge. D'altra parte paesaggi, monumenti e giardini, quando non si trovi il mezzo per dar loro una destinazione che concili l'interesse privato col pubblico interesse, corrono il rischio dell'abbandono, ciò che in ispecie nel caso dei giardini equivale alla loro distruzione.

Altre difficoltà nella pratica applicazione dei piani regolatori derivano dalla mancanza di una legge che permetta ai Comuni di intervenire in confronto dei proprietari

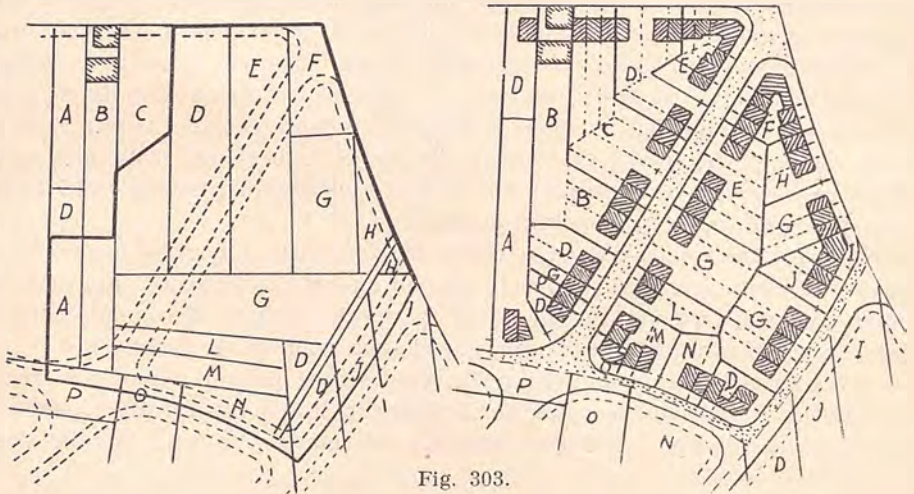


Fig. 303.
Esempio di sistemazione di confini conseguente all'applicazione di un piano regolatore.

delle aree da fabbrica per dare a tali aree forma e consistenza che si accordi col piano, così da consentire un logico ed ordinato sfruttamento del terreno.

Allorquando una zona di terreno agricolo, per effetto della sistemazione delle strade indicate nel piano di ampliamento assume le caratteristiche di area da fabbrica, può accadere che esso sia stato dalle nuove strade intersecato in modo da non riuscire convenientemente edificabile; dovrebbe in tal caso consentirsi all'autorità del Comune l'intervenire mediante opportuni conguagli affinché l'edificazione avvenga nel modo economicamente ed igienicamente più conveniente (fig. 303).

D'altra parte, specialmente nelle zone centrali delle città, accade invece che la suddivisione della proprietà edilizia non risulti conforme alle mutate esigenze e ai diversi bisogni urbani: l'eccessivo frazionamento delle aree non consente la costruzione di quegli edifici che per imponenza di linee e di dimensioni danno decoro alla città.

Nè è sempre possibile intervenire mediante la formazione di un piano regolatore per ottenere il necessario concentramento di aree. Basta allora che un solo proprietario fra i molti opponga un diniego assoluto, o avanzi fantastiche pretese di compensi per impedire un rinnovamento della città che sarebbe giustificato nell'interesse generale. È chiaro che, se in simili casi potesse il Comune intervenire, o promuovendo consorzi obbligatori di proprietari, o prescrivendo speciali discipline di costruzione si raggiungerebbe lo scopo di migliorare e risanare zone centrali delle città senza ledere la proprietà oltre quanto sia strettamente necessario nel comune interesse.

Si ricordi qui infine l'opportunità di una radicale revisione dei criteri che informano i regolamenti edilizi vigenti nelle maggiori nostre città. Il regolamento edilizio è il necessario complemento di un piano regolatore. È anzi uno dei principii fondamentali dell'urbanistica moderna il considerare lo sviluppo delle città non solo planimetricamente, ma altimetricamente. Non basta per dare un conveniente assetto alle città l'aver studiato un buon piano regolatore se ad esso non si coordinano norme edilizie le quali ottengano dalla disposizione e dalla massa degli edifici quell'armonia di proporzioni che sola costituisce l'architettura delle città. I nostri regolamenti edilizi, e soprattutto le istruzioni ministeriali che li informano risalgono a troppi anni perchè essi possano tener conto del progresso tecnico intervenuto oggidi nella natura e nell'uso dei materiali, nonchè nelle applicazioni tecnologiche degli impianti domestici. Anche qui è necessario rinnovare per meglio armonizzare col progresso dei tempi.

* * *

Al procedimento da seguirsi praticamente nello studio di un piano regolatore si è già accennato per quanto riguarda le direttive tecniche generali riflettenti la soluzione dei diversi problemi. Aggiungiamo qui qualche norma di carattere generale che la pratica consiglia di osservare.

Per lo più lo studio effettivo di un piano regolatore è oggi preceduto da un concorso. Poichè un concorso in generale per la sua stessa natura non può dare il piano regolatore definitivo, al piano oggetto di un concorso si deve dare il significato di quelli che in Germania si chiamano « concorsi di idee ».

Lo studio effettivo del piano potrà essere opera di un tecnico, particolarmente esperto in materia urbanistica, il quale sarà conveniente sia assistito da una commissione di competenti versati nei diversi problemi urbani, talchè il tecnico che deve stendere il piano possa attingere da essi le necessarie notizie perchè il piano possa soddisfare armonicamente alle varie esigenze della vita cittadina. Ma deve essere condizione essenziale che tanto chi stende il piano, quanto la commissione che deve affiancarne l'opera abbiano avuto lungo e diuturno contatto colla città di cui studiano il piano, ne conoscano le consuetudini di vita, ne abbiano approfondito i problemi tecnici ed amministrativi.

La soluzione di particolari problemi potrà ancora affidarsi a « concorsi di idee », poichè qui si tratta di una enunciazione di vedute, di direttive diverse, dalle quali può uscire una soluzione geniale di questioni non facili. Sulla visione generale degli interessi della città viene a prevalere la necessità di far preponderare l'uno e l'altro dei criteri a cui si deve informare un piano. Volta a volta il problema diverrà soprattutto architettonico, o di viabilità o di edilizia e volta a volta si potranno enunciare e proporre diverse soluzioni tra le quali si potrà scegliere quella che meglio riesce consona ai bisogni generali della città. Nella risoluzione di problemi parziali, potranno meglio affermarsi le attitudini di studiosi ed artisti, indipendentemente da qualsiasi conoscenza dell'organismo generale della città e dei suoi bisogni. Le vedute e le tendenze individuali possono in questi concorsi liberamente svilupparsi: e si potranno sempre inserirne sia integralmente, sia parzialmente, i risultati nel piano generale della città modificandoli ed adattandoli ove occorra, affinchè il piano generale non perda in armonia, quanto avvantaggia dallo studio dei problemi parziali.

* * *

Lo studio di un piano generale di una città converrà sia iniziato su una scala relativamente piccola allo scopo di poterne determinare le linee fondamentali in modo

che esse ben si colleghino alla situazione topografica della regione e agli impianti in essa esistenti in ispecie per quanto riguarda le comunicazioni. Uno studio preliminare nella scala 1:25.000 o meglio 1:10.000 può rispondere al bisogno.

Passando poi allo studio del nucleo interno della città sarà preferibile che il piano sia sviluppato nella scala 1:1000, salvo dedurne una riproduzione nella scala di 1:2000 allo scopo di meglio afferrarne l'assieme quando si tratti di città di notevole estensione superficiale. Il piano di ampliamento conviene sia steso nella scala 1:5000, riproducendo però in esso anche gli elementi fondamentali del piano di sistemazione del nucleo abitato esistente affinché se ne possa conoscere il logico coordinamento.

Sistemazioni particolari di piazze o zone monumentali potranno stendersi nella scala di 1:500 o di 1:200 a seconda dei casi. Lo studio di tali sistemazioni, specie se destinate ad aver valore architettonico converrà sia completato con prospettive, nelle quali però non si dovranno delineare edifici determinando le linee architettoniche, ma solo rappresentare le masse secondo le quali poi gli architetti progetteranno i singoli edifici.

Il piano sarà completato colle norme edilizie generali che dovranno presiedere alla sua attuazione e con quelle speciali che dovranno regolare la formazione di particolari «quadri urbani». Alla formazione di tali quadri urbani, che dovranno avere unità ed armonia di linee, ciò che non significa riproduzione assoluta di forme, nè simmetria rigida di edifici, converrà presieda un tecnico o una commissione di tecnici particolarmente esperti, che possa colla voluta larghezza di criteri disciplinare l'opera dei singoli costruttori allo scopo di raggiungere la desiderata armonia generale. Nè a questo proposito si dimentichi che secondo le leggi vigenti tale compito non può essere affidato alle ordinarie Commissioni edilizie, alle quali è assegnato esclusivamente di pronunciare se nulla osti alla costruzione di un edificio, affinché non ne derivi deturpamento all'abitato, ma non è demandato di consigliare nè di dirigere la costruzione di edifici, neppure nel ristretto campo dell'estetica.

Infine ripetiamo essere consigliabile che l'urbanista incaricato di stendere l'effettivo piano regolatore di una città sia assistito da una Commissione urbanistica, formata con elementi esperti, che lo possa consigliare in caso di dubbiezze o di difficoltà. Troppi sono i casi in cui anche un urbanista sperimentato può trovarsi incerto davanti a numerose soluzioni di uno stesso problema, ciascuna delle quali risulti preferibile sotto qualche aspetto. In questi casi, per non dire d'altro, troppa sarebbe la presunzione di quell'urbanista il quale si arrogasse di prendere da solo una decisione. Soltanto la scarsa conoscenza delle questioni urbanistiche può rendere audaci: chi più sa non teme di diminuirsi ascoltando l'avviso anche di chi meno sa.

BIBLIOGRAFIA

Ove si escludano dall'indice bibliografico le trattazioni speciali e le numerose pubblicazioni in estratto da riviste, la bibliografia italiana è relativamente scarsa. Lo studioso della materia urbanistica però, dovrà attingere le proprie cognizioni soprattutto dalla pratica e quindi dalle relazioni delle giurie dei concorsi, dalle pubblicazioni relative ai *piani regolatori* delle singole città e dai periodici sottocitati, nei quali assai spesso si contengono trattazioni che giovano a formare l'urbanista meglio dei libri di indole generale.

Basterebbe del resto ricordare le monumentali relazioni sul piano di New York e sul piano della più grande Londra, per comprendere, che, soltanto in omaggio a criteri di armonia col rimanente delle trattazioni incluse nella presente opera, si è dovuto ometterne l'indicazione.

Più vasta è la letteratura straniera, specialmente germanica ed americana: ma anche qui la bibliografia ha dovuto subire le stesse limitazioni e non sono segnalate le molte interessanti ed istruttive monografie sui singoli *piani regolatori* di città (Berlino, Amburgo, Breslavia, ecc.).

Questo si ricorda, perchè il lettore che abbia seguito la trattazione precedente e si sia convinto che urbanisti si diventa soprattutto considerando ed esaminando non soltanto i progetti tecnici, ma le situazioni reali che ne formano il presupposto, non pensi ad omissioni o dimenticanze.

Pubblicazioni in lingua italiana.

- AGOSTINELLI, *Questioni di urbanistica*, Roma, 1933.
ALBERTI, *De re aedificatoria* (trad. BARTOLI), Bologna 1782.
Atti del X Congresso internazionale delle abitazioni e dei piani regolatori, Roma 1929.
BARTELUCCI, *Espropriazioni per causa di pubblica utilità*, Milano 1934.
CACCIA, *Costruzione, trasformazione ed ampliamento delle città*, Milano, Hoepli.
FEDERAZIONE NAZIONALE DELLA PROPRIETÀ EDILIZIA, *Sui piani regolatori*, Roma 1931.
GIOVANNONI, *Questioni di architettura nella storia e nella vita*, Roma 1925.
ID., *Vecchie città ed edilizia nuova*, Torino 1931.
MONNERET DE VILLARD, *Note sull'arte di costruire le città*, Milano 1907.

PERIODICI.

- Architettura*, Roma.
Concessioni e costruzioni, Roma.
La Casa, Milano.
Le Strade, Milano.
L'Ingegnere, Roma.
Il Politecnico, Milano.
Rassegna d'Architettura, Milano.
Urbanistica, Torino.

Pubblicazioni in lingua francese.

- BULS, *L'esthétique des villes*, Bruxelles 1894.
ID., *La construction des villes*, Bruxelles 1895.
DERVAUX, *L'édifice et le milieu*, Paris 1919.
DIKANSKY, *La ville moderne*, Paris 1928.
FORD, *L'urbanisme en pratique*, Paris 1920.
FUNCK-BRENTANO, *La formation des villes dans l'Europe occidentale*, 1901.
JOYANT, *Traité d'urbanisme*, Paris 1928.
KHARACHNICK, *Quelques problèmes d'urbanisme*, Paris 1930.
LAVEDAN, *Histoire de l'urbanisme*, Paris 1926.
LE CORBUSIER, *Urbanisme*, Paris 1929.
POËTE, *Introduction à l'urbanisme*, Paris 1929.
PUTZEYS et SCROOFS, *Extension des villes*, Paris et Liège 1927.

- RAYMOND, *L'urbanisme à la portée de tous*, Paris 1925.
REY, PIDOUX, BARDE, *La science des plans des villes*, Losanne-Paris.
SITTE, *L'art de bâtir les villes*, Genève 1902.
SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES URBANISTES, *Où en est l'urbanisme*, Paris 1923.
UNION INTERNATIONALE DES VILLES, *L'expropriation pour cause d'utilité publique*, Bruxelles 1929.
UNWIN, *L'étude pratique des plans des villes*, Paris 1922.

PERIODICI.

- La Cité*, Bruxelles.
La vie urbaine, Paris.
Urbanisme, Paris.

Pubblicazioni in lingua tedesca.

- ARNTZ, *Köln, Entwicklungsfragen einer Grossstadt*, München 1923.
BAUMEISTER, *Die Abstufung von Bauordnungen für den Stadtkern, Aussenzbezirke und Vororte*, Berlin 1892.
BLUM, SCHIMPF, SCHMIDT, *Staedtebau*, Berlin 1921.
BRINCKMANN, *Platz und Monument*, Berlin 1908.
ID., *Stadtbaukunst*, Potsdam 1925.
BUENZ, *Staedtebau und Landesplanung*, Berlin 1928.
EBERSTADT, *Staedtebau und Wohnungswesen in Holland*, Jena 1914.
ID., *Die Kleinwohnungen und das Staedtebauliche System in Brüssel und Antwerpen*, Jena 1919.
FISCHER, *Staedterweiterungsfragen*, Stuttgart 1903.
GUBLITT, *Die Erhaltung des Kerns alter Staedten*, Berlin 1911.
ID., *Handbuch des Staedtebaues*, Berlin 1920.
HEILIGENTHAL, *Staedtebaurecht und Staedtebau*, Berlin 1930.
HÖPFNER, *Ueber die Grundbegriffe des Staedtebaues*, Berlin 1920.
KOCH, *Gartenkunst im Staedtebau*, Berlin 1923.
ID., *Der Garten*, Berlin 1927.
LANGE, *Gartenpläne*, Leipzig 1927.
ID., *Stadtplan und Wohnungsplan vom hygienischen Standpunkt*, Leipzig 1927.
LUEBKE, *Strassen und Plätze im Stadtkorper*, Halle 1932.

- MAASZ, *Das Grün in Stadt und Land*, Dresden 1927.
 MANGOLDT, *Das Grossstadt Problem*, Berlin 1928.
 MARTIN u. BERNOULLI, *Der Staedtebau in der Schweiz*, Berlin 1929.
 MUESMANN, *Die Umstellung im Siedlungswesen*, Stuttgart 1932.
 PFEIFFER, *Probleme der Grossstadttechnik*, Stuttgart.
 SERINI, *Wohnungsbau und Stadterweiterung*, München 1925.
 SIERKS, *Wirtschaftlicher Staedtebau*, Berlin 1926.
 ID., *Grundriss der sicheren, reichen, ruhigen Stadt*, Dresden 1929.
 SITTE, *Der Staedtebau nach seinen Kunstlerischen Grundsuetzen*, Wien 1889.
 STUEBBEN, *Der Staedtebau*, Leipzig 1924.
 WAGNER, *Staedtebauliche Probleme in Amerikanischen Staedten*, Berlin 1928.
 ID., *Das Neue Berlin. Grossstadtprobleme*, Berlin 1930.
 WERNER SCHULZE, *Stadt und Land als organischen Lebensraum*.
 WEYRAUCH, *Bebauungspläne und Entwässerungsanlagen*, Stuttgart 1914.
 WOLF, *Wohnung und Siedlung*, Berlin 1926.

PERIODICI.

- Deutsche Bauzeitung*, Berlin.
Staedtebau, Berlin.
Wasmuth's Monatshefte, Berlin.
Die Baukunst, Berlin.

Pubblicazioni in lingua inglese.

- ADAM a. BASSET, *Building, their uses and the spaces about them*, New York 1931.
 HEGEMANN a. PEETS, *Handbook of Civic Art*, New York 1922.
 HOWARD, *Garden cities of the morrow*, London 1902.
 LANCHESTER, *The art of town planning*, London 1925.
 LOHMANN, *Principles of City planning*, New York 1931.

- PURDOM, *The Building of Satellite Towns*, London 1925.
 SENNET, *Garden cities in theory and practice*, London 1905.
 UNWIN, *Townplanning in practice*, London 1909.
 ID., *Old town and new needs*, Manchester 1912.

PERIODICI.

- City Planning*, Boston.
Journal of the Town Planning Institute Canada, Ottawa.
Journal of the Town Planning Institute England, London.
The American City, New York.
Town and Country Planning, London.
Town Planning Review, Liverpool.

Pubblicazioni in lingua spagnuola.

- CORT, *Murcia, Un ejemplo sencillo de trazado urbano*, Madrid 1925.
 ID., *La ciudad lineal*, Madrid 1931.

PERIODICI.

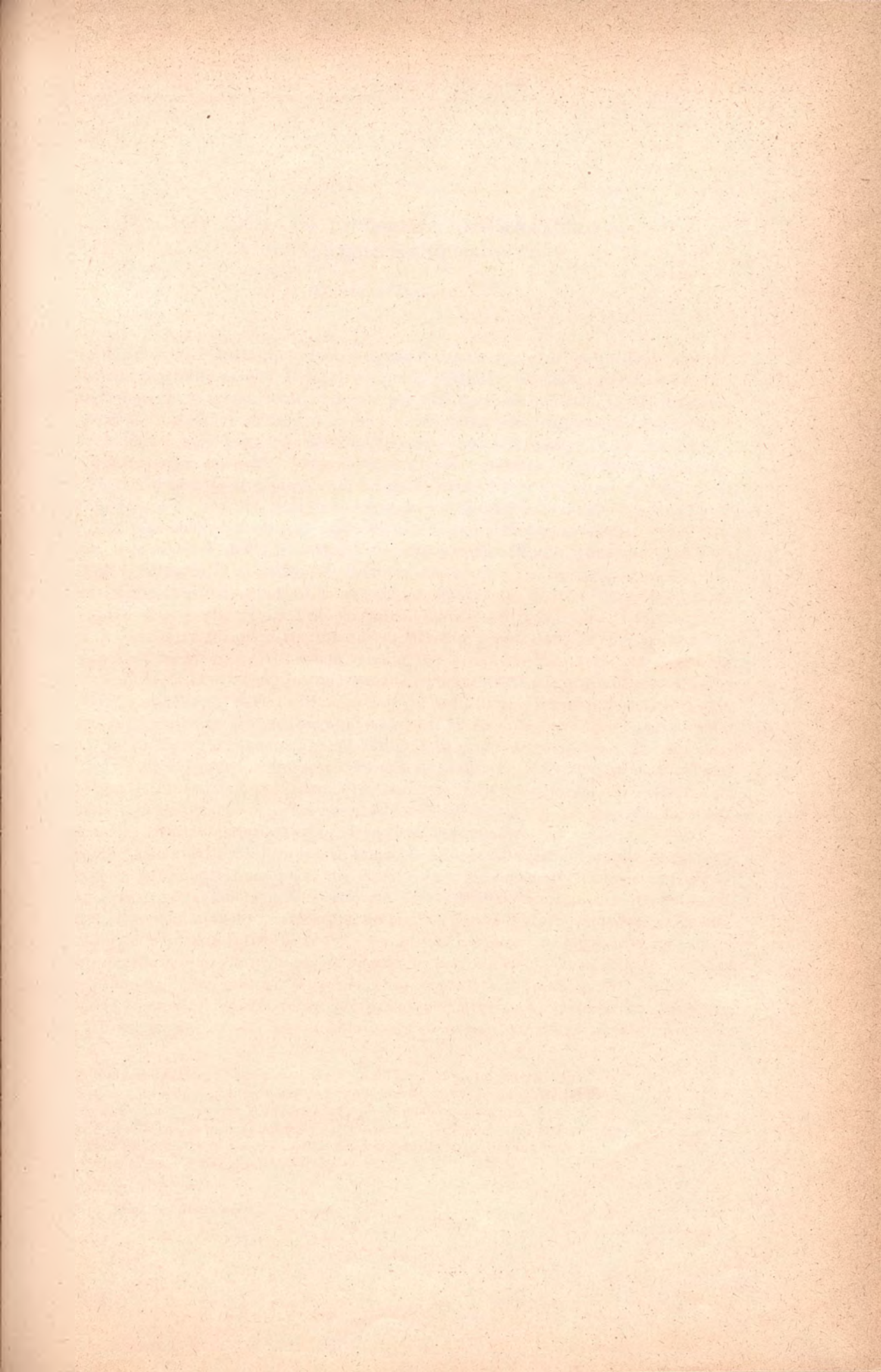
- Planificaciòn*, Mexico.

Pubblicazioni in lingua portoghese.

- DE ANHAJA MELLO, *Problemas de urbanismo*, Sao Paulo 1929.

Pubblicazioni in lingua romena

- SFINTESCU, *Zonificarea urbanistica a municipiului Bucuresti*, Bukarest 1931.



CAP. VI. — La professione dell'architetto
e dell'ingegnere-architetto (1).

(DANIELE DONGHI).

A - Generalità. — Nella prefazione generale di questo *Manuale*, in quella del vol. II, p. I, e nelle generalità del vol. II, p. II, nel quale trattiamo della decorazione od estetica architettonica, è detto che cosa si intenda per Architettura, quale sia la sua funzione, e si accenna pure alle cognizioni che deve avere l'architetto, affinché le opere da lui create soddisfacciano contemporaneamente alle condizioni fondamentali di solidità, comodità, bellezza, economia. Naturalmente il vero architetto è l'*architetto-costruttore*, ossia l'ingegnere-architetto, quegli cioè che abbia bensì qualità artistiche, ma cognizioni scientifico-tecniche tali da poter realizzare le sue ideazioni in modo che siano soddisfatte le sopraddette condizioni, cosicchè non si può chiamare architetto quegli che, ignorando le esigenze dell'arte costruttoria, ma avendo soltanto qualche abilità artistica, ha il coraggio di accingersi a costruire. La esistenza di tali falsi architetti, che portano anche abusivamente il titolo, si è sempre lamentata, ed il nostro codice penale all'art. 186 (2) è esplicito. La Francia, in cui, come in altri paesi, la professione dell'architetto è libera (3), pare che intenda di por fine a uno stato di cose gravemente dannoso a chi ha speso molti anni in istudio per essere un vero architetto, dannoso all'arte e alla società (4). Oggi fortunatamente le invocate Scuole di Architettura fanno diminuire il numero dei falsi o pseudo-architetti, degli illusi e dei presuntuosi: ma vige sempre la disposizione di autorizzare a portare il titolo e ad esercitare la professione coloro che in un certo numero di anni hanno dato prova di possedere sufficiente pratica costruttoria, convalidando così l'erroneo concetto che per essere architetto basti la pratica. È un sistema pericoloso che, speriamo, verrà soppresso, non dovendosi permettere la esecuzione di opere architettoniche se non a chi ha compiuto adeguati studi negli istituti superiori di architettura e di ingegneria.

Tanto vasto e vario è il campo nel quale l'architetto e l'ingegnere-architetto possono svolgere la loro multiforme opera, che vaste e varie devono pure essere le loro cognizioni, le quali già enumerava Vitruvio, ma che oggi sono grandemente aumentate di numero, assumendo anche portata ben differente, per le mutate condizioni della vita privata e della Società. Vitruvio scrive: *Pertanto è necessario che l'architetto sia versato non meno nella pratica che nella teoria: attenda del pari alle speculazioni dello spirito ed ai lavori nella esecuzione, perocchè lo spirito senza il lavoro e il lavoro senza lo spirito non potrebbero formare un perfetto artista. Sia perciò egli LETTERATO, ESPERTO NEL DISEGNO, ERUDITO NELLA GEOMETRIA E NON IGNORANTE DI OTTICA: ISTRUITO NELL'ARITMETICA,*

(1) Vedi nella *nota A* (in fondo al capitolo) la ragione di questi titoli.

(2) Chiunque porta indebitamente e pubblicamente la divisa o i distintivi di una carica, di un corpo o di un ufficio, ovvero si arroga gradi accademici, onorificenze, titoli, dignità o cariche pubbliche, è punito con la multa da lire cinquanta a mille. Il giudice può ordinare che la sentenza sia pubblicata per estratto in un giornale da lui designato, a spese del condannato.

(3) Vedi la *nota B* in fondo al capitolo.

(4) Vedi la *nota B*.

CONOSCITORE DELLA STORIA, VERSATO NELLA FILOSOFIA, SAPPIA DI MUSICA, NON IGNORI LA MEDICINA, CONOSCA LA GIURISPRUDENZA E L'ASTRONOMIA. Vitruvio vuole l'architetto *letterato*, non nel senso letterale della parola, ma nel senso che sia capace di esporre con metodo, chiarezza, precisione, proprietà di linguaggio, concisione e garbo i propri concetti e le proprie opinioni, sia nelle relazioni richieste dai suoi progetti e dagli altri suoi lavori, sia nella corrispondenza, nei discorsi, nelle discussioni con clienti, imprenditori e fornitori (oggi assai più istruiti di quanto lo erano un tempo), con legali, coi suoi collaboratori, coi colleghi, con amministratori, se egli appartiene a un'amministrazione pubblica o privata, coi quali, soprattutto se sono altolocati, non potrebbe far valere la sua cultura, quand'essa non provenisse da educazione e nobiltà di maniere. Dev'essere *esperto nel disegno*, dice Vitruvio, ciò che è ovvio giacchè il disegno è la pietra angolare di ogni arte figurativa, e senza di esso non si può essere buon architetto. Nello stesso modo che lo studio della matematica abitua alla logica e al rigore del ragionamento, e lo studio delle scienze e dell'arte è necessario per ben concepire, quello del disegno serve a rendere docile e pronta la mano a tracciare ciò che la mente immagina: i più abili disegnatori sono anche i più fecondi compositori. Vitruvio vuole poi che l'architetto sia erudito nella *geometria* e nell'*aritmetica*, e in fatto come potrebbe egli essere digiuno di tali scienze a lui indispensabili per tracciare i suoi progetti ed eseguirne le necessarie calcolazioni, per compilare preventivi di spesa ed eseguire liquidazioni di lavori, e ignorare le norme della geometria descrittiva da cui impara la prospettiva, il tracciamento delle ombre, la stereotomia, ecc.? Come potrebbe eseguire rilevamenti e tracciamenti sul terreno se ignorasse quel ramo di geometria che noi chiamiamo topografia? L'aritmetica di Vitruvio è per noi la matematica in tutti i suoi rami e in tutte le sue applicazioni, quali la meccanica applicata, o scienza delle costruzioni, la quale soltanto fornisce all'architetto la possibilità di costruire fabbricati stabili, senza compromettere la economia. Le cognizioni di *ottica* sono per Vitruvio quelle che fanno conoscere gli effetti della luce, delle ombre, della grandezza e forma degli oggetti secondo la loro posizione, e servono a determinare il grado di illuminazione dei locali in relazione alla loro destinazione. Che poi l'architetto debba conoscere la *storia*, in cui è da comprendere anche l'*archeologia*, è cosa ovvia. Veramente Vitruvio si riferisce più che ad altro alla conoscenza delle origini e della genesi degli elementi architettonici, affinché siano convenientemente applicati, ma se oggi tali conoscenze sono pure indispensabili, ciò che del resto risulta da quanto dicemmo nel volume «Decorazione od estetica architettonica», esse non bastano all'architetto odierno, perchè senza la conoscenza della storia generale e particolare dei popoli, delle loro vicende, costumi e istituzioni, nonchè dei sistemi costruttivi da essi usati, egli non potrebbe con sicurezza attendere a restauri di antichi edifizii, mutilati per opera dell'uomo, o cadenti o ruinati per opera del tempo, restauri resi più facili dai mezzi che oggi le scienze ci forniscono per rintracciare le cause degli avvenuti danni e i modi di ripararli (v. cap. IV). Le cognizioni di *medicina* corrispondono a quelle che noi diciamo di igiene, non limitate però, come intendeva Vitruvio, alla conoscenza delle qualità del terreno su cui fabbricare, della salubrità o meno del luogo, dell'effetto dei venti, delle acque, ecc., ma estese a tutti gli impianti che hanno attinenza coll'igiene e colla sanità pubblica e privata, alla quale attentano gli impianti stessi se male progettati e peggio eseguiti. In quanto alla *filosofia* Vitruvio in sostanza vuol dire che essa insegna ad essere onesto e giusto; a non lasciarsi in nessun modo corrompere; a sostenere il proprio decoro e buon nome. Tale filosofia noi la chiameremmo piuttosto moralità ed onestà professionale. Ma per Vitruvio la filosofia ha pure il significato di *fisica*, la quale, egli dice, tratta della natura delle cose, ed invero l'architetto deve possedere sufficienti cognizioni geologiche per

scegliere e adottare i migliori materiali occorrenti alle strutture e alle decorazioni, conoscerne le buone qualità e i difetti, i procedimenti per ottenerli o fabbricarli, per lavorarli, e per metterli in opera, così da poterli sapientemente e abilmente impiegare. E mentre Vitruvio si sofferma a considerare specialmente le questioni inerenti alle acque, questioni che per noi costituiscono l'importante scienza idraulica, dobbiamo pur riconoscere essere la fisica che ci fornisce le cognizioni di elettrotecnica e di termotecnica divenute oggi indispensabili.

Se poi Vitruvio parla di *musica* e di *astronomia*, non voleva con ciò dire che l'architetto fosse musicista ed astronomo: colla musica egli alludeva alla necessità di conoscere le leggi delle proporzioni, ossia dell'armonia fra le parti e fra queste e il tutto, del che abbiamo discorso nel volume che tratta della «Decorazione», ove rilevammo appunto la rispondenza fra il triangolo perfetto egiziano e quello armonico di Coulon, e con astronomia intendeva di riferirsi soprattutto alla costruzione degli orologi solari e alla necessità di conoscere le orientazioni, il tempo degli equinozi e dei solstizi, con che oggi determiniamo il grado di soleggiamento e di illuminazione dei fabbricati.

In quanto alla *giurisprudenza* è ovvio che l'architetto non deve ignorarla giacchè molteplici sono le questioni di carattere legale che gli si possono presentare, come infatti si vedrà più innanzi, per la cui risoluzione egli deve trattare con avvocati, notai, tribunali, e nelle quali deve portare il valido contributo delle sue cognizioni tecniche e bene spesso anche artistiche.

Non possiamo tralasciare di ricordare un'osservazione di grande importanza fatta da Vitruvio, la quale ha oggi lo stesso valore, e cioè che per riuscire ottimo architetto si deve fin da fanciullo dedicarsi allo studio delle arti e delle scienze, e sebbene non sia necessario che l'architetto sia pittore e scultore deve però avere una certa conoscenza di tali arti, e meglio ne abbia una certa pratica, affinchè sia in grado di dirigere le opere del pittore e dello scultore, le quali devono esser parte dell'opera sua e con essa armonizzare.

Nè diversamente di Vitruvio pensa l'Alberti nel suo trattato (1) quando dice: «Ma innanzi ch'io proceda più oltre, giudico che sia bene dichiarare chi è quello ch'io voglio chiamare architetto: perciocchè io non ti porrò innanzi un legnaiuolo, che tu lo abbi ad agguagliare ad uomini nelle altre scienze esercitatissimi: colui certo che lavora di mano, serve per istromento all'architetto. Architetto chiamerò io colui il quale saprà con certa e meravigliosa ragione e regola, sì con la mente e con l'animo divisare: sì con l'opera recare a fine tutte quelle cose, le quali, mediante movimenti di pesi, congiungimenti ed ammassamenti di corpi, si possono con gran dignità accomodare benissimo all'uso degli uomini. E a poter far questo bisogna che egli abbia cognizione di cose ottime ed eccellentissime e che egli le possenga».

La dimostrata necessità di cognizioni scientifiche fa sì che in certi casi l'opera dell'architetto si identifica con quella dell'ingegnere e viceversa questa può identificarsi coll'altra nelle questioni artistiche. Non pertanto la prima si stacca dalla seconda allorchè l'opera è monumentale, cioè di carattere essenzialmente estetico. Così è che mentre si possono chiamare *architetti-ingegneri* coloro che hanno cognizioni artistiche predominanti sulle tecniche, e queste in grado sufficiente per permetter loro di ben costruire, si possono chiamare *ingegneri-architetti* quelli i quali pur possedendo in prevalenza cognizioni scientifiche possiedono però qualità artistiche sufficienti per produrre opere richiedenti senso e cognizioni d'arte.

(1) *Della Architettura*, libri dieci di LEONE BATTISTA ALBERTI, traduzione di COSIMO BARTOLI, con note di STEFANO TICOZZI, Milano 1833.

Pur troppo esistono ancora in proposito deplorabili dualismi e radicati pregiudizi, ma è sperabile che mano mano scompariscano e finalmente si comprenda quanto siano necessarie all'architetto-artista anche le cognizioni scientifiche dell'ingegnere, il quale si dedichi all'edilizia.

L'architetto esercita la professione privatamente quale addetto ad amministrazioni pubbliche o private, ora come capo del servizio di edilizia, ora come dipendente. In tutti i casi egli deve sempre agire nell'interesse di chi serve, e colla correttezza dettata dalla onestà professionale e dall'onore.

Chiuderò notando che qualcuno può rivolgersi questa domanda: come mai gli antichi poterono costruire opere colossali che sfidarono i secoli, senza possedere tutte quelle cognizioni che oggi si reclamano dall'architetto? Risponderò osservando che alla mancanza di esse supplivano il tempo, le braccia e l'empirismo, benchè determinato dal buon senso. Non mancano gli esempi di opere, la cui costruzione durò dei secoli; non mancano documenti dai quali risulta l'imponente massa di uomini e di animali occorrenti o per trasportare un masso o per metterlo in opera; nè esempi delle ingegnosità dovute al buon senso, ed usate per compiere dette operazioni: e se confrontiamo quelle opere colle simili di oggi, è facile scorgerne le immense differenze, tanto nei riguardi della economia del materiale quanto delle spese. Allora la solidità si otteneva colla quantità della massa, generalmente di un'unica qualità: oggi non è più sulla massa che si basa la solidità, ma sulla qualità, anche varia, dei materiali e nella disposizione di essi. Non occorre rilevare la differenza circa il tempo: si può dire che un anno, un mese, un giorno di oggi equivalgono a secoli, ad anni, a mesi di una volta: nè occorre rilevare che la necessità di far presto è un bisogno dei nostri tempi; essa ha generato nuovi bisogni, per la cui soddisfazione scienze ed arte si danno la mano. Questa affannosa corsa avrà una tregua, un'oasi di riposo? Speriamolo, se l'arte non sarà soffocata dall'utilitarismo e gli artisti, ma soprattutto gli architetti, faranno ogni sforzo per crearla.

B - Sistemazione dell'ufficio o studio - a) Ubicazione, locali. — Convieni che lo studio sia in località piuttosto centrale, ma non soverchiamente rumorosa: facilmente accessibile ai clienti, agli imprenditori, alle ditte fornitrici, agli assistenti ai lavori e bene spesso anche agli operai. Molte volte l'architetto, soprattutto se è all'inizio della carriera, tiene l'ufficio nello stesso suo appartamento, ciò che presenta inconvenienti, dovuti alla promiscuità colla famiglia, a meno che lo studio abbia un accesso proprio. Questo si può facilmente ottenere quando l'alloggio è a pianterreno, oppure disponga di una scala speciale, la quale il professionista non mancherà di progettare nel caso di fabbricato proprio. Il sistema generalmente adottato dai professionisti, soprattutto aventi numerosa clientela, è quello di tenere lo studio presso il centro cittadino e l'alloggio magari alla periferia della città. Ne segue una perdita di tempo per andare dall'ufficio alla casa e viceversa, perdita oggi assai ridotta dai vari mezzi di trasporto esistenti, ma ne segue anche una maggiore probabilità di furti, specialmente se lo studio è nella notte privo di vigilanza. Naturalmente questo vale per i grandi centri abitati, poichè pei piccoli centri è generalmente adottata la prima disposizione. I locali saranno arredati senza lusso ma con molta proprietà: non dovrà mancare un locale di aspetto, o anticamera, e non sarà male che torno torno alle pareti vi siano disegni e fotografie, preferibilmente di lavori eseguiti dall'architetto, o raccolti in *album*, affine di intrattenere le persone che attendono di conferire col professionista. Dei vari locali e del loro arredamento, degli attrezzi, ecc., abbiamo già tenuto parola nel Cap. XXII « Studi per artisti, professionisti e fotografi » (vol. I, p. 2ª, sez. IV), epperò a detto Capitolo facciamo riferimento.

b) *Personale di studio.* — L'esordiente non sentirà fino a un certo momento la necessità di aiuti, poiché non avrà che un modesto lavoro, e quindi potrà da solo eseguire, oltre agli schizzi di progetto, anche i disegni regolari e definitivi, e quanto altro occorre per la compilazione del progetto medesimo, come diciamo in appresso. Però sarà difficile che possa fare a meno di aiuto nella direzione dei lavori di costruzione, i quali devono essere continuamente invigilati, misurati e registrati per la compilazione dei libretti di contabilità. Perciò gli occorrerà di avere alle sue dipendenze un *assistente*, e quando si trattasse di un lavoro di importanza, anche un *misuratore* o *verificatore*. L'assistente dovrà essere molto pratico in materia di costruzioni, affinché possa giudicare se ogni lavoro viene eseguito secondo i migliori metodi e sistemi costruttivi, e avere autorità sufficiente per richiamare l'impresa al suo dovere, quando vi mancasse: il verificatore dovrà conoscere perfettamente i metodi ordinari di misurazione, avere abbastanza pratica di disegno, affine di compiere con esattezza e relativa prontezza gli schizzi che devono illustrare e giustificare i rilievi fatti, e avere cognizioni sufficienti di contabilità.

Se in principio di carriera il professionista può, come dicemmo, compiere da sé la funzione del disegnatore, o anche di parecchi disegnatori, di questi non potrà fare a meno quando i clienti aumentino di numero, o quando si tratta di opere di una certa importanza. Così gli occorrerà uno *scrivurale-dattilografo*, che si occupi pure dell'ordinamento della corrispondenza coi clienti, fornitori, ecc., e un *contabile* per la tenuta dei registri di studio e per la verifica e registrazione delle fatture di provveditori e delle varie ditte con cui l'architetto debba trattare direttamente, e così via. Tutto il detto personale deve agire come un vero collaboratore del suo principale, il quale dovrà poter riporre nei suoi dipendenti piena fiducia, senza bisogno di verificarne continuamente gli atti, evitando così di far sorgere in essi un ingiurioso sospetto, dannoso all'andamento regolare e proficuo dei lavori. Lo studio disporrà pure di un *inserviente-fattorino* per la buona tenuta dei locali e il recapito di ordini, corrispondenze, ecc.

c) *Rapporti coi clienti, cogli impiegati o dipendenti, cogli imprenditori, coi fornitori, cogli operai, coi colleghi.* — Il modo di comportarsi col *cliente*, sia esso un privato, o un'amministrazione privata o pubblica, sarà sempre il medesimo, qualunque possa essere l'umore del cliente stesso. Vi sono dei clienti meticolosi, esigenti, i quali, persuasi di essere intenditori di costruzioni, di architettura e di estetica, si permettono di dare consigli all'architetto, di voler verificare i suoi atti, ecc. È una malattia abbastanza diffusa e sebbene all'architetto la cosa possa riuscire insopportabile, egli deve pazientare, cercare tutti i mezzi ragionevoli e persuasivi per dimostrare al cliente che si commetterebbe un errore costruttivo e a di lui danno, seguendo le sue idee.

Se a ciò non riuscisse, è necessario faccia risultare per iscritto che il lavoro viene eseguito secondo l'ordine del cliente e sotto la sua responsabilità. Se in avvenire si manifestassero le conseguenze dell'errore, l'architetto ne sarebbe scagionato, soprattutto quando dallo scritto risultasse che egli aveva fatto quanto poteva per non lasciarlo commettere. Naturalmente si tratta di errore che non comprometta la stabilità, poiché in tal caso l'architetto deve assolutamente rifiutarsi di eseguire un lavoro dal quale derivassero i danni contemplati dal codice, e in caso di insistenza del cliente, sciogliersi dai suoi impegni, con tutte le riserve del caso, in relazione specialmente al suo danno materiale. In un caso simile non basta lo scritto giustificativo: la responsabilità sarebbe sempre sua.

Quando si tratta di amministrazione privata, questa è di solito composta da varie persone, non sempre d'accordo, le quali, dopo aver concretato un programma ed espotolo all'architetto, gli lasciano libertà d'azione, riserbando però il diritto di invi-

gilare, mediante adatta persona, sull'andamento dei lavori, a causa della responsabilità che ha l'amministrazione verso i suoi amministrati. Tale vigilanza deve essere condotta in modo da non creare imbarazzi all'architetto, nè di essa egli deve adontarsene, ma anzi quando la vedesse trascurata dalla persona che ne ebbe incarico, deve chiederla per scansare futuri appunti o recriminazioni, ancorchè ingiuste, e deve tener nota di tutte le visite che la persona stessa avrà fatte al lavoro, e delle sue osservazioni. Molto spesso non è soltanto la persona delegata alla vigilanza che si occupa dei lavori, ma anche qualche componente del consiglio di amministrazione, o per eccesso di zelo, o per vanità, e se l'ingerenza non si arresterà alla semplice visione, l'architetto dovrà armarsi di sopportazione per non creare malumori, che ridonderebbero a suo danno, senza però mai deviare dalla via che gli è tracciata dal suo dovere di tecnico e di onesto professionista.

L'architetto, o l'ingegnere-architetto, è, nelle amministrazioni pubbliche (Stato, Provincia, Comune), generalmente un impiegato, o nella qualità di capo di un servizio architettonico o edilizio, o come facente parte di tale servizio in qualità di dipendente dal capo. Qualunque sia la sua posizione, egli dovrà essere un funzionario attento e attivo, cercando di contribuire nel miglior modo possibile al maggior utile dell'amministrazione, tanto più che di tale utile egli stesso approfitta. Se è capo deve farsi ben volere dai *dipendenti*, farne rilevare i meriti agli amministratori, aiutarli nelle loro deficienze, in una parola usar loro quelle attenzioni che valgano ad affezionarsi, ottenendo così da essi il massimo rendimento. D'altro lato il dipendente non dovrà al suo superiore obbedienza cieca, ma, coi dovuti riguardi e modi, gli farà notare quello che gli paresse di dover fare per la maggior convenienza. Ciò gli sarà tanto più facile e agevole se il capo si comporterà, come ho detto sopra, poichè questi accetterà di buon grado le osservazioni, sapendo che esse non hanno altro scopo se non quello di rendersi utile e beneviso.

Non diversamente deve comportarsi il libero professionista col *personale del suo studio*. Se i suoi collaboratori sono giovani, all'inizio della carriera, ed entrati nel di lui studio per impraticarsi della professione, egli ha l'obbligo morale di compensarli dell'aiuto che gli porgono in ragione delle loro cognizioni e capacità, istruendoli di tutto ciò che la pratica ha insegnato a lui, portandoli sui lavori, facendoli assistere ai dibattiti e alle discussioni cogli imprenditori e coi fornitori, e, quando lo creda possibile e conveniente, anche coi clienti, e assistere alle operazioni di collaudo. L'allievo, per dir così, riconoscente, lavorerà con passione a tutto beneficio del suo maestro. Pur troppo vi sono professionisti gelosi, che, temendo una futura concorrenza, non seguono tali principî, sfruttando i loro dipendenti. Non è onesto ed è contrario al proprio interesse.

I rapporti fra professionista e *imprenditori* sono oggi alquanto più difficili che non nel passato, a causa delle maggiori esigenze e complicazioni createsi nell'arte edilizia, e della conseguente e necessaria maggiore istruzione e cognizioni da parte degli imprenditori. Perciò questi diventano, in certo modo, collaboratori dell'architetto, ciò che veramente dovrebbe sempre essere, come osservammo nella prefazione generale di questo *Manuale*. Infatti in essa diciamo: « Il capomastro intelligente, conoscitore dell'arte sua, ma che sa misurarsi e contenersi nei limiti assegnatigli da quell'arte, è un indispensabile e potente ausilio dell'architetto: ambedue devono completarsi vicendevolmente: l'architetto è la mente che concepisce e dirige, il capomastro la intelligente mano che opera e tutti e due devono collaborare a un medesimo fine, muovendosi ciascuno nel proprio ambito, senza mai urtarsi, nè tentare di sovrapporsi ». Se però il capomastro fosse un saccentone, che crede di saperne più dell'architetto e vorrebbe imporre la sua volontà, l'architetto dovrà agire energicamente, sebbene con molto tatto, per

tenerlo al suo posto. D'altro canto il professionista, soprattutto se giovane, non deve degnare le discussioni tecniche col capomastro, tanto più se questi è intelligente e dotato di lunga esperienza nel campo pratico; ma a sua volta il capomastro deve eseguire con obbedienza e scrupolo gli ordini che gli vengono impartiti, a meno che egli li giudichi non in tutto corrispondenti alla buona pratica costruttiva, o contrari alla economia, nel qual caso, pur sapendo di rinunciare a un vantaggio, egli ha l'obbligo morale di fare le debite osservazioni, consigliando ciò che sarebbe più conveniente. Se il suo consiglio non fosse accolto, egli ha il diritto di farne prender nota in vista del futuro e a scanso delle proprie responsabilità.

L'architetto direttore dei lavori di un'opera edilizia è continuamente a contatto col personale dell'impresa costruttrice, *assistenti, capi-operai e operai*. Con nessuno di essi egli deve abusare dell'autorità di cui è investito, nè renderla pesante e odiosa, nè far risaltare la inferiorità di detto personale. Egli otterrà così non soltanto stima e rispetto, ma affezione (1). Poichè se v'è lavoratore che più si affeziona a chi lo tratta con bontà, riconosca e apprezzi il lavoro da lui compiuto, lo istruisca e lo aiuti, lo lodi quando ne sia il caso, o bonariamente lo redarguisca quando lo meriti, è precisamente l'operaio di lavori edilizi. In una parola l'architetto col personale che da lui dipende in via diretta o indiretta, deve mostrarsi cortese, buono, ma fermo e giusto. Contribuirà così ad evitare quei moti inconsulti e quelle ribellioni che si chiamano *scioperi*, ai quali gli operai per la loro indole non si abbandonerebbero, se non fossero sobillati da quegli improvvisati tribuni pescanti nel torbido per il proprio vantaggio, e incuranti, benchè ne siano consci, del danno altrui.

Il corporativismo, il sindacalismo, a cui accennava già anni sono il Louvet (2), serviranno a guarire completamente la piaga. Egli così scriveva: «Après l'organisation corporative très logique de l'ancien Régime, est venue l'erreur individualiste de la Révolution. C'est maintenant la réaction complète et exagérée comme toutes les réactions; néanmoins je crois qu'il n'y a pas lieu d'être pessimiste et que les groupements syndicalistes, débarrassés des politiciens à tout faire, et bien organisés corporativement, donneront dans l'avenir des bons résultats, à condition toutefois, que le principe d'autorité soit plus respecté qu'il ne l'est actuellement». Ed è appunto in virtù della lungimirante e ferma opera voluta dal nostro Mussolini che si creò da noi il sindacalismo e il corporativismo: è nel di Lui riconoscimento dell'opera dei lavoratori di ogni categoria, sia del braccio sia della mente: è nel di Lui amore per il popolo, dimostrato non a parole ma a fatti, ch'Egli ha potuto vincere e distruggere il microbo dello sciopero, facendo riacquistare all'operaio la volontà e la passione per il lavoro, la sua dignità, il rispetto a cui ha diritto, quando compie il suo dovere verso gli altri e verso se stesso.

Generalmente fornitori e Ditte hanno rapporti diretti coll'imprenditore e non col l'architetto: però questi può averne quando si tratta di forniture e di impianti a cui l'imprenditore rimane estraneo, o vi ha un'azione affatto secondaria. Ne riparleremo più innanzi. Nel caso in cui l'architetto debba trattare direttamente, e soprattutto quando debba scegliere fra varî concorrenti, dovrà poter giustificare pienamente la sua scelta di fronte ad accuse che gli venissero mosse dagli scartati, respingendo risolutamente ogni allettamento che inopportuno gli venisse fatto.

(1) Lo affermo con piena cognizione di causa per l'esperienza fatta e perchè nei miei rapporti cogli operai e dipendenti in genere non ho mai usato il *tu*, convinto che il diverso grado intellettuale, sociale, di istruzione, non autorizza a sopprimere l'eguaglianza creata da Dio fra uomo e uomo.

(2) *L'art d'architecture et la profession d'architecte.*

In quanto ai rapporti coi *colleghi* abbiamo già detto quali siano i doveri del professionista verso i colleghi esordienti. Nei più anziani egli deve riconoscere quell'autorità che loro proviene dalla maggior esperienza e dovrà avere per essi la massima deferenza, ascoltandone e seguendone i consigli. Per quanta concorrenza possa esistere fra architetti, come del resto in tante altre professioni, l'architetto onesto non cercherà mai di soppiantare un collega in un lavoro, e di carpirglielo magari denigrandolo presso il cliente. Purtroppo gli architetti saliti in fama o per vera capacità, o per fortuna, o per altre circostanze, non si preoccupano dei colleghi. I clienti accorrono ad essi come le mosche al miele, e quei professionisti accettano di eseguire anche le più modeste opere e lavori, mentre dovrebbero cederle a quei giovani di cui conoscono la capacità. Così, certe opere importanti, magari di carattere monumentale, che sarebbero riuscite assai meglio in mano ad architetti non in voga e di moda, ma più capaci e più artisti, finiscono per non soddisfare e danneggiare il cliente e la collettività, allorché il cliente è un'amministrazione pubblica, prima fra tutte lo Stato.

C'è chi crede vi siano in architettura i cosiddetti specialisti per la costruzione di speciali edifici, come ospedali, banche, teatri, alberghi, scuole, ecc., perchè quegli architetti hanno avuto la fortuna di costruire più di una di tali opere. Ma per noi la specializzazione in architettura non esiste, poichè il vero e completo architetto, che sente l'obbligo di seguire il progresso non soltanto in materia costruttiva, ma in quanto ha attinenza all'arte sua, e quindi è al corrente delle esigenze di ogni edificio in relazione al momento in cui lo deve progettare, deve saper ugualmente bene progettare una modesta scuola come un grandioso edificio pubblico o un bel palazzo privato, nei quali edifici le esigenze distributive possono prevalere sulle estetiche o queste su quelle. Rivolgendosi a colui che si considera specialista, si corre il rischio di veder sempre adottate le medesime disposizioni e forme a cui egli si è, per così dire, affezionato, o perchè non ne conosce altre, e quindi di non avere quelle che sarebbero più soddisfacenti al caso.

Tale pericolo, e l'altro del ricordato monopolio, si è creduto di evitarli mediante i pubblici concorsi. Ahimè! Gli esempi abbondano per convincere che il rimedio non fu e non è efficace quanto si sperava. Non è nostro compito di trattare qui l'argomento relativo ai programmi dei concorsi e alle loro modalità, alle commissioni giudicatrici, ecc.; esiste in proposito una nutrita serie di critiche, più o meno giuste, che non hanno però mai condotto a una soluzione del tutto soddisfacente dell'annosa questione.

C - L'opera dell'architetto. — L'opera dell'architetto riflette:

1° Lavori di mantenimento ordinario; 2° lavori di mantenimento straordinario e di restauro; 3° opere nuove; 4° collaudi; 5° stime, perizie, arbitramenti (terreni, fabbricati, danni prodotti da cause diverse); 6° urbanistica; 7° gerenza; 8° consulenza tecnica (consigli, pareri).

1° *Lavori di mantenimento ordinario.* — Può avvenire che il cliente incarichi il suo architetto, o ingegnere, di fiducia di invigilare in modo continuo su un fabbricato, o su fabbricati di sua proprietà, e di provvedere a quanto occorre per conservarli in buono stato, oppure lo chiami saltuariamente quando sorga la necessità di una riparazione, di un restauro o di altro lavoro del genere. Nel primo caso il proprietario può aver lasciato a disposizione del professionista una certa somma per le spese di esecuzione dei lavori che l'architetto riterrà opportuno di far eseguire, e non sarà necessario che questi faccia nota al suo cliente la spesa di ogni lavoro prima della sua esecuzione. Alla fin d'anno gli presenterà l'elenco delle spese giustificandole, e se nel corso dell'anno la cennata somma fosse insufficiente egli si farà versare quel complemento che gli sembrerà necessario per i successivi lavori fino alla fine dell'anno. Anche il capomastro,

scelto dal proprietario, o proposto dall'architetto, potrà essere assunto per tutto l'anno, oppure si potranno volta per volta affidare i lavori a capomastri diversi. Sarebbe però sempre meglio servirsi di un medesimo capomastro, sia per la maggior conoscenza ch'egli viene ad avere dello stabile e quindi della più sicura e più pronta esecuzione del lavoro, sia per ragioni economiche. L'architetto può essere assunto con un compenso fisso, ciò che non conviene di fare coll'imprenditore.

Quando un architetto è chiamato soltanto allorchè il proprietario vede la necessità di esecuzione di un lavoro, egli dovrà far nota al cliente la spesa occorrente per quel lavoro, mediante un preventivo, compilato sulla base dei prezzi correnti fissati dagli Enti competenti. Siccome non gli sarà facile di prevedere esattamente tale spesa, soprattutto quando si tratta di edifici esistenti, più o meno vetusti, dei quali egli non conosce le strutture, ed è perciò obbligato di eseguire opportuni assaggi, così nel preventivo inserirà una spesa per *impreviste*. Se per certi lavori la spesa si potrà stabilire, allora il preventivo si comporrà di tre parti: la prima conterrà le spese certe; la seconda quelle incerte calcolate con sufficiente larghezza; la terza le *impreviste*. Ogni proposta di lavoro dovrà essere firmata dal cliente, o dal suo rappresentante, e l'architetto ne avrà convenuta col capomastro la spesa *a corpo*, oppure *a misura*, a seconda della entità e del genere del lavoro.

È probabile che i prezzi dei materiali e della mano d'opera, presi a base del contratto coll'imprenditore, assunto per un certo periodo di tempo, ma senza specificazione dei lavori da farsi, subiscano delle variazioni, in più o in meno. Di tale eventualità si terrà conto nel contratto, come pure della maggiore o minore difficoltà che presenterà ciascun lavoro, affine di fissare nuovi prezzi, in modo però che nè il cliente nè il capomastro possano venir danneggiati. È un'operazione assai delicata, che l'architetto deve compiere con tatto e prudenza e per la quale gli sarà di molto ausilio la pratica.

Nel caso di assunzione non saltuaria, ma continuata per un certo periodo di tempo, il capomastro, nella previsione di realizzare un sufficiente beneficio dai prezzi fissati per determinati lavori, potrà praticare su detti prezzi un certo ribasso. È quello che avviene per le amministrazioni pubbliche che hanno un apposito capitolato per gli appalti dei lavori di mantenimento dei loro edifici e fabbricati, opere stradali, impianti vari. Se nel tempo di durata del contratto i prezzi correnti subiscono delle variazioni in più o in meno, quelli contrattuali su essi basati rimangono invariati allorchè la variazione non oltrepassa certi limiti, fissati pure in contratto, mentre si stabiliscono nuovi prezzi se tali limiti vengono superati. Le fatture dell'imprenditore e delle Ditte che avessero avuto parte nei lavori saranno presentate, a lavori compiuti, dall'architetto al cliente, debitamente liquidate e firmate, per il pagamento, il quale però potrà esser fatto anche per acconti.

In generale i lavori di mantenimento ordinario delle proprietà private sono di tal natura ed entità, e specialmente allorchè sono continuamente invigilati dall'architetto ed eseguiti da un assuntore di fiducia, da non richiedere garanzie. Giudicherà l'architetto se sarà il caso o non di stabilirle.

2° Quanto sopra si può ripetere per i lavori di *mantenimento straordinario*, i quali in molti casi assumono il carattere di lavori nuovi. La differenza consiste specialmente nel modo di condurli, poichè quando sono di una certa entità può convenire di ricorrere al sistema della concorrenza, chiamando in gara parecchi imprenditori. Noi riteniamo convenga però meglio valersi dello stesso capomastro a cui sono affidati i lavori di mantenimento ordinario, purchè riconosciuto adatto alla bisogna, tanto più che la necessità della esecuzione dei lavori dell'una e dell'altra specie potrebbe manifestarsi contemporaneamente, e la presenza di due capimastri potrebbe esser fonte

di inconvenienti, pregiudizievoli ai lavori e quindi all'interesse del cliente, e alla tranquillità dell'architetto nei riguardi delle sue responsabilità.

Il caso di mantenimento di monumenti artistici o di valore storico e archeologico, rientra nella categoria dei *lavori di restauro*, dei quali abbiamo discusso nel Capitolo IV di quest'*Appendice*. Per essi si richiedono nell'architetto studi e pratica speciali ed è per questo che si sono istituiti appositi uffici, con personale avente cognizioni e qualità adatte. L'abilità e l'accuratezza con cui devono eseguirsi tali lavori, richiedono pure adatte capacità negli esecutori (1), e converrà di ricorrere sempre agli stessi, quando ne sia il caso, a meno che essi facciano parte dell'ufficio medesimo.

Circa il modo di stipulare eventuali contratti, di tenere la contabilità, ecc. ci riferiamo a quanto esponiamo più innanzi trattando delle opere nuove.

3° *Opere o lavori nuovi*. — Vi si comprendono rifacimenti totali, sopraelevazioni, ampliamenti, e costituiscono la parte più importante e interessante della professione. Essi perciò formano il principale oggetto di questo Capitolo.

a) *GENERE E IMPORTANZA DELL'OPERA*. — Subordinare al genere e alla maggiore o minore importanza dell'opera il grado di scrupolo nella compilazione del progetto e nella esecuzione dei lavori, è un imperdonabile errore. Sia che si tratti, per es., di un modesto fabbricato scolastico rurale, o di un grandioso palazzo pubblico, l'architetto dovrà sempre tener presente che devono essere soddisfatte quelle condizioni di solidità, comodità, economia ed estetica più volte ricordate in questo *Manuale*, e perciò dovrà porre ogni studio ed attenzione per ottenerle al massimo grado tanto nell'uno quanto nell'altro caso, nè lasciarsi influenzare dai mezzi pecuniari del suo cliente, siano essi scarsi o abbondanti, perchè dovrà attenersi sempre al principio del *massimo effetto col minimo mezzo*.

In quello che segue supporremo si tratti di un edificio civile pel quale sia già stata scelta l'area in vista della migliore posizione del fabbricato per rispetto all'orientazione, alla salubrità del suolo e del luogo, all'uso del fabbricato stesso, alle condizioni di confine, alle eventuali servitù, ecc.

b) *LAVORI PRELIMINARI. ASSAGGI E RILEVAMENTI*. — Gli assaggi del terreno sono indispensabili per conoscerne la qualità e la resistenza, affine di progettare convenienti fondamenta, a meno che si possano avere dati sicuri da fabbricati già costruiti in prossimità dell'erigendo. Però noi crediamo prudente, nonostante tali dati, di ricorrere a qualche assaggio, poichè i terreni, anche su ristrette zone, presentano spesso differenze sensibili, procurando spiacevoli sorprese.

L'architetto dovrà poi procedere direttamente, o per mezzo di geometra, al rilevamento planimetrico e altimetrico dell'area, dal quale si possano dedurre la forma e l'ampiezza di essa, le sue accidentalità, le linee di confine, le servitù a cui la nuova costruzione sarebbe soggetta, nè trascurerà di domandare al competente ufficio le quote del marciapiede stradale lungo la fronte dell'erigendo fabbricato, e quelle dei condotti di fognatura unica o separata, per convenientemente progettare le condutture di scarico del fabbricato. Non occorre dire, sebbene non spetti rigorosamente a lui, che dovrà accertarsi se l'area è libera da ogni vincolo, e prendere nota di tutte le condizioni imposte dai regolamenti del luogo per attenersi, nonchè delle deroghe ed eccezioni ammesse dai regolamenti stessi per determinati casi, affine di approfittarne se gli parrà opportuno.

c) *COMPILAZIONE DEL PROGETTO*. — Progettare un fabbricato significa riunire in un tutto gli elementi costruttivi e di finimento aventi una determinata funzione, sce-

(1) Vedi art. 52, Capo IV del Regolamento per le professioni d'ingegnere e di architetto.

gliendo i meglio convenienti al caso speciale e atti a soddisfare completamente le condizioni surricordate, fra cui quelle di luce, di coibenza, di afonicità, di economia di esercizio, nella misura che a ciascuna condizione compete, a seconda del genere e importanza dell'opera. Si compie con ciò il lavoro di *composizione architettonica* (1), pel quale sono in giuoco le cognizioni tecnico-scientifiche, sanitarie, artistiche, di cui abbiamo discorso, e che rivelano non soltanto la capacità tecnica dell'architetto, ma il suo *buon gusto*, la sua genialità, la sua pratica dell'arte alla quale si è dedicato.

Nello studiare il progetto si devono aver presenti contemporaneamente le piante, le sezioni, le facciate, le fondazioni, il tetto affinché la struttura principale riesca quanto più sia possibile semplice e rispondente alle condizioni di statica e di economia costruttiva. Naturalmente non occorre che i disegni della struttura, delle sezioni, delle fondazioni, del tetto siano sottoposti all'esame del cliente, ma è necessario che da essi l'architetto tragga la certezza di aver trovata la soluzione migliore. Se il cliente facesse delle osservazioni sulla disposizione interna si cercherà di soddisfarlo, quando però le sue richieste non obblighino a cambiamenti e spostamenti tali da compromettere la stabilità e la economia costruttiva. Riguardo alla estetica può darsi che il cliente desideri l'adozione di un certo stile. Senza contrariarlo gli si farà però osservare che quello stile può compromettere la buona distribuzione, per es., delle finestre e quindi della luce e la comodità, oppure la spesa, così da convincerlo all'adozione di uno stile meglio adatto.

α) *Programma*. — Naturalmente all'architetto occorre un programma; vi abbiamo già accennato a pag. 10 del vol. II, parte 2^a; esso gli sarà fornito dal privato o da un'amministrazione e in modo sommario o particolareggiato. Quando si tratta, per es., di una casa di abitazione civile, il committente indicherà il numero dei piani e degli alloggi e dei relativi locali per ogni piano: dirà se vuole botteghe o non, quanto reddito desidera ricavare dal fabbricato, di che genere intende che siano i finimenti interni ed esterni, se semplici e comuni o di lusso, quale sia il limite massimo della spesa a cui può giungere e così via. L'architetto poi, coi regolamenti alla mano, vedrà fino a che punto potrà soddisfare i desideri del cliente, poichè questi, per es., potrebbe aver domandato quattro piani, mentre l'altezza fissata dal regolamento non ne consentirebbe che tre: oppure aver chiesto per ogni piano un numero di appartamenti tale che risulterebbero formati da locali troppo piccoli o in numero insufficiente. Perciò si formerà un secondo programma, che, concordato col cliente, servirà di base per il progetto e che non si dovrà più modificare, se non in cose di secondaria importanza, non aventi influenza sulla distribuzione generale e sulla economia costruttiva. Se si tratta invece di un edificio pubblico, come, ad es., un palazzo municipale, il programma indicherà tutti i servizi che dovranno svolgersi nel fabbricato, il genere e numero dei locali per ogni servizio, in quali piani i servizi dovranno svolgersi e quali relazioni e comunicazioni dovranno esistere fra di essi e così via.

Può anche darsi che il committente, indicata la spesa che intende di non superare, lasci piena libertà al suo architetto, ciò che accade di solito per certi edifici, come, per es., un teatro, pel quale il committente si accontenta di fissare il genere del teatro e il numero degli spettatori, essendochè sa che spetta essenzialmente all'architetto di adottare tutte le norme attinenti a un simile edificio, tanto nella distribuzione dei locali per il pubblico e per la scena, quanto nei riguardi della sicurezza, ecc. Lo stesso avviene per le scuole e per altri edifici, nei quali esistono condizioni siffatte che già di per sè sono un programma. Le istruzioni e gli esempi contenuti nel nostro volume II, parte 1^a, servono non soltanto a indicare quali siano i programmi per edifici privati e

(1) Vedi D. DONGHI, *La composizione architettonica e l'Estetica delle città*, Padova 1922.

pubblici, ma anche come siano applicati, ossia come siasi proceduto nella composizione dell'edificio, per quanto riguarda soprattutto la distribuzione interna.

Vi sono delle opere il cui programma è tanto semplice, che è contenuto nel nome stesso dell'opera. Così è per un monumento onorario o commemorativo, come, ad esempio, un arco trionfale. Tutto al più si potrà volere che il monumento sia ad uno, due, o tre fornici, lasciando all'architetto piena libertà circa lo svolgimento del concetto artistico. In questo caso, come osservammo a suo luogo, è il fattore artistico che prevale e quindi saranno in giuoco soprattutto la fantasia, le qualità e le cognizioni artistiche del progettista. Vi sono però opere di programma pure semplice, ma nelle quali vi è equivalenza fra i due fattori tecnico e artistico, come ad es., per un ponte monumentale, e per l'osservazione fatta a pag. 2 del vol. II, parte 2^a, circa il legame che deve esistere fra struttura e decorazione, il progettista dell'opera ha da essere artista e tecnico insieme, cioè un architetto-ingegnere, a meno che per lo studio ed esecuzione dell'opera si accordino un artista e un ingegnere (1).

β) *Lavoro grafico: schizzi, progetto di massima e definitivo.* — Eseguiti i lavori preliminari di cui si disse, e fissato il programma discusso col cliente e da esso accettato e firmato, si inizia il lavoro grafico con *schizzi* che si sottopongono al cliente, se è in grado di comprenderli, per la sua approvazione. Accade spesso, per le ragioni dette prima, che il cliente tracci egli stesso uno schizzo, soprattutto nel caso di ville e palazzine, collo scopo di fissare meglio le sue idee. Si tratta quasi sempre di persone affatto digiune di cognizioni architettoniche, per cui cadono in grossi spropositi. L'architetto non dovrà contraddire di colpo, soprattutto nel caso di un cliente presuntuoso, ma deve portarlo un po' alla volta alla convinzione di dover introdurre nel di lui schizzo quelle modificazioni che ne rendano possibile l'attuazione.

Gli schizzi consisteranno nelle *piante* (icnografie), *sezioni* (sciografie), *facciate o prospetti* (esografie, ortografie, fronti, alzati). Benchè tali schizzi costituiscano il progetto detto di *massima*, pure conviene che siano redatti in iscala metrica, la quale sarà di 1:1000, 1:500 o 1:400, se si tratta di fabbricati di una certa estensione e di distribuzione complessa, e ciò per poter abbracciare coll'occhio tutto l'insieme e così giudicare facilmente dei difetti nella distribuzione dei locali, nella disposizione dei muri e sostegni portanti, ecc. Si potranno invece tracciare in iscala di 1:200, e anche di 1:100, allorchè si tratta di fabbricati di piccola mole.

Qualcuno per eseguire i detti schizzi preliminari usa la carta millimetrata, ma, secondo noi, non è un sistema conveniente, soprattutto per gli esordienti, i quali facendo invece uso del doppio decimetro andranno man mano acquistando quell'*occhio alla dimensione*, che permette poi di disegnare in iscala a occhio, senza differenze molto rilevanti, ciò che è di grande vantaggio nella composizione delle piante, anche nei riguardi della minor perdita di tempo.

Quando il progetto di massima soddisfa committente e progettista, questi passa al *progetto definitivo* in iscale maggiori delle suindicate, colle quali potrà indicare nelle piante, sezioni e facciate, le più importanti particolarità costruttive e decorative. La pianta complessiva, o *planimetria*, generalmente si traccia nella scala di 1:1000, o di 1:500, affinchè vi appariscano le eventuali dipendenze del fabbricato, i terreni annessi quali giardini, orti, strade, ecc. Si usano invece le scale di 1:200, 1:100, 1:50 per le piante dei vari piani, per le sezioni e le facciate; mentre per i particolari costruttivi e decorativi si ricorre alle scale di 1:50, 1:25, 1:20, 1:10, 1:5 e spesso anche di 1:2. Vi sono poi dei particolari che si disegnano al vero, come sagomature, ornamentazioni

(1) Vedi Nota A.

Segni e tinte convenzionali.

FOGNATURA	CONDOTTE DI ACQUA	IMPIANTI A GAS	CONDOTTE DI VAPORE E DI ACQUA CALDA
--- Condutture	--- Tubazioni e condutture	--- Condutture	--- Tubazioni di andata
⊙ Pozzetto	⊙ Camera di distribuzione	--- X Fiamme	--- Id. di ritorno
⊞ Bottino a chiusura idraulica (gullie)	⊞ Idrante	⊞ Robinetto di arresto e contatore	⊞ Scarico di condensa.
⊞ Chiave di arresto	⊞ Saracinesca	⊞ Lampadari	⊞ Valvola di riduzione
⊞ Condotto aperto	⊞ Chiave di presa privata e contatore		⊞ Id. di chiusura
			⊞ Registro di calore

IMPIANTI ELETTRICI (V. anche vol. I, p. II, sez. II, cap. XII, pag. 110).

Lampada fissa a incandescenza	⊙ Lampada ad arco	⊞ Lampada mobile a incandescenza	⊞ Lampada su candelabro
⊞ Contatore a due o tre fili con indicazione della portata in kw (5.20)	⊞ Presa murale di corrente	⊞ Commutatore	
⊞ Valvola con indicazione portata in ampère	⊞ Interruttori unipolari, bipolari, tripolari, con indicazione della massima intensità di corrente in ampère (6)		
⊞ Quadro di distribuzione per circuito a due fili			
Id. id. a tre fili e per corrente alternata polifase			
--- Conduttura principale di andata e ritorno			
--- Id. semplice			
--- Id. corrente continua a tre fili, a corrente alternata trifase			
--- Id. a più conduttori fissa			
--- Conduttura diretta verso l'alto	⊞ Conduttura diretta verso il basso	--- Condutture derivate o secondarie	

IMPIANTI DI RISCALDAMENTO E DI AEREAZIONE

⊞ Stufa di cotto o di maiolica	⊞ Stufa metallica	⊞ Stufa ventilatrice	⊞ Caminetto	⊞ Franklin
⊞ Calorifero aria calda	⊞ Caldaia	⊞ Stufa a vapore o ad acqua calda senza presa d'aria	⊞ Canna di calore	⊞ Id. di aspirazione
⊞ Gola di camino	⊞ Tubazioni di acqua calda o vapore	⊞ Stufa a vapore o ad acqua calda con presa d'aria	⊞ Id. di aria pura fredda	⊞ Id. di aria calda e fredda
	⊞ Tubazioni di ritorno di acqua calda o vapore	⊞ Mitra di aspirazione	⊞ Parete esterna	⊞ Parete esterna
			⊞ Torretta di camino	

TERRENI E ROCCIE

⊞ Sabbia	⊞ Riempimento di terra	⊞ Terra vegetale
⊞ Sabbia e ghiaia	⊞ Terreno paludoso	⊞ Torba
⊞ Roccia	⊞ Terreno in genere sezionato	

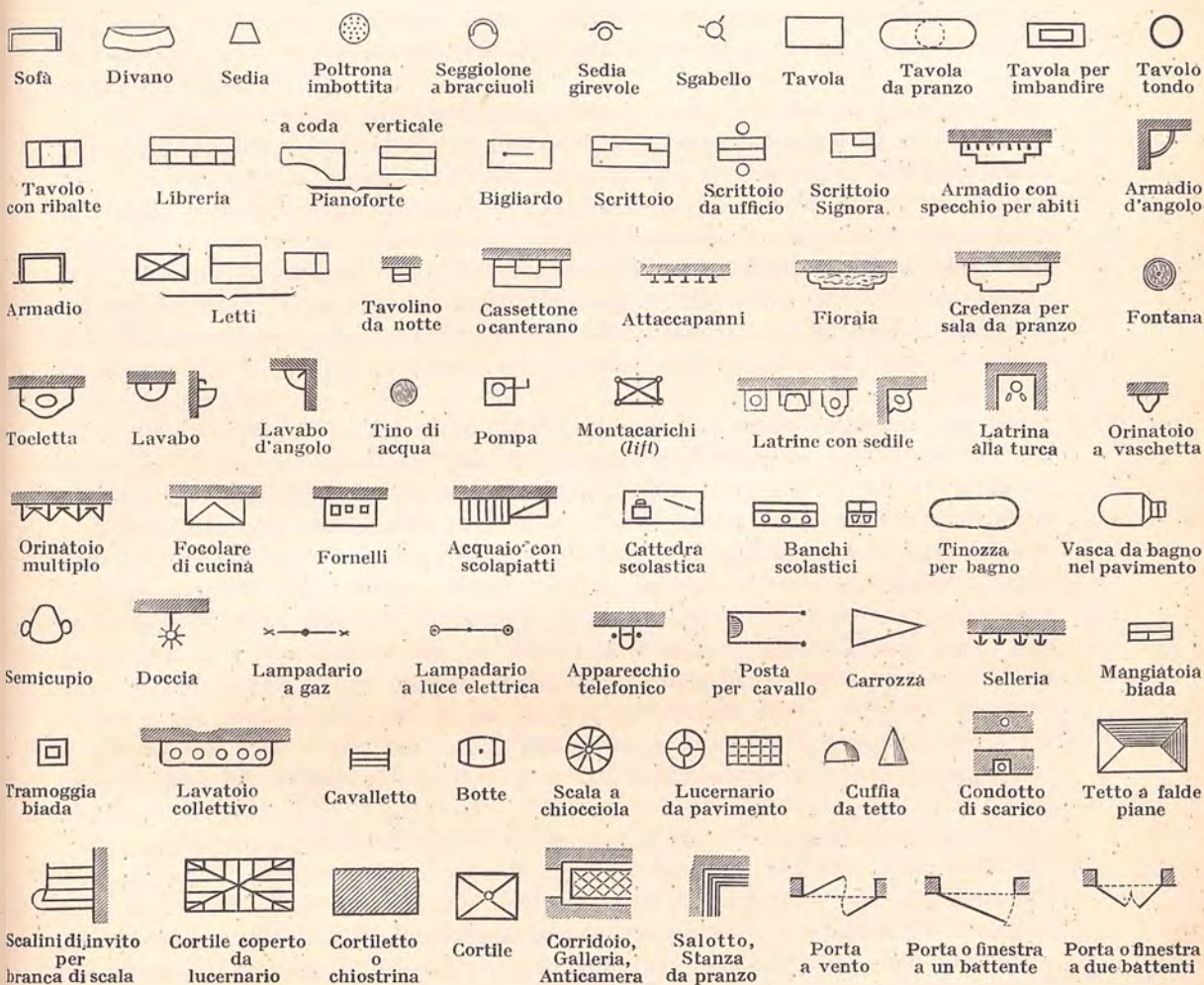
MURATURE

⊞ di mattoni	⊞ di grès e calcari lavorata a conci	⊞ di graniti e simili lavorata a conci
⊞ di pietrame	⊞ di calcestruzzo	⊞ di mattoni crudi
⊞ di argilla battuta (pisé)	⊞ Calcestruzzo armato	⊞ Pietra artificiale

METALI E LEGHE

⊞ Acciaio	⊞ Ferro fucinato	⊞ Ghisa	⊞ Rame	⊞ Bronzo	⊞ Ottone	⊞ Piombo e zinco	⊞ Cuoi	⊞ Vetro
-----------	------------------	---------	--------	----------	----------	------------------	--------	---------

Segni convenzionali per arredamento e segni vari.



Notazioni abbreviate per la indicazione dei locali.

An. = Androne	St. = Stanza	Pri. = Parlatorio	Ctc. = Cantina commestibili
Ps. = Passaggio	S. = Sala	Ds. = Disponibile	Crb. = Carbone
Pst. = Passaggio d'ingresso	Sb. = Sala da ballo	Uff. = Ufficio	Anc. = Anticesso
Psu. = " di uscita	Slg. = Salottino signora	Bm. = Stanza bambini	Lat. = Latrina
Us. = Uscita	Stg. = Stanza signora	Cu. = Cucina	W.C. = Latrina ad acqua
Ig. = Ingresso	Stu. = " uomini	Bot. = Bottega	Or. = Orinatoio
Ant. = Anticamera	Stp. = " da pranzo	Mg. = Magazzino	As. = Ascensore
Cr. = Corridoio	Stgs. = " di soggiorno	Lv. = Lavanderia	Blc. = Balcone, Terrazzino
Gl. = Galleria	Stf. = " per forestieri	Sr. = Stireria	L. = Loggia
Vst. = Vestibolo	Str. = " per ragazzi	Rc. = Racconciatura	Vr. = Veranda
At. = Atrio	Stl. = " da letto	Al. = Aula	Prg. = Pergola
C. = Cortile	Dm. = Domestici	Stl. = Stalla	Sr. = Serra
Luc. = Lucernario	Stt. = Stanza in sottotetto	Scd. = Scuderia	Tz. = Terrazza
Bg. = Bagno	Ar. = Armadio	Rm. = Rimessa	Ts. = Tesoro - Camera di sicurezza
Bl. - Bibl. = Biblioteca	Sts. = Stanza di servizio	Sil. = Selleria	Css. = Cassa
Bb. = Bigliardo	Fu. = " per fumare	Ct. = Cantina	Cus. = Custode
Gb. = Gabinetto	Gd. = Guarbaroba	Ctv. = " pel vino	Aq. = Acquaio
Cnf. = Stanza conferenze	Lab. = Laboratorio	Ctl. = " per legna	

e simili, ma che di solito si sviluppano durante la esecuzione dei lavori di costruzione dell'opera, purchè non differiscano troppo dai disegni che hanno servito per il contratto coll'impresa assuntrice dei lavori, affine di non intaccare il previsto, ed evitare così spiacevoli questioni.

Una rappresentazione dell'opera eseguita puramente con disegni geometrici, non offre però al profano di disegno e di architettura un'idea completa e chiara del fabbricato, specialmente se il perimetro di esso è piuttosto movimentato. Si ricorre allora al *disegno prospettico* delle facciate e sovente anche a quello delle sezioni, sia orizzontali (piante) sia verticali (sezioni) e dei particolari decorativi e talvolta anche costruttivi. L'architetto però per meglio far comprendere al costruttore e agli artefici i particolari costruttivi, si serve specialmente del disegno prospettico assonometrico, mentre per i particolari decorativi da eseguirsi da scultori, stuccatori, formatori, ecc., oltre ai disegni, ricorre a modelli in rilievo, che talvolta deve eseguire lui stesso ed averne quindi la capacità.

Il disegno prospettico è però di grande aiuto per lo stesso architetto, poichè gli serve per giudicare degli effetti reali ch'egli intende di ottenere, soprattutto sotto il punto di vista estetico, ciò che del resto abbiamo già osservato nel vol. II, parte 2^a, trattando delle alterazioni, delle proporzioni e delle forme, ecc. (cap. IV). Non meno utili per il cliente sono i modelli (plastici) in iscala metrica di tutto o di parte dell'edificio, a cui ricorrevano volentieri gli architetti del passato, sistema oggi quasi del tutto abbandonato. Meno utili per l'architetto sono detti modelli, mentre utilissimi sono quelli *al vero* (però parziali), che certi architetti fanno eseguire nel luogo stesso ove deve sorgere l'edificio, per rendersi esattamente conto degli effetti prospettivi e di ombra, delle occultazioni, ecc. È un sistema certamente molto pratico, ma anche molto costoso, a cui si può ricorrere soltanto quando si tratta di grandiosi edifici, pei quali la spesa del modello al vero, è, si può dire, trascurabile di fronte alla spesa complessiva dell'opera.

I disegni del progetto definitivo si muniscono di tutte le *quote* relative alle dimensioni dei locali, all'altezza dei piani, alla grossezza dei muri, dei solai, delle volte, dei legnami del tetto, agli interassi delle aperture e alle dimensioni di esse, ecc. Sono tali disegni che servono alla compilazione del preventivo di spesa e si allegano alla domanda per ottenere il permesso di costruzione, e si danno per esame, insieme cogli altri documenti, alle imprese chiamate in gara, affinché esse possano presentare le loro proposte quando sia stata indetta un'asta pubblica, o si sia ricorso alla licitazione privata o alla trattativa privata, come diciamo in appresso.

Per rendere tali disegni meglio comprensibili a chi li deve esaminare e perchè offrano chiaramente e prontamente i dati necessari per la compilazione dei preventivi, evitando così lunghe spiegazioni, si ricorre a segni e tinte convenzionali, come si pratica per certe scienze esatte ed applicate. Nel vol. II, parte 1^a, pag. 98, abbiamo dato un elenco di notazioni per individuare l'uso dei locali ed anche qualche segno convenzionale. Ma quell'elenco si riferisce alle notazioni usate negli esempi dedotti da figure di pubblicazioni straniere, e per semplificazione usate anche in esempi di edifici italiani. Crediamo quindi conveniente di fornire nelle tav. IX e X quelle notazioni, segni e tinte convenzionali a cui dovrebbero ricorrere gli architetti affine di rendere, con tale uniformità, più facile la intelligenza dell'uso dei locali, della qualità dei materiali, delle particolarità dei vari impianti.

Sui disegni in iscala, qualunque essa sia, non si deve dimenticare di tracciare la scala grafica, e ciò specialmente quando dal disegno si debba ricavare una fotografia. Troppo spesso lo si dimentica e allora non conoscendosi il rapporto di riduzione della

fotografia, non si può neppure conoscere in quale scala era il disegno, a meno che su questo sia indicata numericamente qualche quota, semprechè risulti poi leggibile sulla fotografia. Da essa si potrà dedurre la scala del disegno. Pur troppo è una spiacevole dimenticanza in cui cadono pubblicazioni tecniche italiane e straniere, e che sarebbe pur tanto facile di ovviarvi, a vantaggio degli studiosi.

Nella quotazione dei disegni bisogna limitarsi a ciò che è assolutamente necessario; apporre cioè le quote principali, evitando tutte quelle che da queste possono dedursi, affine di non creare confusione ed anche per non cadere in facili sviste. Al progetto non conviene aggiungere disegni, diremo così, di lusso, richiedenti una perdita di tempo, che il professionista, o il disegnatore, possono meglio impiegare. I disegni devono essere chiari, nitidi e fatti in modo da poterne trarre delle copie, in cui nulla manchi di quanto è rappresentato nell'originale. Siccome i disegni devono sottostare al bollo, come del resto gli altri documenti, e pei disegni il bollo è ragguagliato alle dimensioni, così si cercherà di restare nelle dimensioni che richiedano minor spesa, anche nel caso in cui questa fosse accollata alla impresa.

Il progetto *definitivo* comprende poi: *Relazione, còmputo metrico, analisi dei prezzi, elenco dei prezzi, preventivo di spesa, capitolato di oneri detto anche di appalto.*

γ) *Relazione.* — Nella relazione si espone lo *scopo del progetto* in base al programma, poi tutto ciò che interessa la località (posizione, qualità del terreno e sua resistenza, modi per aumentarla in relazione al carico che deve sopportare): si descrive il progetto illustrandone i disegni e le disposizioni adottate per difendere la fabbrica dagli eventuali danni dovuti alla umidità, nonchè quelle per la sicurezza in genere (fuoco, terremoto, fulmine, furti, ecc.) (1): si fa noto il costo dell'opera, giustificandolo, ove occorra; si descrivono le *modalità costruttive* riferendosi ai disegni: si tratta della *condotta dei lavori* e dei modi adottati per farli eseguire (per appalto generale o parziale, per trattativa, a corpo, ecc., come diciamo in appresso) nonchè dell'ordine da tenersi nella esecuzione delle opere; si indicano i presidi atti a garantire l'incolumità delle persone, il tempo in cui l'opera dovrà essere ultimata, le penalità pei ritardi, o per altre mancanze dell'appaltatore, tanto rispetto ai materiali, quanto a tutte le altre condizioni fissate nel capitolato d'oneri.

Le varie descrizioni dovranno essere molto particolareggiate quando si tratta di lavoro *a corpo* (*à forfait*) e allorchè certi materiali e certe lavorazioni, od opere e modalità costruttive, non risultassero abbastanza comprensibili dalla semplice descrizione, la relazione si riferirà agli schizzi inseriti nella relazione stessa ed anche a campioni che faranno parte dei documenti necessari all'aggiudicazione dell'opera.

δ) *Còmputo metrico.* — In esso appariscono le quantità delle opere previste, le quali, secondo la loro natura, si computano a volume, a superficie, a metro lineare, a numero, quando sono eguali, a peso. È compilato in certo modo sommario allorchè deve servire soltanto per render noto al committente la spesa, non assumendo in tal caso il carattere di vero impegno contrattuale, mentre invece deve compilarsi in modo particolareggiato, e quanto meglio possibile preciso, quando deve far parte dei documenti di contratto.

Per ragioni di ordine, di regolarità e di chiarezza si usa di classificare tutte le opere in tante categorie che si registrano in tabelle, seguendo l'ordine di esecuzione delle opere stesse e suddividendo ciascuna categoria in articoli.

Così, ad es., la *prima categoria* comprende i lavori di sterro e di rinterro suddivisi in tanti articoli quanti sono i diversi generi di lavori, sia per la qualità della terra

(1) Vedi Cap. I° di questa *Appendice*.

sia per la diversa entità dei trasporti da compiersi, per le diverse profondità degli scavi e altezze di rinterro.

Nella *seconda categoria* si registrano le opere di muratura, e gli articoli in cui si suddividono si riferiscono alle diverse specie di murature, come muri per fondamenta, muri in elevazione fuori terra secondo le loro altezze successive, archi, volte, ecc.

La *terza categoria* comprende i lavori di grosso legname, detti di carpenteria, quali orditura di solai e di tetti, capriate, travi armate, ecc., per ognuna delle quali opere si forma uno speciale articolo.

La *quarta categoria* comprende le opere di pietra naturale o artificiale suddivise negli articoli relativi ai rivestimenti esterni ed interni, agli scalini delle scale, ai contorni di aperture, insomma a tutte le opere sia di carattere costruttivo, sia di finimento e di ornamento eseguite coi suddetti materiali: distinguendo però quelle di pietra naturale da quelle di pietra artificiale.

La *quinta categoria* riflette le opere di copertura, le quali però molte volte si comprendono in quelle di carpenteria per tetti, oppure nei solai se il tetto è piano, cioè a terrazza, nel qual caso si computano a parte i materiali di impermeabilizzazione, registrandoli magari nella categoria delle pavimentazioni.

La *sesta categoria* si riferisce alle opere da falegname e stipettaio, come chiusure di finestre, porte e usci, rivestimenti, cornici di legno, mobili fissi, ecc.

La *settima categoria* comprende le opere da fabbro e in generale metalliche; la *ottava* quelle di pavimentazione; la *nona* i lavori da lattoniere, gasista, elettricista, vetraio, e la *decima* i lavori da stuccatore, decoratore, pittura murale, verniciatore e tappeziere.

Le *opere provvisoriale* e le *provviste*, quali sbadacchiature, puntellazioni, armature varie, incastellature, noleggi, trasporti, provviste di materiali o di altra specie, formano altre categorie, ma a seconda del genere del fabbricato e dei sistemi costruttivi, ve ne possono ancora essere delle speciali. Così, per es., si può includere in apposite categorie le opere di calcestruzzo armato, gli impianti di riscaldamento e di ventilazione, di illuminazione, di chiamata (campanelli, telefoni od altro), di ascensori e montacarichi, ecc.

La determinazione degli elementi di misura non è sempre semplice. In generale si prescrive che le misure siano *geometriche*, cioè eseguite coi mezzi desunti dalla geometria e dalla scienza, applicate alla pratica, e si indicano anche i criteri con cui tali misurazioni si devono compiere. Però la misurazione di certe opere può riuscire assai complicata quando la loro forma sia complessa, come avviene per certe specie di volte. Allora per facilitare i calcoli del progettista che deve compilare il preventivo di spesa, e del liquidatore che deve prendere le misure sull'opera reale finita, si ricorre a formule, o a speciali criteri convenzionali, i quali, in generale, forniscono un'approssimazione più che sufficiente.

Per certe categorie di lavori occorre di dover fare delle deduzioni agli importi delle quantità risultanti dalle misure complessive dell'opera: così, per es., un muro in cui esistano delle aperture di finestra, di porta, o altri vani, lo si misura per intero e poi si deduce dal volume trovato quello di tutti i vani deducibili, poichè certi vani, se raggiungono determinate dimensioni, non si diffalcano. La misurazione riuscirebbe assai più laboriosa se si tenesse conto contemporaneamente dei pieni e dei vuoti, e siccome gli uni e gli altri hanno spesso forme complicate, per rendere più spicci i calcoli si ricorre a convenzioni, generalmente adottate.

La tabella, o modulo 1°, riportato a pagina seguente, è un campione del modo con cui si compila un calcolo metrico.

Tabella, o modulo, 1°, per il còmputo metrico.

1		2	3	4	5	6			7	8		9
Numero d'ordine		N. operaz.	Riferimenti ai disegni	INDICAZIONE DELLE OPERE	N. quantità uguali	Dimensioni in metri			Unità di misura	Quantità		Annotazioni
delle categ.	degli artic.					lung.	largh.	altezza o gross.		negative	positive	
3	5			Muri di elevazione del piano terreno		10	4	0 50	m ³		20	
		1		»		12	4	0 50	»		24	
		2		»		15	4	0 50	»		30	
		3							»		74	
		4							»			
		5		Apertura di porta....	1	1 50	2 80	0 50	»	2 10		
		6		» di finestra	11	1	2 30	0 50	»	12 65		
		7							»	14 75	14 75	
		8		Totale					m ³		59 25	

Nella 4^a colonna, oppure nella 9^a, si possono intercalare quegli schizzi quotati che si rendessero necessari per meglio indicare le misure dell'opera; ma per non perdere troppo spazio, conviene allegare alle pagine della tabella altre pagine contenenti detti schizzi numerati, e il cui numero si riporta nella colonna 3^a, in corrispondenza del còmputo dell'opera. Nella colonna 8^a apparisce il residuo della sottrazione delle quantità negative (deduzioni) dalle positive, residuo che si moltiplica poi per il prezzo dell'opera, per avere il costo di questa. Nella colonna 1^a il n. 3 è quello, per esempio, della categoria in cui sono compresi i muri fuori terra: e il n. 5 è quello dell'articolo di categoria corrispondente ai muri fuori terra dell'altezza di metri quattro, distinti da quelli di altezza superiore, da computarsi a parte quando hanno un prezzo diverso. La colonna 3^a è destinata al riferimento ai disegni dell'oggetto considerato nella prima: così, per es., se nella tavola I dei disegni di progetto è indicato uno scavo colle relative dimensioni, detta tavola sarà richiamata nella colonna 3^a in corrispondenza dell'articolo, o categoria relativi agli scavi. Se invece lo scavo è indicato in uno schizzo allegato al còmputo metrico, si scriverà « V. schizzo n....., pag..... ».

Si può ridurre il numero delle operazioni nel caso che parecchie opere abbiano uguali dimensioni, per esempio, altezza e grossezza, come nel caso precedente. Allora invece di eseguire tante moltipliche per 4 (altezza del muro) se ne fa una sola e lo stesso si fa nei riguardi della grossezza, aggiungendo però una colonna per registrare i totali, come è indicato nel campione (modulo 1^{bis}, pag. 465), in cui è riportato l'esempio che servi per il modulo precedente.

Nel caso qui considerato la riduzione delle operazioni è piccola, ma essa aumenta con l'aumentare delle proporzioni del còmputo metrico, mentre diminuiscono le possibilità di errori.

È importante che ogni operazione abbia il suo numero d'ordine progressivo per poter più facilmente individuare gli eventuali errori e procedere alla correzione, come diremo meglio descrivendo la tabella per la stima; perciò nelle tabelle esiste la colonna 2^a. Affinchè il numero d'ordine non diventi troppo elevato, magari con quattro cifre, si potrà ad ogni categoria di lavoro far corrispondere una propria serie di numeri: il caso si presenta però raramente, anche quando trattasi di opere molto importanti, poichè allora i lavori si iscrivono in varî libretti, cosicchè dovendo ricordare un numero, si aggiunge ad esso quello del libretto in cui si trova.

Tabella, o modulo, 1^{bis}.

1		2	3	4	5	6			7		8	9	10
Numero d'ordine		N. operaz. degli artic.	Riferimenti ai disegni	INDICAZIONE DELLE OPERE	N. quantità uguali	Dimensioni in metri			Quantità		Unità di misura	Totali	Annotazioni
delle categ.						lung.	largh.	altezza o gross.	negative	positive			
3	5			Muri di elevazione del pianterreno:									
				1° tratto		10	—						
				2° »		12	—						
				3° »		15	—						
	1					37	—	4	—	148	—	m ³	
				Deduzioni:									
	2			Apertura di porta	1	1	50	2	80	4	20	»	
	3			» di finestra	11	1	—	2	30	25	30	»	
	4									29	50	»	
	5							0	50	118	50	m ³	59 25

ε) *Analisi dei prezzi.* — Il costo di un elemento dell'opera, o di un lavoro, si determina formando la cosiddetta *analisi dei prezzi*. Perciò si moltiplica la quantità di ogni materiale, mano d'opera, o altro, occorrente alla formazione di detto elemento, per il relativo prezzo, fornito da Camere di Commercio, da Sindacati o dall'uso corrente, aggiungendovi le spese generali e i compensi dovuti all'impresa.

Ecco, per darne qualche esempio, come si determina il costo, o prezzo, di un m³ di malta, di un m³ di muratura e di un m² di intonaco.

1° Esempio. — Prezzo di un m³ di malta formata con calce spenta e sabbia di fiume nel rapporto volumetrico di 1 a 2 e impastata con acqua dolce:

1° Materiali:

- a) Calce in pasta m³ 0,45 al prezzo di L. al m³ . . L.
 - b) Sabbia di fiume » 0,90 » » . . »
 - c) Acqua » 0,15 » » . . »
- $$A = a + b + c$$
- Compenso all'impresa 10 % di A » B

2° Mano d'opera:

- d) Manovale di 1^a classe ore 7 a L. all'ora »
 - e) » di 2^a » » 7 a » » »
- $$C = d + e$$

3° Assicurazione operai, consumo attrezzi e compenso all'impresa

- 20 % di C » D
- $$\text{Totale} = A + B + C + D \text{L. X}$$

2° Esempio. — Prezzo di un m³ di muratura retta sopra terra e di grossezza superiore a cm. 12, eseguita con mattoni comuni nuovi di prima qualità fino all'altezza di m. 4, con malta di calce come sopra:

1° Materiali:

- a) Mattoni n° 440 per m³ a L. al 1000 L. E
- b) Compenso all'impresa 10 % di E » F
- c) Malta m³ 0,16 a L. » G
- d) Acqua » 0,30 a » » H
- e) Compenso all'impresa per l'acqua 10 % di H » I

2° Mano d'opera:

f) Muratore di 1 ^a classe ore 2 ½ a L. all'ora »	}	L=f+g+h+i
g) » di 2 ^a » » 4 ½ a » » »		
h) Manovale di 1 ^a » » 2 a » » »		
i) » di 2 ^a » » 3 ½ a » » »		

3° Assicurazione operai, consumo attrezzi, compenso all'impresa

20 % di L » M

Totale = E + F + G + H + I + L + M L. Y

3° Esempio. — Prezzo di un m² di intonaco con arricciatura di malta come sopra, stacciata, a due strati, istituendo l'analisi sopra, per es., m² 10:

α) Primo strato:

1° Malta per la grossezza di mm. 5, m³ 0,005 × 10 = 0,05 a L. L. N

2° Mano d'opera:

a) Muratore di 2^a classe ore 2 ½ a L. all'ora »b) Manovale di 2^a » » 1 ½ a » » »

3° Assicurazione operai, consumo attrezzi, compenso all'impresa

20 % su O » P

β) Secondo strato di arricciatura:

1° Malta, come ad α » Q

2° Mano d'opera:

c) Muratore di 2^a classe, ore 3 a L. all'ora »d) Manovale di 1^a » » 3 a » » »

3° Assicurazione operai, consumo attrezzi, compenso all'impresa

20 % di R » S

Totale per m² 1 = $\frac{N + O + P + Q + R + S}{10}$. . L. Z

Nelle suesposte analisi si presuppone di conoscere il prezzo elementare di certi materiali in cantiere, come, ad es., quello dei mattoni, ma occorre talvolta di dover fare l'analisi del costo di produzione della materia prima, o della sua lavorazione o fabbricazione, oppure del costo dei materiali in cantiere quando non se ne conosca che il prezzo all'origine. Così, per es., se si conosce soltanto il prezzo dei mattoni alla fornace, per avere quelli in cantiere, cioè il prezzo che dovrà servire di base ai còmputi del preventivo, si dovrà al prezzo dei mattoni in fornace (per 1000 pezzi ad esempio) aggiungere alla spesa di acquisto: a) le spese di sensoria, provvigione, ecc., da valutarsi in ragione dell'1 % del costo in fornace; b) le spese di carico, trasporto e scarico dei 1000 pezzi, variabile a seconda dei mezzi impiegati; c) le eventuali spese di dazio. Occorrerà talvolta di tener conto di altri elementi, come, ad esempio, quello dipendente dallo *scarto* dei materiali, se questo, come di solito, non è stabilito che venga fatto alla fornace, e così via.

All'analisi dei prezzi segue l'*elenco dei prezzi* in cui sono raccolti quelli forniti dall'analisi e quelli elementari dei materiali, della mano d'opera, ecc., che hanno servito per l'analisi. L'analisi non è sempre indispensabile, poichè possono bastare gli elementi forniti da Sindacati e da Amministrazioni pubbliche, dello Stato, delle Provincie e dei Comuni. In genere pei lavori privati si omette l'analisi e si ricorre a uno dei detti elenchi, i cui prezzi si modificano però secondo i ribassi che l'assuntore avrà proposto, od accettato, e i nuovi prezzi concordati fra architetto ed assuntore hanno valore contrattuale, nè possono più modificarsi, salvo che intervengano, come già notammo, variazioni sensibili nei prezzi correnti del mercato, perchè allora si

aggiunge nel contratto una clausola che permetta di variarli di pieno accordo coll'assuntore.

Accade spesso durante l'esecuzione dell'opera di dover ordinare lavori il cui prezzo non esiste nell'elenco: allora si compilerà l'analisi relativa, quando il prezzo omissso nell'elenco del contratto non esista negli elenchi ufficiali di cui sopra: oppure lo si con-corderà coll'assuntore in analogia ai prezzi elencati per lavori consimili.

Se non è espressamente detto, nei prezzi elementari si usa di ritenere comprese: le spese generali a carico dell'assuntore, cioè: interesse del capitale impiegato; spese di cantiere (custodia, chiusure di recinzione, illuminazione, ecc.); spese dei noleggi, delle opere provvisionali, dell'uso di attrezzi, macchinari, ecc.; spese per contratti (bollo registro, ecc.); spese per copie di progetto, per imposte e eventuali dazi e tasse; infine il guadagno dell'impresa, il quale del resto risulta dagli esempi di analisi di cui sopra. Così si ritengono comprese le spese di direzione e di vigilanza da parte dell'impresa, nonchè per tracciamenti, verifiche, misurazioni, còmputi di liquidazioni.

Quando l'architetto o il direttore dei lavori non risieda nel luogo del lavoro e l'as-suntore debba incontrare spese di posta per la corrispondenza, queste logicamente gli dovrebbero essere rimborsate: ma generalmente l'architetto tiene in luogo un per-sonale di assistenza, al quale spetta di informarlo di quanto avviene sul lavoro, delle eventuali domande o pretese e osservazioni dell'impresa, per cui detto rimborso non ha più ragion d'essere.

Preso come base un determinato elenco di prezzi elementari, la tabella di un'ana-lisi assumerà la seguente forma:

Tabella, o modulo, 2, per l'analisi dei prezzi.

1 N. d'ordine	2 Oggetto dell'analisi	3 N. operazioni	4 Elementi per unità di misura	5 Numero corrispondente della tabella prezzi elementari	6 Prezzo elementare		7 Prodotti parziali		8 Prezzo per unità di misura		9 Annotazioni
					Lire	C.	Lire	C.	Lire	C.	
			<i>Materiali:</i>								Malta formata con calce spenta e sabbia di fiume nel rapporto volumetrico di 1:2 e impastata con acqua dolce.
		1	Calce m ³ 0,45 . . .								
		2	Sabbia » 0,90 . . .								
		3	Acqua » 0,15 . . .								
		4						A	A		
		5	Compenso alla im- presa 10 % di A . .						B		
		6	<i>Mano d'opera:</i>								
		7	Manovale di 1 ^a classe ore 7								
		7	Manovale di 2 ^a classe ore 7								
		8	Assicurazione operai 20 % di C					C	C		
1	Ma ta	9	Totale						X		

e così per tutte le altre voci.

η) *Preventivo di spesa.* — Il preventivo di spesa, o di stima, determina la spesa generale dell'opera mediante il còmputo metrico e la serie dei prezzi ottenuti coll'analisi, o da un elenco come si è detto prima. Moltiplicando il quantitativo di ogni opera, o

lavoro, per il relativo prezzo, si hanno tanti prodotti parziali, la cui somma forma la spesa totale dei lavori; ma per ottenere la spesa generale si devono aggiungere:

a) le spese imprevedute e accidentali, che si valutano dal 5 al 10% e anche più dell'importo totale dei lavori, e ciò a seconda della natura dell'opera e della maggiore o minore accuratezza con cui fu redatto il progetto, delle eventualità che possono sorgere durante i lavori, sia per sorprese dovute al terreno di fondazione, sia per eventuali accidenti dovuti a cause atmosferiche, ecc., sia per aggiunte volute dal committente;

b) le spese per l'acquisto del terreno, o di muri divisorii, o per renderli comuni, o per speciali convenzioni coi proprietari confinanti;

c) le spese per l'onorario dell'architetto e del personale tecnico adibito ai lavori e a carico del committente, a compenso:

α) della redazione del progetto;

β) delle varie prestazioni per stipulazione di contratti, sia coll'assuntore generale dell'opera, sia con altre Ditte;

γ) delle prestazioni per direzione, vigilanza, contabilità, liquidazione e collaudo.

Queste spese si calcolano dal 3 al 10% dell'importo ottenuto dalla lettera a, a seconda del genere dell'opera; in media si possono ritenere del 5%;

d) le spese per visite tecniche e sanitarie dei competenti funzionari comunali o governativi, le tasse per permessi o speciali concessioni per occupazione di area pubblica con steccati, e quelle di eventuale dazio sui materiali, o sulle varie opere, se a carico del committente.

La colonna 1^a della tabella 2 è destinata al numero d'ordine dell'analisi, il quale viene riportato nella tabella di stima, che assumerà la seguente forma:

Tabella, o modulo, 3, per il preventivo di spesa.

1 N. operazioni	2 Lettera subalterna	3 Indicazione dei lavori, dei materiali ed opere	4 Quantità dei materiali ed opere	5 Unità di misura	6 Prezzo e relativo num. dell'analisi o elenco prezzi	7 I M P O R T I						8 Annotazioni	
						unitari		parziali		totali			
						N.	Prezzo	Lire	C.	Lire	C.		Lire
1	Muratura retta per muri di elevazione del pianterreno	<i>m</i>	m ³	<i>n</i>	<i>o</i>							
2	Muratura retta per muri maestri interni	<i>m'</i>	»	<i>n'</i>	<i>o'</i>							
3 A ...			A				
4	Muratura per..., ecc. . .	<i>p</i>	»	<i>q</i>	<i>r</i>							
5	Muratura per..., ecc. . .	<i>p'</i>	»	<i>q'</i>	<i>r'</i>							
6 B ...			B				
7											A + B	

$$o = m \times n; \quad o' = m' \times n'; \quad A = o + o'.$$

$$r = p \times q; \quad r' = p' \times q'; \quad B = r + r'.$$

In questo modulo la 2^a colonna è intitolata lettera subalterna, ed in essa si iscriveranno i numeri d'ordine del computo metrico relativo a quelle categorie di lavori, che, valutate nell'analisi, hanno poi indicato il loro prezzo nella 6^a colonna dello stesso modulo.

La colonna 7^a è quella degli importi. Gli unitari sono gli importi corrispondenti ad ogni lavoro; i parziali sono dati dalle somme degli unitari, i totali dalle somme dei parziali e sono poi quelli che sommati insieme formano l'importo definitivo, a cui si faranno le aggiunte più sopra indicate.

Anche qui, come per il còmputo metrico, è importantissimo che ogni operazione, ogni annotazione porti il suo numero d'ordine nella 1^a colonna, poichè ad esso si farà richiamo quando si tratti di correggere un errore, una dimenticanza. Giunti, per es., al n. 153 si riscontra di aver fatto un errore di somma al n. 50: allora al n. 154, scritto in rosso, si fa la correzione cosicchè nella colonna 7^a l'importo totale aumenterà o diminuirà a seconda del genere dell'errore.

Ordinariamente pei lavori di privati, il còmputo di stima e quello metrico si riuniscono in uno solo, a cui si aggiunge un riassunto di stima, nel quale sono riportate le quantità, i prezzi e l'importo delle varie opere. È una semplificazione assai giovevole tanto per il progettista quanto per l'assuntore, nel caso in cui il preventivo debba essere allegato al capitolato. È invece indispensabile che il preventivo sia indipendente dal còmputo metrico quando si tratta di Amministrazione pubblica. Tanto nell'uno quanto nell'altro caso converrà sempre compilare il preventivo con una certa larghezza per mettersi al riparo da eventuali sorprese, come già dicemmo.

Avviene assai sovente di dover conoscere approssimativamente il costo di un fabbricato, cioè di avere subito un preventivo informativo della spesa, e questo soprattutto per lavori privati, affine di giudicare sulla convenienza o meno della loro attuazione integrale, oppure parziale, rimandandone ad altra epoca il completamento. Allora colla scorta degli schizzi corrispondenti a un progetto di grande massima, si moltiplica il volume, o la superficie del fabbricato, con una cifra dedotta dal noto costo dei fabbricati del genere di quello progettato. È la stima così detta a *vuoto per pieno*. La cifra si desume o dalle cognizioni che ha l'architetto in materia, per la pratica da lui fatta, o da quella di colleghi, come anche da tabelle di manuali o di pubblicazioni tecniche. Se la stima è fatta sulla base della superficie coperta del fabbricato (esclusi i cortili) essa è generalmente relativa a tettoie, magazzini e simili: se invece è fatta per volume, allora questo è il prodotto della superficie coperta per l'altezza del fabbricato dal piede alla gronda, se esso è di un'unica altezza, oppure per la superficie e l'altezza rispettiva dei singoli corpi di fabbrica, sempre esclusi i cortili scoperti. Il volume risultante moltiplicato per la cifra corrispondente al genere di fabbricato fornisce il costo totale approssimativo di esso.

In tale cifra possono essere compresi o non, i costi dei varî impianti; siccome nel secondo caso si hanno dalle statistiche cifre percentuali di tali costi in relazione al volume del fabbricato, così al costo della pura costruzione si aggiungono i costi degli impianti di riscaldamento, e quelli idrici, di fognatura, di illuminazione, ecc., ottenendosi con ciò il costo definitivo del fabbricato stesso.

Quando per la costruzione del fabbricato occorre di demolire costruzioni esistenti, il preventivo dovrà pure indicare la spesa della demolizione. Anche in questo caso si può valersi di cifre elementari dedotte dalla pratica, generalmente riferite al volume delle opere da demolire.

φ) *Sistemi varî per l'esecuzione dell'opera.* — Pronto che sia il progetto definitivo, approvato dal committente e dalle autorità competenti, quando tale approvazione sia necessaria, e provveduto di tutti gli allegati di cui abbiamo detto, nonchè del capitolato d'oneri, si passa alla esecuzione dell'opera mediante un contratto da stipularsi coll'impresa, contratto necessario allorchè trattasi di opere per lo Stato e per Amministrazioni pubbliche, mentre se ne può fare anche a meno nel

caso di lavori privati, come si vedrà meglio più innanzi. I contratti sono di quattro sorta: 1°, a misura o a prezzi unitari; 2°, in economia; 3°, a corpo (*forfait*) detti anche a cottimo, o a prezzo fatto; 4°, misti, allorchè partecipano di due o di tre o di tutte e quattro le sorta sopraddette.

ι) *Lavori a misura*. — Nei contratti a misura i lavori vengono pagati in base alla loro consistenza, risultante dalle loro dimensioni reali e secondo il loro prezzo dell'elenco. È il sistema più sicuro e più giusto, ma richiede molto lavoro di contabilità ed una buona vigilanza. Generalmente i contratti per opere pubbliche, retti da leggi e regolamenti, sono a misura, benchè per certi lavori, soprattutto di non grande entità, si usi anche il sistema dei contratti a corpo e ad economia.

κ) *Lavori in economia*. — Per i lavori in economia si può far a meno dell'imprenditore, potendo lo stesso proprietario provvedere i materiali, gli operai e i mezzi di opera, che però ordinariamente chiede a un capomastro, al quale versa un compenso per le di lui prestazioni e per le spese di assicurazione operai, ecc. È però sempre meglio affidare addirittura il lavoro a un capomastro, pagandogli la mano d'opera (ore e giornate di ciascun operaio) secondo i prezzi prestabiliti, riservandosi, se lo si crede conveniente, la provvista dei materiali, e compensando le di lui prestazioni secondo il convenuto. Sarebbe che il contratto in economia fosse il più conveniente, ma perchè lo sia, è necessario che gli operai e l'imprenditore, nel caso in cui il lavoro sia a lui completamente affidato, siano molto onesti; che gli operai non lavorino con studiata lentezza, che si faccia l'impiego strettamente necessario dei materiali, evitandone lo spreco e così via. Nel caso opposto il contratto in economia diventa più oneroso degli altri, in opposizione al suo nome. Anche in questo genere di lavoro la vigilanza dev'essere attiva e costante.

λ) *Lavori a corpo*. — Il contratto è a corpo quando tutta l'opera, o singole sue parti, sono eseguite a un determinato prezzo, comprendendo in esso ogni provvista, mano d'opera e qualsiasi altra spesa necessaria per dare l'opera compiuta. Con questo sistema, molto più conveniente nei riguardi della contabilità, si accresce il lavoro di vigilanza, e per quanto continua e scrupolosa essa sia, non si ha mai l'assoluta certezza che i lavori risultino eseguiti a perfezione. Tal genere di contratto richiede che all'assuntore siano forniti disegni precisi e particolareggiati, ed una minuta descrizione circa la qualità dei materiali, le modalità di costruzione, ecc., affinchè egli possa avere esatta cognizione del lavoro e quindi fissarne il prezzo. Il sistema è assai comodo per l'architetto ma pericoloso, poichè nell'esecuzione dei lavori succede precisamente l'opposto di quello che può avvenire nei lavori in economia. Gli operai, che il capomastro generalmente assume a cottimo, individualmente o a gruppi, cercano di guadagnare tempo su quello a loro stabilito per la esecuzione di una certa opera, aumentando così il loro guadagno: il capomastro per suo conto risparmia nell'impiego dei materiali quanto più gli è possibile e se non è veramente onesto impiega materiali meno buoni e quindi di minor prezzo; si verifica insomma una corsa al maggior guadagno da parte di tutti, la quale non può che riuscire dannosa all'opera.

Nei lavori di piccola entità e nei quali per la loro natura si rende pressochè impossibile l'impiego dei riprovevoli mezzi di cui sopra, il contratto a corpo è certamente utile, come lo è anche per lavori parziali in opere di grande importanza, e per la stessa ragione. In tali opere si ricorre spesso anche al sistema dell'economia per necessità di cose, specialmente quando nell'esecuzione dell'opera hanno parte Ditte varie, aventi contratti completamente indipendenti dal contratto dell'assuntore generale, oppure quando questi debba provveder loro, per es., la mano d'opera ed anche certi materiali.

μ) **LAVORI A SISTEMA MISTO.** — Quando in un'opera si fanno lavori con contratti a misura, in economia e a corpo, si ha la forma del *contratto misto* abbastanza comune.

ν) *Capitolato di appalto, o di oneri.* — Una funzione predominante nei contratti ha il *capitolato di appalto, o di oneri*, il quale è generale o speciale. Il primo si riferisce alle condizioni applicabili a ogni genere di opere, il secondo a quelle speciali per una determinata opera. Nel capitolato si espongono tutte le prescrizioni di ordine tecnico e amministrativo, a cui l'assuntore deve attenersi. Così vi sono esposte le qualità dei materiali da impiegare, le modalità di costruzione, i metodi di misura, gli obblighi relativi al cantiere, alla vigilanza e, in genere, alla condotta dei lavori, ecc., come vi sono indicati tanto le date di inizio e di compimento dei lavori, quanto i sistemi di pagamento, le penalità per inosservanza alle condizioni contrattuali e di capitolato; i modi di risoluzione di controversie fra impresa e direzione dei lavori; il modo di tenere i libri contabili; i vari obblighi dell'impresa per mantenere in buono stato le opere tanto durante i lavori quanto per un certo periodo di tempo dopo la loro ultimazione; le garanzie che l'impresa deve offrire, e infine vi si devono sempre richiamare le leggi e i regolamenti governativi, provinciali, comunali, a seconda del genere dell'opera e del luogo in cui essa deve eseguirsi.

L'assunzione dei lavori può avvenire per *trattativa privata*, o per *licitazione privata e pubblica*. Si ha la trattativa privata quando l'esecuzione dell'opera è affidata a una impresa che goda la fiducia tanto dell'architetto quanto del committente: la *licitazione privata* allorchè sono chiamati in gara parecchi imprenditori ritenuti in grado, per capacità e mezzi, di poter eseguire l'opera, affidandola poi a quell'impresa che avrà presentata l'offerta migliore; la *licitazione pubblica* quando l'opera viene appaltata col mezzo dell'asta pubblica, alla quale possono prender parte tutte le imprese fornite dei documenti richiesti dall'asta. Come si proceda nelle aste, è ampiamente spiegato nella legge sui LL. PP. I concorrenti all'asta presentano le loro offerte e rimane deliberataria l'impresa che avrà fatto l'offerta migliore, sia sopra un prezzo globale, sia sui prezzi elementari, mediante il cosiddetto *ribasso d'asta*.

La pratica insegna che nella compilazione dei capitolati di appalto si deve andare molto guardinghi, poichè talvolta le precisazioni eccessive, o le imprecisioni, riguardo a certe condizioni, possono condurre a interpretazioni diverse, dando agio alle imprese di sollevare riserve e questioni, provocando controversie imbarazzanti tanto per la direzione dei lavori quanto per l'arbitro collaudatore.

ο) *Ribassi d'asta.* — Sui ribassi d'asta, siano globali sull'intera opera o sui prezzi elementari vi sarebbe molto da dire. Certo è che danno luogo assai spesso a inconvenienti dannosi al lavoro e al committente. Di solito gli elenchi ufficiali dei prezzi, o quelli istituiti dall'architetto, o da Amministrazioni, lasciano la possibilità a qualche ribasso, tanto meno alto quanto più rigorosamente è stata condotta l'analisi. È poi da notare che non tutti i prezzi ammetterebbero un uguale ribasso, specialmente riguardo alle maggiori o minori difficoltà di esecuzione dei rispettivi lavori o per altre circostanze, sebbene nelle analisi, come si è visto, si tenga conto di un compenso percentuale per l'impresa, il quale appunto può fornire ragione di un ribasso più o meno elevato a seconda della potenzialità e dei mezzi d'opera dell'impresa stessa e quindi dei risparmi che può realizzare sulle spese generali e accessorie, specialmente di cantiere, e su quelle di opere provvisoriale e simili. Ma accade spesso che imprese di poco conto e poco scrupolose, pur di acciuffare un lavoro, facciano ribassi sensazionali tali da riuscire deliberatarie, sperando poi di rifarsi, coll'eseguire malamente i lavori, delle perdite che dovrebbero subire quando fossero obbligate ad osservare rigorosamente il capitolato.

Tali casi mettono a dura prova la direzione dei lavori, la quale ha l'obbligo di impedire all'impresa sotterfugi di qualunque genere, e deve usare la massima rigidità e severità pretendendo l'assoluta osservanza a tutte le condizioni contrattuali e alle buone norme costruttive. Accade perciò che, a un certo punto, l'impresa, non potendo più far fronte ai suoi impegni, rescinde il contratto, per cui l'Amministrazione stessa continua i lavori in economia. È una circostanza assai fastidiosa, ma non rara, di cui un'Amministrazione risente non poco danno. È per questo che alla stazione appaltante, sapendo fino a qual punto può giungere un ribasso sui prezzi di contratto, conviene di fissarlo, senza però renderlo noto ai concorrenti all'asta, e sia così nella possibilità di non affidare l'opera ad una impresa che abbia fatto un ribasso superiore al fissato.

Può sorgere durante i lavori la necessità di eseguirne alcuni il cui prezzo non è compreso nell'elenco dei prezzi: allora d'accordo colla impresa lo si conviene e lo si fa oggetto, o non, del ribasso d'asta, il che apparirà tanto dalla apposita convenzione firmata dalla direzione dei lavori, o dal committente, e dall'impresa, quanto dai libretti di contabilità.

Per i lavori di mantenimento e di opere ordinarie le Amministrazioni pubbliche hanno di solito un capitolato generale con annesso elenco di prezzi relativi a ogni categoria di opere, sui quali le varie Ditte chiamate a concorrere all'appalto di una data categoria, o per un gruppo di categorie affini, fanno un ribasso più o meno alto a seconda dell'entità dei lavori e della durata del contratto, il quale può essere annuale o di due o tre anni. Così gli uffici competenti dell'Amministrazione hanno di fronte parecchie imprese, e ne possono nascere interferenze sgradevoli, soprattutto per la necessaria cooperazione di due o più Ditte in una stessa opera. Da ciò la convenienza di raggruppare quanto più è possibile le categorie, per avere un numero minore di appalti, essendo poi in facoltà di una impresa assuntrice dei lavori di varie categorie di servirsi per proprio conto di altre imprese, che però devono essere di gradimento dell'Amministrazione. Sebbene nella formazione dei prezzi dell'elenco l'Amministrazione abbia già tenuto conto di un eventuale ribasso, quello dichiarato da un'impresa sarà tanto maggiore quanto maggiore sarà, come osservammo sopra, la durata del contratto, essendo più grandi le probabilità di guadagno da parte dell'impresa. Ma anche in ciò l'architetto incaricato di ordinare e di invigilare i lavori dovrà agire con molta ocularità, poichè, soprattutto nei lavori di mantenimento, la Ditta assuntrice ha interesse a eseguirli in modo meno duraturo affine di ripetere il lavoro stesso dopo un certo tempo. Da ciò pure la evidente convenienza di non fare contratti a lunga scadenza, tanto più se si riflette alla più facile eventualità di cambiamento nei prezzi durante il periodo contrattuale, della quale si sarà pur tenuto conto nel capitolato con apposite condizioni, ma che finisce sempre per creare imbarazzi.

Le Amministrazioni pubbliche per gli edifici di sua proprietà trovano interesse a stipulare contratti annuali, o per più anni, per il mantenimento di qualcuno degli impianti che devono funzionare in detti edifici. Ciò vale principalmente per gli impianti di riscaldamento, perchè si obbliga la Ditta assuntrice a fornire determinate temperature con un prefissato prezzo. In questi casi l'opera dell'architetto non è veramente necessaria, ma se lo fosse, egli deve periodicamente prender nota delle temperature, del funzionamento dell'impianto e del perfetto mantenimento del suo stato, proponendo all'Amministrazione di applicare le penalità stabilite nel caso di trasgressione alle condizioni contrattuali, specialmente nei riguardi delle temperature.

Altri appalti speciali fanno le Amministrazioni per i lavori stradali, per il mantenimento di alberature, ecc., per il funzionamento di fognature, e così via; ma in tali appalti l'opera dell'architetto è quasi sempre estranea e quindi non è il caso che su di essi ci soffermiamo.

π) *Penalità per ritardi nella consegna dell'opera.* — L'epoca di consegna dell'opera da parte dell'appaltatore è stabilita nel contratto, o nel capitolato di appalto, ma può avvenire con ritardi dovuti a varie cause, sia per proroghe concesse regolarmente, sia per cambiamento o aumento di lavori, sia per forza maggiore, fra cui piogge continuate, o altri fenomeni atmosferici, ecc. In tali casi la impresa non è passibile di penalità; lo è invece quando il ritardo sia ad essa imputabile. Allora generalmente si stabilisce che essa debba pagare una certa somma per ogni giorno di ritardo.

Questo sistema non è il migliore per questa ragione. Quasi sempre sono molti i giorni di ritardo, e per quanto sia forte la penalità giornaliera, difficilmente la somma risultante serve a compensare il danno subito dal committente, e siccome le riserve avanzate dall'impresa nei riguardi dei ritardi possono avere qualche fondamento di verità, si finisce per transigere o per condonare la penalità, mentre invece questa dovrebbe essere commisurata sul danno suddetto, danno che si può quasi sempre stabilire fin dal principio del lavoro. Supponiamo, per es., si tratti di un edificio scolastico che dovrebbe funzionare a una certa epoca, mentre il ritardo non ne permetterebbe l'uso se non dopo un mese o due mesi da detta epoca, cosicchè si debba provvedere al modo di alloggiare gli allievi in locali provvisori, magari inadatti. In tal caso non è difficile stabilire il danno e allora lo si fissa nel contratto per un ritardo di un mese, di due mesi e così via. Quando si tratta di lavori pei quali il danno del committente non sarebbe grave, si può stabilire che la penalità consista nel ritardare la restituzione della cauzione di tanto quanti sono i giorni di ritardo. Se questo, per es., è di un mese e se la cauzione è piuttosto rilevante, l'impresa non potrebbe usufruire del capitale cauzionale per investirlo, per es., in altro lavoro, per pagare fornitori, ecc., e quindi essa avrebbe tutto l'interesse a ultimare i lavori nel tempo stabilito, mentre coll'altro sistema, ben sapendo che la penalità finisce per essere condonata, procede con minore sollecitudine, sicchè essa ha tutto il vantaggio e il committente tutto il danno.

ρ) *Condotta dei lavori.* — Stipulato il contratto e compiute che siano le copie di tutti i disegni in due esemplari, di cui uno si rimette all'impresa, firmato da ambedue i contraenti, insieme con una copia del contratto, del capitolato e dell'elenco dei prezzi, pure debitamente firmati e autenticati, e procedutosi alla consegna dell'area e di quant'altro è significato nel contratto, si inizia il lavoro, previo impianto del cantiere. Si chiude perciò l'area destinata alla fabbrica, tanto quella coperta dal fabbricato, quanto la scoperta; si erigono le baracche per gli uffici dell'impresa e della direzione dei lavori, i magazzini e tettoie, chiusi o aperti, pei materiali e attrezzi che devono restare al coperto. Secondo l'importanza dei lavori si predispongono poi i mezzi di trasporto e di sollevamento, come ferrovie Decauville, montacarichi, grue, norie, argani, capre, martineti, e mezzi d'opera meccanici, come impastatrici, frantumatoi, ecc. (1). Se non esiste condotta cittadina di acqua, questa si provvede con pozzi o con cisterne, e se si prevede che occorranno lavori notturni si procederà ad appositi impianti di illuminazione. Nel cantiere non devono mancare pese a ponte e pompe a mano, elettriche o a vapore, centrifughe o non, per eventuali aggotamenti degli scavi, e deve esservi un adatto arredamento di strumenti e attrezzi per le livellazioni, i tracciamenti, le misurazioni. L'impianto razionale di un cantiere arredato di tutto il necessario per la migliore e più rapida esecuzione dei lavori è uno dei principali fattori che assicurano la buona riuscita dell'opera, anche sotto l'aspetto economico. Le spese che una oculata impresa deve fare per l'impianto del cantiere, le saranno compensate ad usura dai risparmi ch'essa realizzerà nel tempo, nella mano d'opera e nel risparmio di molte

(1) Vedi capitolo I, § F, del vol. I, parte 1^a.

spese secondarie. È quindi anche nell'interesse dell'impresa che il direttore dei lavori pretenda l'impianto *ad hoc* del cantiere. Egli dovrà essere assistito da un personale fidato e capace, del quale ci siamo già intrattenuti, da lui scelto o che, in qualità di dipendente dall'Amministrazione che fa eseguire il lavoro, gli viene assegnato. Su tale personale il direttore dei lavori deve poter fare completo assegnamento, ed è dalla solerte ed efficace collaborazione di detto personale, che egli può ripromettersi una perfetta riuscita dell'opera.

Pronti che siano il cantiere e il personale, si dà mano all'operazione di *tracciamento*, che dovrà essere condotta col massimo scrupolo, poichè è dall'esattezza di essa che dipende lo svolgimento facile e sicuro di tutto il lavoro. Si dispongono *linee di riferimento* tanto per le quote planimetriche quanto altimetriche, facendo sempre capo a tali linee, e procedendo a frequenti verifiche, tanto in base alle quote parziali, quanto alle generali. Dette linee, principali e secondarie, ben collegate fra loro, si possono tracciare sia in corrispondenza degli assi dei muri, sia delle aperture esterne e interne. Questo secondo sistema è più pratico e più sicuro. Soprattutto quando la fabbrica ha una notevole estensione si deve procedere a verifiche di livello dei vari orizzontamenti all'altezza dei piani, delle cornici, ecc. Perciò in vari punti del perimetro si fissano delle antenne sulle quali a partire da un piano, verificato perfettamente orizzontale e segnato con una linea su ciascuna antenna, si tracciano tante divisioni ad uguale altezza ma in modo che una corrisponda, per es., a un pavimento o alla linea di un davanzale, ecc. Tendendo un filo a tale divisione fra le antenne esso segnerà la orizzontale a livello del pavimento o dei davanzali e così via. Se, per es., le facciate sono a bugnato, le dette divisioni si fanno corrispondere ai giunti della bugnatura. Quando per le verifiche delle orizzontalità si usi un livello a cannocchiale, o a liquido a *bicchieri*, può accadere che un ingombro qualunque non permetta la visuale da un punto a quello che si vuole riscontrare e che dev'essere allo stesso livello dell'altro, oppure non vi sia appoggio adatto per il livello a cannocchiale, o la distanza fra i due punti da livellare sia piccola. Allora si ricorre con vantaggio al livello a acqua con tubo flessibile, cioè a quello stesso che serve per mettere in posto macchine, meccanismi, alberi di trasmissione. Detto strumento è formato di due tubi, o bicchieri, verticali graduati, nel coperchio di ciascuno dei quali è infilata un'asticciuola graduata in modo da poter ottenere fino a un centesimo di millimetro di precisione. I due bicchieri contenenti acqua comunicano fra loro con un tubo flessibile, allungabile, cosicchè si può farlo girare intorno all'ostacolo, o distanziare i due bicchieri quanto occorre. Appoggiato uno di essi sul punto fisso, a livello del quale vi dovrà essere l'altro, questo sarà a detto livello quando le divisioni delle due asticciuole, la cui punta acuminate affiora l'acqua dei bicchieri, si corrispondono, ciò che si ottiene sollevando o abbassando l'appoggio del tubo (1).

Quando per necessità di costruzione si dovesse sopprimere qualche linea di riferimento converrà però sempre lasciare fissi dei punti della linea stessa per poter eventualmente ristabilirla nel caso in cui si rendessero necessarie delle verifiche.

I lavori devono essere condotti con un ordine prestabilito, così da procedere speditamente senza intralci e senza pentimenti. Perciò mentre è necessario che l'impresa faccia a tempo debito tutte le provviste necessarie, è pur indispensabile che la direzione dei lavori fornisca in tempo gli ordini opportuni corredati dai relativi disegni e istruzioni. Specialmente quando si tratta di lavori di pietra da taglio, naturale o artificiale, la quale debba collocarsi contemporaneamente alla costruzione di muri, pilastri, ecc., o

(1) Di un livello simile ci siamo valse nella ricostruzione del campanile di S. Marco, a Venezia.

sia destinata a sostegni, i disegni si devono fornire al principio dei lavori affinché l'impresa abbia il tempo sufficiente per l'ordinazione e la lavorazione del materiale, sebbene però circa l'ordinazione possano essere bastevoli le indicazioni risultanti dai disegni allegati al contratto (piante, sezioni, facciate), purchè in essi, o nel capitolato, o nella relazione di progetto, risultino individuate, magari con tinte, le parti che dovranno essere di pietra o di marmo. Qualunque ritardo ingiustificato nella consegna di disegni, o di ordini, può essere invocato dall'impresa per avanzare riserve, pretese di danni, ecc., ciò che l'architetto deve assolutamente evitare. È necessario che tanto nell'impartire ordini, quanto nell'assistenza ai lavori, la direzione sia sempre esplicita e chiara; gli ordini li deve dare per iscritto facendoli firmare dall'impresa a prova di averli dati e datarli, ciò che farà pure cogli schizzi e coi disegni definitivi. Anche per iscritto si devono rilevare le eventuali deficienze, le dimenticanze e gli errori: il personale di assistenza prenderà nota dell'inizio e del termine dei lavori (sebbene questi dati possano risultare dal *giornale di lavoro*) e si dovrà anche procedere, quando lo si creda opportuno, a fotografare i lavori nei vari loro stadi, poichè in caso di contestazione si abbiano sotto mano prove irrefutabili.

τ) *Contabilità dei lavori*. — Se si tratta di Amministrazione pubblica, specialmente dello Stato, la contabilità dev'essere tenuta secondo le norme stabilite dalla legislazione sui lavori pubblici. Ma per Enti privati, o per privati singoli, la contabilità si può tenere in modo più semplice ancorchè la direzione tenga il *giornale di lavoro*, nel quale viene giornalmente notato tutto quanto avviene nel cantiere, sia per quantità e qualità dei lavori eseguiti, sia delle giornate degli operai e dei materiali entrati in cantiere, dei noli, ecc., quando i lavori sono a economia. Si tiene pure nota delle giornate nelle quali per cause atmosferiche non si è lavorato, delle sospensioni dovute a cause diverse, tanto per fatto dell'impresa, quanto della direzione dei lavori, e così via. Il *giornale di lavoro* rappresenta insomma la storia in ordine cronologico di tutti i fatti a cui il lavoro ha dato luogo. Da esso si ricava ciò che occorre per la liquidazione, per la quale si istituisce il *libretto di misura o di contabilità*. In questo vengono riportate le misure delle varie opere come per il computo metrico del progetto, e il quantitativo di ogni opera viene moltiplicato per il prezzo relativo, nello stesso modo che si è detto per la tabella del preventivo di spesa. Ma questo libretto oltre servire per la liquidazione serve anche per gli eventuali pagamenti in acconto a cui ha diritto l'impresa se ciò è stabilito nel contratto, per la iscrizione delle riserve della impresa, delle controriserve della direzione, o per le dichiarazioni di accettazione, condizionata o non, da parte dell'impresa, delle somme risultanti dai computi. Il libretto di contabilità va tenuto in doppio, uno è della direzione, l'altro dell'impresa, affine di poter fare le verifiche, poichè sebbene le misure siano prese in contraddittorio, possono accadere sviste o errori, rendendosi necessario il confronto fra i due libretti per eseguire le eventuali correzioni. Non occorre che la verifica sia fatta giornalmente, basta compierla alla fine di ogni settimana o di ogni quindicina, scrivendo tanto nell'uno quanto nell'altro libretto « verificato dal n. d'ordine..... al n..... » colle firme rispettive del direttore dei lavori e dell'impresa, o dei relativi rappresentanti legali.

Il libretto di contabilità diventa pure libretto di liquidazione, dal quale si estrae poi il *riassunto di liquidazione*, quando si usi un modulo come il seguente (pag. 476). Riguardo ad esso facciamo le seguenti osservazioni di carattere pratico. Siccome le sue colonne risultano numerose, mentre piuttosto largo dev'essere lo spazio destinato alla indicazione dei lavori, la quale talvolta occupa parecchie righe, dovendo fornire una chiara ed esatta idea dei lavori stessi, individuati se occorre da piccoli schizzi (gli schizzi che occuperebbero troppo posto si fanno in quaderno staccato, come già si è

detto), così le colonne invece di essere disposte secondo l'altezza della pagina, si dispongono secondo la sua larghezza. Questo ha un altro grande vantaggio: di diminuire le serie dei numeri per le somme positive o negative, e quelle dei prodotti, riducendo le possibilità di errori.

Supposto che la pagina abbia le dimensioni di cm. 21 in altezza e 31 in larghezza, le 10 colonne delle tabelle qui sotto segnate potranno avere le dimensioni, in centimetri, indicate sotto le colonne stesse:

Tabella, o modulo, 4, per la liquidazione.

1	2	3	4	5	6			7	8		9	10																
Numero progressivo	Articolo dell'elenco dei prezzi	Prezzi convenuti	Indicazione delle opere o del lavoro	N. quantità uguali	Dimensioni in metri			Unità di misura	Quantità		Prezzo in lire	Importo																
					lungh.	largh.	altez. o gross.		negative	positive		a soggetto a riten.	b libero da riten.															
<	0,9	×	0,9	×	0,9	×	10	×	0,8	×	1,3	×	1,3	×	1,3	×	0,8	×	2	×	2	×	1,4	×	2,4	×	2,4	>

Come abbiamo detto per le precedenti tabelle ogni operazione, osservazione, riserva o altro, inseriti nella tabella, deve portare un numero progressivo il quale diventerà molto alto quando i lavori siano molti per numero e per natura differente. Allora a un certo punto della numerazione, supponiamo 500, si può riprendere il numero 1 salvo ad aggiungere tra parentesi, o indicare con un indice superiore o inferiore, oppure in parentesi, il numero della pagina in cui si trova il numero: per es., si scriverà 20³¹ o 20₃₁ o 20 (31), se il numero è alla pagina 31 del libretto, le cui pagine saranno pure numerate progressivamente. Non si può, come nel computo metrico, raggruppare i lavori per categorie, se nel libretto di contabilità si registrano i lavori compiuti giorno per giorno. Il raggruppamento si fa poi, se lo si crede conveniente, in un riassunto della liquidazione, riassunto che torna assai utile, anche per conoscere la spesa corrispondente ad ogni categoria di lavoro e poterla così confrontare con quella del preventivo.

Nella colonna 9 si registrano i prezzi dell'elenco, i quali sono distinti da un articolo che viene riportato nella colonna 3, ma si iscrivono pure i prezzi convenuti extra-elenco, soggetti o non a ribasso. Se non lo sono allora gli importi dei lavori corrispondenti a tali prezzi si iscrivono nella colonna 10 *b*; se sono soggetti al ribasso d'asta gli importi si iscrivono nella colonna 10 *a*. Generalmente per evitare complicazioni i prezzi extra-elenco si concordano senza ribasso, oppure il ribasso è quello stesso di asta. Se è differente, allora si deve aggiungere un'altra colonna alla tabella, o, ciò che è meglio, tenere un registro apposito.

Data la quantità delle colonne della tabella non è possibile di comprendervi la solita colonna delle annotazioni, a meno di restringere la 4, ciò che non conviene per quello che abbiamo detto. Perciò le annotazioni, le firme, le riserve, ecc., si possono fare nella colonna 4 in qualunque momento, e siccome, come dicemmo, il libretto di contabilità si verifica di solito alla fine di ogni settimana, è allora che si iscrivono le osservazioni, ecc. Del resto le annotazioni, le riserve, si possono fare in registro a parte, purchè contengano i necessari riferimenti ai libretti e ai documenti di contratto.

Quando la somma degli importi dei vari lavori ha raggiunto una certa cifra, la quale, ridotta del ribasso d'asta, corrisponde a quella fissata per un acconto, allora si fanno le firme, e la direzione dei lavori compila il certificato di pagamento in

acconto. Però oltre alla ritenuta del ribasso può farsene anche un'altra per garanzia, ritenuta che viene restituita dopo il collaudo.

Il riassunto del libretto di contabilità, a cui si è accennato più sopra, offre anche un vantaggio economico, poichè riducendo la mole del documento contabile, diminuisce la spesa per il bollo, se al bollo deve sottostare.

Le riserve dell'impresa, a cui abbiamo fatto cenno, è bene di risolverle volta per volta per queste ragioni. Nonostante un capitolato preciso e particolareggiato, una scaltra impresa non tralascia di avanzare riserve ad ogni piè sospinto, e rifiuta le risoluzioni che durante i lavori proporrebbe la direzione, perchè essa sa troppo bene l'effetto che un ingente numero di riserve può produrre sul collaudatore, e che il suo giuoco di solito gli riesce favorevole, per quanto avveduto e scrupoloso sia il collaudatore, il quale talvolta ritiene essere meno dannosa pel committente una certa condiscendenza verso l'impresa, che non un'azione legale. È evidente lo svantaggio economico del committente, ancorchè lieve, ma tale svantaggio si eviterebbe non rimandando tutte le riserve, o quasi tutte, alla fine del lavoro, e risolvendole durante i lavori. Così facendo si evita anche un altro guaio, cioè l'inasprimento dei rapporti fra direzione e impresa, a danno dei lavori, inducendo l'impresa ad avanzare riserve che forse avrebbe omesse.

Il direttore dei lavori dev'essere fermo sì, ma giusto, e con ragionamenti adatti deve far comprendere all'Impresa l'inutilità delle sue richieste, cosicchè se essa vede in lui un giudice giusto e non un tiranno, non soltanto è più arrendevole, ma si limita a quelle riserve che essa ritiene di importanza capitale, e che il direttore dei lavori non potrebbe assolutamente accogliere per tentare una risoluzione, cosicchè vengono rimesse al giudizio del collaudatore. Discussioni, riserve, controversie generalmente si evitano, o si riducono a ben poche, quando esista fra direzione e impresa una vera collaborazione, quale ricordammo a pag. 454.

Ogni libretto di contabilità deve avere una prima pagina di copertina nella quale si indicano: nome dell'ufficio o dell'architetto che fa eseguire il lavoro; l'anno, la indicazione dell'opera; il numero dei fogli del libretto; la data di incominciamento dell'opera e quella della sua ultimazione, le firme del direttore dei lavori, dell'assistente o degli assistenti contabili, verificatori, a seconda del caso e dell'impresa

Qui noi potremmo trattare delle questioni o controversie che più comunemente insorgono durante i lavori, e che più particolarmente danno luogo a riserve: cioè delle varianti al progetto, ai materiali, ai prezzi di essi e della mano d'opera, alle diminuzioni e aumento dei lavori, alle prestazioni personali dell'impresa e dei suoi dipendenti, a impreviste, accidenti e danni di forza maggiore, ma ci allontaneremmo troppo dal nostro compito, e, d'altra parte siccome tutto ciò è trattato ampiamente nella legislazione nostra, e nei relativi commenti, vi rimandiamo il professionista poichè prendendone attenta visione, saprà come giudiziosamente regolarsi.

v) *Avvertenze per la condotta dei lavori* (1). — Un'osservazione importante nei riguardi della economia di spesa, e sulla quale i direttori dei lavori non sempre fermano abbastanza la loro attenzione, è quella relativa alla esecuzione degli impianti, dei quali si è detto sopra, fra cui quelli che richiedono condutture attraversanti muri, solai, volte, come, ad es., gli impianti di riscaldamento a vapore o ad acqua calda. Se l'impianto fu progettato contemporaneamente al resto, l'architetto, sapendo ove dovranno essere i fori per il passaggio delle tubazioni, li farà lasciare durante la costruzione mediante pezzi di legno o pezzi di tubo collocati prima della esecuzione dei getti di calcestruzzo,

(1) Vedi anche a pag. 272 di quest'Appendice (cap. III).

o della ultimazione delle murature, e la sua avvedutezza lo consiglierà a ordinarne di più, nel caso di eventuali cambiamenti nel percorso delle tubazioni. Siccome però generalmente si dà mano agli impianti quando muri, ecc., sono ultimati in greggio e le opere di calcestruzzo pure ultimate, così se l'architetto non avrà avuto la previdenza di ordinare fori in tutti gli angoli di solai, soffitti, pareti, muri, tali fori si dovranno aprire a forza di scalpello con perdita di tempo e con spesa talvolta rilevante, mentre nell'altro caso i fori si otterrebbero senza perdita di tempo e senza spese, soprattutto quando il capitolato specifichi che per tale oggetto le prestazioni dell'impresa sono incluse in quelle a suo carico. Si comprende quindi quanta economia di spesa e di tempo si possa realizzare, poichè neanche la chiusura dei fori resisi inservibili, non costerebbe nulla. Ma v'ha di più. Le Ditte a cui sono affidati i detti impianti generalmente escludono dal prezzo fissato l'assistenza e i lavori necessari di muratori, manovali o altri operai, nonchè i materiali occorrenti per l'esecuzione dell'impianto, che si obbligano di dare compiuto entro un certo termine. Avviene spesso, che, o per minor solerzia degli operai, o per inavvertenze della Ditta nella indicazione dei fori o di altri lavori, essa non completi l'opera sua nel termine prefisso, nonostante abbia anche ecceduto nelle sue richieste all'impresa o alla direzione dei lavori. Oltre alle maggiori spese si va incontro a questioni che si risolvono sempre in un danno economico per il committente. È bene quindi far presentare dalle Ditte i loro progetti, compilati sui disegni e colla scorta delle istruzioni fornite dal progettista prima dell'inizio dei lavori, e il progettista faccia risultare nel contratto che gli oneri dipendenti da qualunque cambiamento effettuato nell'impianto, non richiesto dalla direzione dei lavori, siano a carico della Ditta, e che le prestazioni di assistenza e di operai da essa richieste a termine del contratto durino soltanto per il tempo fissato nel contratto stesso per dare ultimato l'impianto; poichè in caso diverso resterà a carico della Ditta la spesa per la eventuale maggior durata della sua opera, naturalmente senza pregiudizio delle penalità per il ritardo. Per computare tali penalità la Direzione dei lavori dovrà specialmente tener conto del danno a cui va soggetto il committente per non poter usufruire dell'impianto a tempo debito. Se il progetto della Ditta viene presentato a lavori generali avanzati, ancor meglio risulta la necessità di lasciar fori quanto più è possibile, il che riduce le richieste della Ditta per operai, ecc., e le permette più facilmente di ultimare l'opera sua nel tempo stabilito.

Un'altra avvertenza importante è quella relativa al disarmo. Ne abbiamo già trattato nel vol. I, ma non ci siamo intrattenuti sulle precauzioni da usarsi nel disarmo delle opere di calcestruzzo armato. Molti sono i disastrosi e dolorosi effetti avvenuti per la ruina di opere di tal genere, e quasi sempre la rovina è stata determinata da un affrettato disarmo. Prima di tutto si deve eseguire un'armatura solida e solidamente appoggiata: così è da condannare il sistema di armare, per esempio, un solaio con travi appoggiate sopra un solaio sottostante già disarmato completamente, e ciò per valersi del legname della sua armatura per quella del soprastante. Al solaio inferiore si devono per lo meno lasciare i puntelli sotto le travi maestre, e se queste non esistono, si deve puntellare la soletta in modo che i puntelli corrispondano a quelli dell'armatura superiore e collegare inferiormente i puntelli con grosse tavole, cosicchè la soletta resti quasi tutta armata.

Ma la precauzione che non deve mai essere dimenticata è quella di armare con cunei o altro mezzo, affine di poter liberare l'opera di calcestruzzo dalla sua armatura, ma lasciando questa in posto, poichè se nell'opera si mostrasse qualche debolezza, magari tale da produrne la sua ruina in tutto o in parte, l'armatura sorreggerebbe il materiale ruinato e non ne conseguirebbe altro danno, se non quello di dover rifare

l'opera. Però anche nel caso che essa non mostrasse nessuna debolezza, si deve sempre lasciare l'armatura in posto, perchè non è escluso che l'opera liberata da ogni sostegno, dia poi manifesto segno di debolezza dopo qualche giorno, segno che si potrà riscontrare, più che a occhio, mediante gli apparecchi adatti a rivelare gli eventuali e possibili cedimenti. Siccome poi le armature devono essere così fatte da poterne togliere le parti secondarie, queste si possono levare anche dopo liberata tutta l'opera, ma lasciando sempre in posto i puntelli fino a quando si sia riscontrato che l'opera è perfettamente stabile. Un errore grave che abbiamo visto più volte commettere è quello di ammucchiare su solai di siderocemento già disarmati, materiali destinati alla prosecuzione dei lavori. Sembrerebbe di poter fare ciò quando sotto al solaio esista ancora l'armatura provvisoria, ma l'errore non è meno grave perchè lo sforzo maggiore a cui si sottopone il calcestruzzo, non ancora in completa presa, la ostacola, con conseguenze facili a comprendere.

Ripetiamo che la causa di danni e rovine si deve ricercare più nell'anticipato completo disarmo che non in errori di progetto o in trascuratezza di esecuzione, sia nella composizione del getto, sia nel collocamento della sua armatura metallica interna.

Di molte altre avvertenze potremmo tener parola, ma siccome parecchie furono già esposte in altre parti di questo *Manuale*, e perchè qui non dobbiamo fare un trattato di costruzione, ci basta di aver accennato a quelle più importanti di ordine economico e di sicurezza, la quale ultima, in definitiva, è pure di ordine economico, ma di un ordine assai più elevato per le gravi conseguenze derivanti dalla inosservanza di dette avvertenze.

4° *Collaudi*. — Al collaudatore si affida l'incarico di dichiarare se l'opera nel suo complesso e nei suoi particolari fu eseguita secondo le buone norme costruttive (volgarmente comprese sotto la dizione « *a regola d'arte* ») (1), e in conformità a contratto, nonchè a ciò che fu convenuto durante i lavori, e di pronunciarsi sulla contabilità, risolvendo le riserve rimaste insolute. Se le sue dichiarazioni sono favorevoli, l'impresa potrà ottenere l'intero pagamento e la restituzione della cauzione, come è stabilito nella cennata legislazione. Vogliamo però aggiungere un'osservazione relativa all'epoca in cui vien nominato il collaudatore. Affinchè egli possa con piena conoscenza di causa e piena coscienza prendere le sue conclusioni, deve essere nominato al principio del lavoro (2) onde poterlo seguire in ogni sua fase,

(1) Vedi il nostro scritto nel *Monitore Tecnico* del 30 maggio 1925, a proposito di tale dizione

(2) Nel numero del 30 giugno 1925 del *Monitore Tecnico* ci siamo occupati dell'argomento e dopo aver esposto alcune ragioni in favore di tale sistema, aggiungevamo: « Da queste poche considerazioni mi pare emerga chiara la convenienza di nominare il collaudatore al principio del lavoro. È inutile soffermarsi ad analizzare i grandi benefici di tale sistema nei riguardi dell'interesse del lavoro, della direzione e del committente. Quando un collaudatore spontaneamente, oppure su invito della direzione, va sovente sul lavoro per intimamente conoscere tutte le opere che vi si eseguono, esaminarle, verificarle, ecc., soprattutto quando debbono riuscir nascoste da altre, nè quindi più accessibili; quando ogni contrasto fra impresa e direzione egli risolve subito, valendosi delle sue facoltà arbitrali; quando per la sua riconosciuta competenza affianchi la direzione nelle sue rimostranze al costruttore; quando egli possa mano mano seguire tutti gli atti contabili, cosicchè alla fine non abbia che da stendere la sua relazione di collaudo, la quale sarà in effetto come un riassunto di tanti collaudi parziali, e sarà una vera emanazione di coscienza tranquilla di tecnico, è fuor di dubbio che un siffatto procedimento è il migliore, il più sicuro, quello che imprime al collaudo il vero suggello della garanzia. Aggiungerò che quando il nome del collaudatore fosse noto alle Ditte disposte a concorrere all'assunzione del lavoro, si asterranno di presentare la loro offerta quelle a cui quel nome incute soggezione e ne temono la rigidità tecnica, morale e legale. Sarà tanto di guadagnato ».

e rendersi conto di tutto, aiutando la direzione dei lavori, ove questa ne lo richieda, specialmente nella risoluzione delle riserve.

A vero dire l'opera del collaudatore sarebbe superflua, poichè dovrebbe bastare la direzione dei lavori per ottenere che l'opera sia eseguita a dovere, ma vi sono lavori, che pur non compromettendo la statica, non sono perfetti, e sui quali la direzione fa bensì le sue proteste, ma non vede l'assoluta necessità di farli disfare, nè quella di sospenderne la continuazione. In tal caso la protesta passa al collaudatore il quale emette il suo giudizio, e pur lasciando il lavoro come fu eseguito, ne ridurrà l'importo, oppure stabilirà la penalità da applicarsi alla impresa. Il caso può sorgere frequentemente, e da ciò si vede meglio la convenienza che il collaudatore espliciti l'opera sua durante i lavori, tanto più che alla fine quasi sempre egli non potrebbe più vedere il lavoro contestato.

Nelle opere richiedenti impianti speciali, per es., di riscaldamento e meccanici, il collaudo viene eseguito da vari collaudatori per la loro speciale competenza in simili impianti. Anch'essi non dovrebbero essere nominati a impianti finiti, tanto più che tali impianti richiedono la collaborazione dell'impresa generale e quindi del collaudatore principale, col quale perciò essi devono affiarsi durante l'esecuzione degli impianti stessi.

Il collaudo si compie generalmente in due tempi. Il primo si riferisce a un collaudo *provvisorio* appena compiuta l'opera. Esso ha per oggetto di far restituire, almeno in parte, all'appaltatore la somma ch'egli avrà versata a garanzia dell'osservanza dei suoi obblighi, e di permettere al committente di prendere possesso dell'opera, ma anche di stabilire quali siano i lavori da eseguire per riparare a qualche lavoro imperfetto, o mancante. Dopo eseguita la riparazione, o eseguito il lavoro mancante, il collaudatore consegna il detto collaudo provvisorio. Trascorso un certo periodo di tempo fissato nel contratto, a partire da detta consegna, egli procede al collaudo *definitivo*, col quale giudicherà se nel periodo trascorso fra i due collaudi le opere si sono conservate in tale stato da poterle considerare durature. Se questo secondo collaudo è favorevole, si fa restituire all'impresa la cauzione, salvo la trattenuta per penalità, e di quanto è detto qui sotto. Nel detto periodo però l'impresa è obbligata ad eseguire a sua cura e spese i lavori che si rendessero necessari per eventuali riparazioni e per il mantenimento di tutta l'opera, ciò che si può prescrivere anche per un periodo successivo al collaudo definitivo, trattenendo per garanzia una parte della cauzione, che si restituisce al cessare di detto periodo, con o senza gli interessi relativi. Di solito la somma cauzionale è depositata presso una Banca, in modo che su di essa decorrono gli interessi.

5° Stime, perizie, arbitramenti (1). — Le questioni attinenti alla determinazione del valore di beni immobili, di comunione di muri, di riparazioni locative, di espropriazioni, di divisioni di proprietà, sia o non a causa di successioni, di compra-vendita di stabili, ecc., rientrano pure nelle mansioni dell'architetto, e più precisamente dell'ingegnere-architetto, sia che la stima venga fatta in via amichevole, sia che egli operi come perito giudiziario. Nel primo caso il professionista di un cliente si troverà quasi sempre di fronte a un collega che opera per il cliente della parte contraria. Così avviene, per es., quando un inquilino abbandona un alloggio e a norma del testimoniale di stato relativo all'alloggio stesso, si deve determinare quali e quante siano le riparazioni locative da farsi ed a chi spetti di eseguirle. Nel secondo caso l'opera del professionista è assai più delicata, soprattutto allorchè si tratta di emettere un giudizio sullo stato

(1) Per quanto riguarda queste mansioni e per la relativa procedura vedere il codice civile.

di un fabbricato, quando esso cada sotto il disposto dell'articolo 1639 del nostro codice civile (1), o, peggio, quando sia avvenuta la totale o parziale rovina del fabbricato medesimo, ed abbia avuto conseguenze letali. Lo stesso dicasi per le opere provvisoriale di fabbrica. In ambedue i casi si deve stabilire se la rovina fu causata da errori di progetto o di esecuzione, oppure dall'uso o da forza maggiore, onde fissare le singole responsabilità.

Se dovessimo passare in rivista i molti casi che si presentano al professionista per stime e perizie, dovremmo dilungarci troppo senza neppure compiere opera completamente efficace, poichè difficilmente, anche per i casi di egual natura, possono valere le stesse considerazioni che servirono a formulare il giudizio di uno dei casi, giacchè fra essi, ancorchè affini, esistono sempre differenze tali da condurre sovente a giudizi del tutto diversi.

Il professionista stimatore, o perito, deve essere assolutamente imparziale, equanime e cercare tutte le vie per evitare inasprimenti fra le parti e i processi che ne possono scaturire. Se a ciò non si riesce, si ricorre all'arbitramento e allora il professionista arbitro agisce come perito e come giudice, ed emette una sentenza, la quale può essere inappellabile, o suscettibile di appello. Quando l'architetto rappresenta il cliente davanti agli arbitri, allora egli funziona da perito e da avvocato. Da ciò si arguisce quanto sia necessaria per lui una solida istruzione tecnica generale e giuridica. È un'istruzione che si acquista particolarmente colla pratica ed è perciò che per stime, perizie, arbitramenti si ricorre volentieri a quei professionisti i quali si sono fatti in materia una certa notorietà, sicchè i loro clienti sono sicuri di avere ben difeso il proprio interesse, nonostante le argomentazioni, talvolta sibilline, delle parti opposte.

Benchè il caso non sia frequente, il professionista può essere chiamato per rilievi tecnici di luoghi e di locali, in cui sia avvenuto un delitto. Sono casi assai seccanti e spiacevoli, sia perchè si va incontro a gravi responsabilità, sia perchè si deve restare a disposizione del giudice istruttore.

Così si può avere l'incarico, oltre che di stimare un terreno e di rilevarlo esattamente, di suddividerlo in lotti, o appezzamenti, destinati a costruirvi fabbricati, ville, case di affitto, ecc. La lottizzazione deve essere eseguita molto giudiziosamente, poichè se ognuno dei vari lotti dovrà essere coperto da fabbrica, l'area dell'appezzamento dovrà offrire il maggior rendimento economico al suo proprietario, tanto nel caso in cui su ogni lotto debba sorgere un fabbricato ricco, quanto in quello in cui il fabbricato abbia carattere modesto. Il lavoro di lottizzazione è un lavoro che se richiede pratica, richiede anche molto ragionamento: compiendolo si dovrà provvedere ai necessari cortili per aria e luce, progettare tutte quelle opere preliminari da eseguirsi prima della fabbricazione, quali aperture di vie, sistemazioni di condutture e di terreni, e quelle demolizioni che si rendessero necessarie.

L'opera del professionista è domandata pure dalle Società di assicurazioni, specialmente nel caso di incendi, per determinarne i danni. Anche qui egli può essere il perito di una delle parti o l'arbitro fra i periti delle due parti quando essi non siano giunti a una conclusione concorde, e anche qui egli deve dimostrare molta pratica e soprattutto molto tatto e imparzialità.

6° *Urbanistica*. — Dal cap. V di quest'*Appendice* risulta chiaramente quanta parte abbia l'architetto nella sistemazione e ampliamento delle città e quanto sia necessario che egli possieda le cognizioni dell'ingegnere, sia cioè ingegnere-archi-

(1) Se nel corso di dieci anni dal giorno in cui fu compiuta la fabbricazione di un edificio o di altra opera notevole, l'uno o l'altro rovina in tutto o in parte, o presenta evidente pericolo di rovinare per difetto di costruzione o per vizio del suolo, l'architetto e l'imprenditore ne sono responsabili.

tetto, o, se si vuole essere più precisi, dell'ingegnere civile, per poter pienamente risolvere tutte le questioni stradali, di fognatura, ecc. È, si può dire, una mansione tutta moderna, ma che rende ancora più grave la responsabilità sociale dell'architetto.

7° *Gerenza*. — Infine un'altra mansione può esercitare il professionista di cui ci occupiamo benchè essa non sia veramente corrispondente al carattere della sua professione; quella cioè della *gerenza* di uno o più stabili di un proprietario, il quale lo elegge suo amministratore coll'incarico di provvedere alla stipulazione di contratti con inquilini, imprenditori per lavori di mantenimento e di nuovi, alla riscossione di affitti, a trattare con fornitori di materiali e di quanto occorre per l'esercizio dei detti stabili, al pagamento delle tasse e imposte, ecc. In questo caso il professionista che deve trattare con tante persone di temperamento talvolta scontroso e pronte a sollevare questioni, spesso esigenti e seccanti, o riluttanti a compiere i loro obblighi contrattuali, deve armarsi di molta pazienza, e anche in questo caso gli gioveranno parecchie di quelle cognizioni di cui abbiamo tenuto parola in principio, quali le giuridiche, nonchè la conoscenza dei regolamenti locali, ecc., e quel po' di scienza psicologica occorrente per risolvere con certe persone questioni che altrimenti condurrebbero a noiosi guai. Può darsi che il proprietario al principio dell'anno gli fissi un credito necessario per tutte le spese, e quando non fosse bastevole gliene apra un altro al momento opportuno, in seguito alla presentazione di tutte le spese fatte; oppure quando veduta la lista delle somme da pagare, fornisca al suo gerente le somme necessarie per i pagamenti. Nel primo caso la gestione è più semplice ma la responsabilità del professionista aumenta: in ambedue i casi è importante che egli tenga uno o più registri per le spese e uno speciale per le riscossioni, le cui somme consegnerà al proprietario, o serviranno al pagamento delle spese mano mano che si dovranno eseguire lavori, o per provvedere ai servizi degli stabili. L'architetto, o meglio l'ingegnere-architetto, diventa perciò più che altro un contabile, nonostante che i lavori di mantenimento dei fabbricati e tutto quanto riguarda le questioni edilizie corrispondano veramente a uno degli scopi della sua professione.

8° *Consulenza*. — Vi sono professionisti che si dedicano alla *consulenza* per fornire consigli a proprietari, imprenditori e anche a colleghi, valendosi della pratica da loro acquistata. Ne traggono bensì un profitto personale, ma il loro consiglio va a profitto di tutti, poichè giova a non commettere gravi errori, che potrebbero riuscire assai dannosi, e anche ad evitare che certe questioni finiscano in tribunale, invece di risolversi amichevolmente.

D - *Tenuta dell'ufficio e contabilità propria*. — Abbiamo già accennato al personale occorrente a uno studio di architetto, per il disbrigo di quanto è necessario all'intrapresa di un affare, e per condurlo a compimento. Ma ciò che soprattutto importa è che egli, quanto i suoi collaboratori e dipendenti, siano persone d'ordine. È specialmente nel caso di clientela numerosa che l'ordine permette di non perder tempo in ricerche di documenti da compulsare durante i lavori, o lo svolgimento di un affare qualsiasi. In apposito elenco si registreranno gli affari con date, nomi, ecc., e ogni affare, o *pratica*, avrà un proprio incartamento entro una cartella o busta, e questa il proprio posto in una cartelliera. Siccome la responsabilità materiale dell'architetto è decennale, così trascorso il decennio le varie pratiche passeranno all'archivio, liberandole di tutto ciò che non presenta più bisogno di essere conservato. Però non si deve sopprimere tutta la pratica, poichè può accadere che in un tempo più o meno remoto si debba riprenderla, sia perchè il cliente, o i suoi successori, vogliono modificazioni, o nuovi lavori alle loro proprietà, sia per questioni di successione.

Non meno importante è la tenuta della contabilità di ufficio. In appositi registri il professionista deve tener nota di tutte le spese di ufficio, siano proprie dello studio o incontrate per conto del cliente a cui spetti di rimborsarle, e tener conto degli onorari che dovrebbe percepire e delle somme percepite. Così potrà alla fine di ogni lavoro e alla fine di ogni anno sapere quale è stato il costo di un lavoro, quale il profitto di ufficio e quindi regolarsi per gli affari degli anni successivi.

Lo stesso ordine deve tenere per i listini, i cataloghi, ecc., che gli perverranno da fabbricanti e Ditte varie, i cui prodotti interessino l'arte edilizia nei suoi diversi rami, raccogliendoli insieme, e ordinandoli in cartelle, così da poter ritrovare subito quello che gli occorre consultando l'elenco, tenuto al corrente, di tutto il detto materiale.

Il precipuo scopo dell'ordine è dunque quello di render facile e pronta la ricerca di qualunque cosa, e si capisce quanti vantaggi ne derivino, specialmente riguardo al risparmio di tempo, senza bisogno di insistere maggiormente su tale argomento.

Se il professionista deve conoscere quanto fu già fatto in materia edilizia, deve pure avere cognizione di tutto ciò che fornisce il progresso tecnico ed essere al corrente di tutte le novità tecniche, per valersene quando ne sia il caso, ma non ricorrendo ad esse se non quando sia certo della loro bontà. Deve quindi tenere una rubrica, ordinata secondo il genere di tali novità, nonchè degli argomenti trattati nelle pubblicazioni da lui possedute e di quelli che mano mano gli cadono sott'occhio, poichè ricorrendo a detta rubrica egli saprà subito rintracciare il libro o il periodico contenente l'argomento che lo interessa. Nè tale pratica gli sarà di minor vantaggio quando voglia far precedere allo studio di un'opera architettonica il confronto di opere consimili, sia per scansarne gli errori, che, secondo il suo giudizio, vi furono commessi, sia per seguirne le buone disposizioni e distribuzioni, poichè consultando la rubrica appositamente formata per tale scopo, facili e pronte gli riusciranno le ricerche, mentre diversamente esse sarebbero lunghe, penose e talvolta vane, sicchè finirebbe per abbandonarle, rinunciando all'aiuto che gli presterebbero i detti confronti, necessari per rendergli meno laborioso e faticoso lo studio da compiere.

E - Responsabilità. — La responsabilità dell'architetto professionista è duplice: materiale e morale. Materiale nei riguardi soprattutto della sicurezza delle opere e delle persone. È quella a cui si riferisce il ricordato articolo 1639 del codice. Morale è la responsabilità verso il cliente e verso la società. Essa è basata sulla *onestà professionale*. Ogni azione dell'architetto, nella sua opera di professionista, deve avere per iscopo l'interesse del cliente senza però recar danno ai terzi. Prima di tutto egli deve compilare dei preventivi *onesti*: che non siano esagerati per ingrassare la specifica, eseguendo magari lavori superflui per dar ragione al preventivo, e d'altro lato non siano troppo ristretti collo scopo di poter accaparrarsi il lavoro, già sapendo che il cliente non lo eseguirebbe se superasse una certa spesa e pensando che a lavoro avviato il cliente non lo sospenderebbe se la somma fissata dal preventivo fosse superata già a mezzo dell'opera, per cui egli si adatterebbe a fornire i mezzi per completarla. Tanto nell'un caso come nell'altro il professionista commetterebbe un atto disonesto. Così pure contro l'interesse del cliente agiscono quei professionisti poco scrupolosi, i quali accettano omaggi, di qualunque natura siano, da imprese e da fornitori che hanno potuto ottenere forniture o lavori per mezzo del professionista, o per essere stati in altro modo da lui beneficiati. È questo un deplorabile uso, ammesso quasi ufficialmente in qualche luogo, e che al cliente dovrebbe rendersi palese dai bassi onorari fissati dall'architetto, il quale li fissò tali nella certezza di ottenere più facilmente l'incarico, e già sapendo che li avrebbe poi aumentati cogli omaggi di cui sopra.

Quando il cliente è un'amministrazione pubblica, non si tratta più dell'interesse del singolo, ma della collettività, per cui il poco onesto sistema è anche maggiormente da condannare. È ancora abbastanza diffusa l'opinione che i professionisti possano usare, o usino, tale sistema, ma è anche più diffusa quella che i loro preventivi di spesa siano sempre inferiori al vero, e che nell'atto di affidare il lavoro si sappia già che la spesa sarà almeno duplicata. Non mancano esempi della verità di tale asserto: basta ricordare quello che avvenne per il Palazzo di Giustizia di Roma, per il monumento al nostro Grande Re a Roma, e per tante altre opere che è inutile qui di elencare. È un'opinione che fa un gran torto ai professionisti, i quali dovrebbero ad ogni costo sottostare anche a sacrifici personali per riuscire a distruggerla. Ciò che del resto non è nè impossibile nè difficile quando il preventivo di spesa sia compilato coscienziosamente, quando l'architetto segua nella condotta dei lavori quella via che abbiamo a suo luogo tracciata e quando, lo ripetiamo, faccia chiaramente risultare da documenti probanti che le spese fatte in più del preventivato a causa di lavori ordinati dal cliente oltre i previsti, o dovuti a cause assolutamente imprevedibili, non sono a lui imputabili (art. 1640 codice civile).

Noi vorremmo che su ogni fabbricato, o edificio, fossero scolpiti i nomi dell'architetto e del costruttore, i quali, sapendo di riuscire così noti a tutti, lavorerebbero con maggior impegno, e sentirebbero in grado maggiore il peso della propria responsabilità.

F - Funzione sociale dell'architetto. — Chiunque compia un lavoro utile lo deve compiere non soltanto per la propria esistenza, ma collo scopo di beneficiare la collettività, dalla famiglia alla intiera società senza alcuna distinzione. Ma se ognuno deve portare un proprio elemento alla costruzione del grande edificio sociale, quell'elemento avrà un valore e una portata assai diversa in relazione al genere del lavoro, al grado sociale e alle qualità intellettuali e morali di chi lo compie. Se quindi si riflette alle molte conseguenze dannose che un'opera architettonica male ideata e male eseguita può produrre nei riguardi economici, sanitari, morali, si comprende come l'architetto scienziato e artista, coscienzioso, geniale, compia nella società una funzione di prim'ordine. Se infatti si riflette che alle buone condizioni igieniche e alla comodità singola e generale conseguono salute e benessere, e perciò l'uomo sano e meno preoccupato per l'andamento della vita meno spende e più produce; se si pensa che un'altra abbondante fonte di economia scaturisce dalla sicurezza delle persone e degli averi, e quindi dalla solidità e sicurezza dei fabbricati; se si aggiungono le economie derivanti dai più razionali e meno dispendiosi sistemi costruttivi, e quelle che conseguono alle minori spese per il mantenimento dei fabbricati costruiti con sani criteri, non si può non persuadersi che il vero architetto, profondo conoscitore dell'arte sua e conscio delle sue grandi responsabilità di fronte al prossimo, è uno dei fattori principali, se non addirittura il principale, della ricchezza privata e pubblica: e siccome a una maggior ricchezza corrisponde una maggiore possibilità di manifestazione artistica, si può concludere che nell'economia l'arte ha una delle sue radici. Igiene, comodità, durata, sicurezza, economia, decorazione, sono tutti elementi concatenati che non si possono considerare indipendenti l'uno dall'altro, e l'architetto nelle sue composizioni e nella traduzione in atto di esse deve metterli tutti in giuoco contemporaneamente, dando a ciascuno il proprio posto, il proprio valore.

Accennammo a conseguenze morali, e mentre nessuno può mettere in dubbio che le sane manifestazioni artistiche esercitano una grandissima influenza sul senso morale del popolo, come abbiamo già osservato nella chiusa del vol. II, p. 2^a, così l'architetto deve preoccuparsi non soltanto delle questioni economiche e igieniche, ma anche di

quelle che riguardano la morale spirituale, dipendente dalla estetica, mentre alla moralità materiale deve soprattutto provvedere colle adatte disposizioni degli edifici e fabbricati, destinati ad abitazioni collettive, specialmente popolari.

Da quanto si è esposto emerge essere l'arte dell'architettura un'arte non facile, e difatti è sempre stata considerata, e lo deve essere, l'arte maggiore, la più difficile e fra le più utili per l'umanità.

NOTA A (1).

Se il lettore ricorda la prefazione generale di quest'opera, e specialmente ciò che dicemmo nel vol. II, p. 2ª (*Decorazione o estetica architettonica*), a proposito della equivalenza dei due fattori tecnico e artistico dell'architettura, o della prevalenza di uno sull'altro, e al significato dei vocaboli *costruzione, fabbricato, edificio, monumento*, comprenderà facilmente perchè al vocabolo *architetto* abbiamo aggiunto *e dell'ingegnere-architetto*.

Infatti mentre è generale opinione essere l'architetto colui che progetta e fa eseguire opere, in cui il fattore artistico ha prevalenza, si ritiene che le opere nelle quali tale fattore ha un posto secondario, od è addirittura nullo, siano dovute ai cosiddetti *ingegneri civili* del ramo *edile*, abitualmente chiamati ingegneri-architetti, perchè dedicatisi all'architettura, e specialmente alle opere in cui prevale il fattore tecnico, ritenendosi forniti di tutte le cognizioni a ciò necessarie. Se poi tali ingegneri-architetti costruiscono anche opere di valore artistico, essendo dotati di cognizioni d'arte e di elevato sentimento artistico, il quale non si insegna in nessuna scuola, essi non dovrebbero però mai assumersi il titolo di architetto puro e semplice, ma conservare quello di ingegnere-architetto, sia per non essere scambiati per artisti, sia per mettere in evidenza la prevalenza delle loro complete cognizioni di architettura tecnica, su quelle di architettura artistica, e perciò poter progettare e far eseguire qualunque opera nella quale si presentino problemi tecnici che il semplice artista difficilmente sarebbe in grado di risolvere, salvo di associarsi a un ingegnere. Di tale connubio se ne ebbero e se ne hanno continui esempi con risultati veramente ottimi.

Di ingegneri-architetti, che hanno prodotto e producono opere pregevoli sotto il duplice aspetto tecnico e artistico e che salirono in fama, tanto da far parte di alti consessi, se ne potrebbero citare moltissimi, ma non meno numerosa è la schiera di coloro che produssero opere poco commendevoli, forse in buona fede, ritenendo bastevoli le cognizioni di carattere puramente costruttivo. È per questo che si invocarono e si ottennero le scuole di architettura, le quali devono fornire gli architetti-artisti, atti a produrre opere in cui prevalga il fattore artistico. Originandosi così due ordini di professionisti, i quali possono fondersi in uno solo a seconda delle circostanze, delle attitudini e delle abilità degli addetti a tali ordini, rimane giustificato il titolo di questo capitolo. Considerando però il valore sintetico del vocabolo *architetto*, lo abbiamo adottato per il *Manuale*, anche per ragione di brevità.

Chiudiamo questa nota ricordando che nel regolamento per gli esami di Stato, a cui oggi devono sottoporsi i laureati per poter esercitare legalmente la professione, risulta essere distinto l'esame per gli ingegneri da quello per gli architetti; ma agli ingegneri, qualunque sia il ramo di ingegneria da essi scelto, è proposto un tema di costruzione edile, ed a quelli che hanno scelto il ramo edile, un secondo tema di architettura tecnica. Tale distinzione ufficiale conferma quindi la ragione del titolo da noi adottato.

NOTA B.

La professione dell'architetto è libera in certi paesi e in altri, fra cui l'Italia, è protetta. (Vedi la Legge 24 giugno 1923, n. 1395, sulla « tutela del titolo e dell'esercizio professionale degli ingegneri e degli architetti » - *Gazzetta Ufficiale* 5 agosto 1923, n. 157), e il regolamento per l'esercizio di tali professioni, nonchè le leggi e i regolamenti relativi alla iscrizione negli Albi dell'ordine degli ingegneri e degli architetti e le funzioni del Consiglio dell'ordine.

(1) Vedi art. 52, Cap. IV del Regolamento per le professioni di ingegnere e di architetto.

È libera in Francia, Olanda, Lussemburgo, Danimarca, Svezia e Svizzera; è protetta dalla legge in Spagna, Italia, Polonia, Germania. In Inghilterra si ha una soluzione mista.

In Olanda l'Università di Delft conferisce bensì un diploma ma esso non è obbligatorio per l'esercizio della professione.

In Svizzera la Scuola di architettura di Zurigo conferisce pure un diploma, senza però alcun effetto legale, benchè siansi fatti dei tentativi per impedire l'invasione degli illegali, ma senza risultato.

In Svezia, mentre si esige un diploma per gli imprenditori, nulla si esige dall'architetto.

In Danimarca l'Accademia di belle arti conferisce un diploma e, benchè in pratica non abbia valore, si dà però la preferenza agli architetti diplomati.

In Spagna si esige il diploma della Scuola di architettura di Madrid o di Barcellona.

In Italia il titolo di ingegnere e di architetto si ottiene col diploma conseguito in uno degli Istituti di istruzione superiore autorizzati a conferirli, salvo speciali disposizioni, ma non si può esercitare la professione se non si è superato l'apposito esame di Stato.

Nella Polonia, l'architetto per esercitare la professione deve possedere un diploma, tre anni di pratica professionale e aver superato con buon esito un esame sulle leggi relative alla costruzione. Gli ingegneri di ponti e strade e i costruttori diplomati da scuole secondarie per costruzioni sono autorizzati a progettare e costruire, a condizione di aver subito un esame dopo 3 o 6 anni di pratica.

Le leggi della Germania sono in materia assai severe. Per esercitare la professione si deve essere incorporati nella « Camera imperiale delle belle arti », facendo parte della Federazione degli architetti tedeschi, per appartenere alla quale si deve dimostrare di essersi dedicati specialmente alla parte artistica dell'architettura. L'architetto deve qualificarsi come « membro della Camera di belle arti » senza nessun'altra aggiunta. Tale qualifica è obbligatoria per qualunque documento o atto. L'ordinanza tocca anche l'argomento dei doveri e dell'onore professionali. Il professionista non deve cercare di mettersi in vista con modi troppo appariscenti, evitare sistemi inadatti di concorrenza, e soprattutto fissare in anticipo l'importo delle sue prestazioni ed onorari. Non può compiere la funzione di imprenditore, nè essere interessato in imprese di costruzione, o di commercio di materiali o attrezzi e macchine da costruzione. Le violazioni alle disposizioni della ordinanza sono punite con misure molto severe, che vanno fino all'esclusione dalla Camera di belle arti e all'interdizione dall'esercizio della professione.

Come si disse, in Inghilterra vige un sistema misto: una legge del gennaio 1932 protegge titolo e professione. Il titolo è libero, ma per portare quello di architetto diplomato, « registered architect », bisogna essere iscritti in un registro tenuto dal Consiglio di registrazione degli architetti del Regno Unito.

In Francia, visti gli inconvenienti derivanti dalla libertà della professione, si cerca di mettervi definitivamente riparo, come risulta dal rapporto presentato il 13 dicembre 1934 dal deputato Carlo Pomaret alla Camera dei deputati, in nome della Commissione dell'insegnamento delle belle arti, incaricata di esaminare la proposta di legge studiata da Raoul Brandon, relativa alla professione dell'architetto e per l'uso del titolo di architetto, proposta largamente discussa e poi debitamente formulata.

Se col regime di libertà esistente in Francia si invoca una legge per proteggere la professione dell'architetto, ciò significa che l'intrusione degli *illegali* è arrivata al suo massimo, e che si deve non soltanto frenarla, ma toglierla di mezzo. Le professioni dell'architetto, dell'ingegnere-architetto e dell'ingegnere in genere, sono ancora troppo misconosciute dal pubblico, mentre sono quelle che più di ogni altra professione interessano la sua sicurezza, per il che richiedono cognizioni tecniche di prim'ordine, delle quali sono privi tutti coloro che, senza aver compiuto gli adeguati studi, usurpano il titolo e incoscientemente progettano e costruiscono con danno immenso della società, come già rilevammo in altro luogo.

Ma se gli ingegneri e gli architetti vogliono che la loro funzione sia legalmente protetta, devono anche volere che sia dal pubblico degnamente apprezzata, e perciò compiere scrupolosamente quei doveri professionali sui quali ci siamo intrattenuti e che già nel 1912 il Guadet formulava, raccogliendoli in quello che fu detto « Codice Guadet », imposto poi dalle varie Associazioni dei professionisti francesi ai propri soci.

BIBLIOGRAFIA

Pochissimi sono gli scritti che si occupano esclusivamente della professione dell'architetto, come quello del Louvet, mentre parecchi sono quelli che, o insieme colle nozioni sull'arte costruttiva, oppure separatamente, trattano le questioni relative ai sistemi di misurazione e computi tecnici, analisi di prezzi, preventivi di spesa, elenchi di prezzi, relativi a materiali, mano d'opera e alle opere compiute. Tali sono le pubblicazioni di Curioni, Lenti, Levi, Breymann, Cavaliere S. Bertolo, Formenti, Milizia, Nonnis-Marzano, Sacchi, Guadet, Rondelet, qui sotto ricordate. Parecchie sono pure quelle che si occupano di stime, ed altre che rendendo noti regolamenti e leggi, interessanti specialmente il professionista tecnico, commentano queste e quelli riportando giudizi e sentenze.

Circa l'istruzione teorica e pratica dell'architetto e dell'ingegnere-architetto in materia di costruzione ci riferiamo alle varie bibliografie di questo *Manuale*, per cui limiteremo la presente bibliografia alle pubblicazioni che si riferiscono soprattutto all'esercizio professionale, ed elencando soltanto le italiane e qualcuna francese, sia per le diversità che si riscontrano fra le nostre leggi e quelle di paesi esteri, sia perchè anche l'esercizio della professione si esplica in modi diversi.

Pubblicazioni italiane.

- ANDREANI I., *Nel cantiere*, 1929.
 ID., *Il costo dei fabbricati moderni*, 1927.
 ARTINI E., *Lezioni di mineralogia e materiali da costruzione*, Tamburini, Milano 1931.
 ASTORRI G., *Manuale pratico del perito misuratore*, Casale 1886.
 BALSAMO P., *La teoria della comproprietà ossia il trattato della servitù elevato a scienza*, Napoli 1877.
 BERIA, *Istituzioni pratiche per l'estimo dei beni stabili e mobili ed altre riguardanti il giudizio di perizia*, Torino 1796.
 BERIO A., *Nozioni teorico-pratiche per la stima dei beni immobili, ecc.*, Sanremo 1880.
 BERNARDI A., *Elementi di perizia e di geodesia*, Modena.
 BONARDI G., *Determinazione rapida dei prezzi per il costruttore*, 1929.
 BONGIOVANNI M., *Manuale dei periti nelle materie civili*, 1893.
 BUFALINI F., *Dizionario tecnico-legale ad uso degli architetti, periti ed impresari di lavori*, Bertolero, Torino 1899.
 ID., *Manuale legale degli ingegneri ed architetti*, Torino 1883.
 ID., *Le leggi del fabbricare*, Bertolero, Torino 1891-95.
 ID., *La pratica dei lavori pubblici*. Commento alla legge 20 marzo 1865, Torino 1884, Appendice 1885.
 BREYMANN G. A., *Trattato generale di costruzioni civili* (traduz. italiana), Vallardi, Milano.
 CAPELLARO L., *Procedura per le espropriazioni*.
 CAPELLO G., *Manuale pratico delle stime*, Bertolero, Torino 1910.
 CATTANEO R., *Lezioni di materie legali per ingegneri*, 1930.
 CAVALIERI SAN-BERTEOLO N., *Istituzioni di architettura statica e idraulica*, Cardinali, Bologna 1827 e Mantova 1831.
 CICERI C., *Sulla proprietà e sulla servitù*, 1925.
 CICERI G., *Legge di espropriazione per pubblica utilità 25 giugno 1865-18 dicembre 1879*, 1912.
 CODOVILLA E., *Del compromesso e del giudizio arbitrale*.
 COLORIO G., *I prezzi delle costruzioni, loro determinazione ed analisi con speciale riguardo ai fabbricati*, Lattes, Torino 1930.
 CORRILLI A., *Elementi di economia nelle costruzioni edilizie*, Ediz. tecniche Utilitarie, Bologna 1934.
 CORTELLETTI R., *La pratica delle ordinazioni per le opere delle fabbriche civili*, Hoepli, Milano 1913.
 CUNEO A., *Appalti di opere pubbliche*, 1914.
 CURIONI G., *Lavori generali di architettura civile, stradale ed idraulica ed analisi dei loro prezzi*, Torino.
 ID., *Materiali da costruzione ed analisi dei loro prezzi*, Torino.
 ID., *L'arte di fabbricare. Geometria pratica applicata all'arte del costruttore*, Torino 1868.
 DE BONO E., *Manuale alla portata di tutti per la ripartizione delle spese di restauro ai fabbricati in condominio*, 1926.
 FETTARAPPA G., *Esempi di perizie di stima*, Bertolero, Torino 1885.
 ID., *Corso d'estimo* (vol. II: *Principi generali di economia applicati alle stime*), Torino 1887-90.
 FORMENTI C., *La pratica del fabbricare* (3^a ediz. di CORTELLETTI), Hoepli, Milano.
Leggi e regolamenti per l'edilizia, ad uso degli ingegneri, periti, imprenditori, Bologna 1933.
 LENTI, *Corso pratico di costruzioni*, Alessandria 1884.
 LEOSCO A., *Trattato teorico-pratico sulla responsabilità penale nella legislazione infortuni sul lavoro*, Hoepli, Milano 1931.
 LEVI C., *Trattato teorico-pratico di costruzioni civili, rurali, stradali ed idrauliche*, Hoepli, Milano 1929.
 LEVI C. e ASTRUA G., *Manuale del capomastro-assistente*, Hoepli, Milano 1927.
 LEVI M. V., *Appalti di opere e lavori privati e pubblici*, Torino 1876.
 LION A., *Ingegneria legale, per tecnici e giuristi*, Hoepli, Milano 1899.
 ID., *Trattato sulla legislazione dei lavori pubblici e dell'edilizia*, Torino 1902.
 LO BIANCO, *La pratica della perizia e dell'arbitrato*, Hoepli, Milano 1929.
 LUMIA C., *Estimo rurale e catastale*, Cremonese, Roma 1934.
 MANARESI V., *Perizie giudiziarie e stragiudiziarie in materia penale e civile*, Hoepli, Milano 1930.
 MANETTI C., *Estimo catastale*, Bemporad, Firenze 1934.
 MARENGHI E., *Lezioni di estimo*, Tamburini, Milano 1931.
 MAZZOCCHI-MARZORATI, *Il codice del perito misuratore*, Hoepli, Milano 1928.
 MEDICI F., *Della stima delle case*, Reggio Emilia 1871.
 MELOGRANI, *Legislazione sui lavori pubblici*, 1930.
 MENTASTI C., *Le imprese edilizie e di lavori pubblici*.
 MICELI V., *Nozioni di materie giuridiche ad uso degli ingegneri*.
 MILIZIA F., *Principi di architettura civile*, Remondini, Bassano 1785.
 MUZZI A., *Stima dei fondi (con stima dei fabbricati, urbani — perizia giudiziale)*, Napoli 1895.

- NENCHA A., *Applicazioni pratiche di servitù prediali (Manuale per il perito tecnico-legale)*, Laterza, Bari 1909.
- NONNIS-MARZANO F., *La pratica e la stima dei lavori e delle opere d'arte*, Succ. A. F. Negro, Torino.
- NOSEDA E., *Nuovo codice dell'ingegnere civile, industriale, ecc.*, Hoepli, Milano 1930.
- ORVIETO A., *Conteggio delle paghe degli operai*.
- PEGORETTI G., *Manuale pratico per l'estimazione dei lavori architettonici, ecc.*, Milano 1843.
- RABACHINO L., *Il nuovo capitolato generale degli appalti* (28 maggio 1895), Tip. Subalpina, Torino 1899.
- RAVENNA E., *Il preventivo considerato nelle diverse amministrazioni private e pubbliche*.
- ROGGERI, *Manuale dell'estimatore*, Torino 1840.
- RONDELET G., *Trattato teorico e pratico dell'arte di edificare* (traduz. ital. di B. SORESINA), Mantova 1835.
- SACCHI A., *L'economia del fabbricare*, Hoepli, Milano 1878.
- SALMOIRAGHI F., *Materiali naturali da costruzione*, Hoepli, Milano 1892.
- SANTARELLA L., *Analisi di costo e preventivi di spesa per costruzioni in cemento armato*, Hoepli, Milano 1929.
- SCALA C., *Il perito estimatore*, Napoli 1902.
- ID., *Manuale di estimo*, 1906.
- SCOTO S., *Stime e liquidazioni dei danni dell'incendio in città e campagna*.
- STERZA V., *Sulla valutazione delle case. Studi amministrativi*, Verona 1882.
- STRADA U., *Ingegneria legale*, Casa edit. tecnica edile, Roma 1934.
- TOMMASINA C., *Lezioni di estimo*.
- TORRIOLI G., *Manuale dell'assistente nei lavori edilizi e stradali*, Lattes, Torino.
- VIAPPANI A., *Le analisi dei prezzi*, Bertolero, Torino (7ª ediz.), Lattes, Torino 1930.
- VISCO A., *Le case in condominio*, 1929.
- VODRET M., *Attrezzatura del cantiere*, 1928.

Publicazioni francesi.

- BARBEROT E., *Législation du bâtiment*, Paris.
- CORBERAUD J. E., *Manuel juridique de la responsabilité des architectes et entrepreneurs*, Paris 1929.
- DALLET G., *Manuel pratique d'arpentage et du levé des plans*, 1893.
- DEFORGE L., *Du métré et de l'avant-métré d'un ouvrage d'art*, Dunod et Pinat, Paris.
- DIGEON A., *Libre du toiseur-vérificateur*, Roret, Paris.
- DUPLESSIS J., *Traité du levé des plans et de l'arpentage*, 1890.
- FUGAIRON J., *Des réparations locatives*, Ducher, Paris.
- GUADET J., *Eléments et théorie de l'architecture*, Librairie de la Construction Moderne, Paris.
- LE BÈGUE, *Traité des réparations locatives*, Schmid, Paris.
- LERAY F. et MARCHAND O. J., *Manuel administratif à l'usage des architectes*, Paris.
- LOUVET A., *L'art d'architecture et la profession d'architecte*, Libr. de la Constr. Moderne, Paris.
- MASSELIN O., *Traité pratique sur les murs mitoyens*, Paris 1893.
- ID., *Traité pratique sur la prescription décennale*, Paris 1893.
- ID., *Traité pratique sur la responsabilité*, Paris.
- ID., *Contentieux usuel*, Béranger, Paris.
- PLACE et FOUCARD, *Guide pratique de l'arpentage et du levé des plans*, Roret, Paris.
- RABATÉ, *Manuel de l'arpenteur-mètreur*, Paris 1923.
- RAVON H. et COLLET-CORBINIÈRE, *Dictionnaire de la propriété bâtie (Code du bâtiment)* (con supplém.), Paris 1895-1900.
- RAVON H., *Traité pratique et juridique de l'arbitrage et de l'expertise*, Ducher, Paris.
- ID., *Responsabilité des constructeurs*, Paris 1888.
- RIGAUD F., *Expertises et arbitrages*, 1901.
- SERGEANT E., *Traité pratique et complet de tous les mesurages, métrages, jaugeages de tous les corps*, Béranger, Paris.

I N D I C E

AL LETTORE	Pag. VII
INTRODUZIONE	» 1
Capitolo I. — Sicurezza dei fabbricati (D. DONGHI)	» 3
A — SICUREZZA CONTRO IL FUOCO	» 3
a) <i>Cause d'incendio</i>	» »
α) Impianti di riscaldamento (pag. 3); β) Impianti di illuminazione (4); γ) Combustione spontanea (5); δ) Folgore ed esplosioni (5); ε) Motori (5); φ) Negligenza, imprudenza, malvagità, vizi di costruzione (6); η) Incendio di fabbricati prossimi (6).	
b) <i>Materiali da costruzione</i>	» 7
α) Pietre naturali (8); β) Pietre artificiali (8); γ) Laterizi (8); δ) Gesso, cemento, cemento armato, asfalto, amianto (9); ε) Vetro (11); φ) Malte (11); ζ) Legno (11); η) Metalli (12); θ) Materiali varî (14).	
c) <i>Sistemi costruttivi</i>	» 15
α) <i>Muri, porte e finestre</i> (15): 1, Muri (15); 2, Porte e finestre (16); β) <i>Pilastrî e sostegni</i> (17): 1, Pilastrî di pietra (17); 2, Sostegni di legno (18); 3, Sostegni metallici (18); γ) <i>Pareti, tramezzi</i> (19): 1, Pareti intelaiate di ferro, pareti di lamiera ondulata (19); 2, Tramezzi di legname (20); 3, Pareti di sola rete metallica intonacata (20); 4, Pareti di tavole e tavelloni di gesso e di cemento (21); 5, Pareti di tavole di magnesite e xilolite o litosilo (22); 6, Pareti di tavole di eternit o stabilit (23); 7, Pareti di pietra, di sughero, di eraclit, di solomit, di celotex (23); δ) <i>Copertura dei locali con volte, solai e soffitti</i> (24); ε) <i>Pavimenti</i> (26); φ) <i>Tetti</i> (27); λ) <i>Scale</i> (30); θ) <i>Ignifughi</i> (32).	
d) <i>Mezzi di avviso, di difesa e di estinzione</i>	» 34
α) Servizio di ronda (35); β) Gli apparecchi avvisatori d'incendio (36); γ) Avvisatori-estintori (38); δ) Estinzione coll'acqua in forma di pioggia o di getti (42); ε) Estinzione col vapor d'acqua (47); φ) Estinzione coi gaz (48); η) Estinzione colla sabbia (50).	
e) <i>Sicurezza dei fabbricati per abitazione, per alberghi e per ricovero</i>	» 50
f) <i>Sicurezza dei fabbricati ad uso pubblico</i>	» 55
α) Chiese (55); β) Fabbricati per l'istruzione (56); γ) Biblioteche (56); δ) Fabbricati per l'amministrazione della Giustizia (58); ε) Municipî, Palazzi provinciali, Ministerî (58); ζ) Palazzi delle poste (58); η) Sedi di società (58); θ) Istituti di credito (59); ι) Esposizioni (59); κ) Fabbricati per pubblici spettacoli, trattenimenti, assemblee, ecc. (60): 1, Teatri (60); 2, Circhi (92); 3, Diorami, panorami e simili (94); 4, Cinematografi (94); 5, Edifici per concerti e festeggiamenti e locali di pubbliche riunioni (95).	
g) <i>Sicurezza degli stabilimenti industriali e dei magazzini</i>	» 96
B — SICUREZZA CONTRO LO SFASCIAMENTO E LA ROVINA DEI FABBRICATI	» 107
Cedimenti (107); Rovina (110); Vento (114); Tabella I (116); Tabella II (117); Oscillazione delle campane (118); Folgore e bolidi (121); Esplosioni e scoppi (130); Terremoti (131).	
C — SICUREZZA CONTRO I FURTI	» 155
Tav. I e II	» 160
Bibliografia	» 165

Capitolo II. — L'acustica e l'ottica nei fabbricati (D. DONGHI)	Pag. 171
I. ACUSTICA	» »
A — GENERALITÀ	» »
a) Audizione (171); b) Propagazione del suono (172); c) Velocità del suono (172); d) Riflessione del suono (172); e) Concentrazione e dispersione dei suoni (174); f) Rifra- zione dei suoni (176); g) Inflessione dei suoni (176); h) Condotta del suono (176); i) Assorbimento del suono (176); l) Interferenze (177); m) Risonanza (177); n) Suono residuo (178); Tabella III, Potere assorbente del suono nei varî materiali e corpi (180); o) Portata dei suoni (180).	
B — APPLICAZIONI	» 180
1° Forme acustiche dei locali (181); Aule d'insegnamento (182); Aule parlamentari (183); Teatri, ecc. (184); Chiese (184); 2° Miglioramento delle condizioni acustiche (187); 3° Soppressione e trasmissione rumori (189).	
Bibliografia	» 192
II. OTTICA	» 193
Capitolo III. — L'igiene nella costruzione (D. DONGHI)	» 195
GENERALITÀ	» »
A — INFLUENZA DELL'UMIDITÀ E DEL CALORE NELLA SALUBRITÀ	» 196
B — IL SUOLO RIGUARDO ALL'UMIDITÀ E AL CALORE	» 197
1, <i>Acqua del sottosuolo e conseguente umidità</i> (197); Tabella IV, Porosità dei terreni (198); Tabella V, Porosità di materiali del terreno (199); 2, <i>Stato termico del terreno</i> (200); Tabelle VI, VII e VIII, Calore specifico di alcuni terreni (201); Tabella IX, Calore di alcuni terreni (202); 3, <i>Impurità del terreno</i> (202); 4, <i>Prosciugamento di un terreno umido, risanamento di uno inquinato e provvedimenti contro l'umidità e l'acqua del sottosuolo</i> (203); 5, <i>Scelta dell'area per fabbricare</i> (205).	
C — PROPRIETÀ FISICO-IGIENICHE DEI MATERIALI PER COSTRUZIONI	» 206
1, <i>Porosità e permeabilità</i> : α) Porosità (206); Tabelle X e XI, Volume dei pori di varî materiali (206); β) Permeabilità all'aria (207); Tabelle XII, XIII, XIV, Permeabilità all'aria di varî materiali (208 e 209); Tabella XV (210); 2, <i>Influenza dell'umidità dei materiali sulla permeabilità all'aria</i> (212); Tabella XVI, Diminuzione della permeabilità all'aria per materiali umidi (212); Tabella XVI, Accrescimento della permeabilità all'aria (LANG) (213); 3, <i>Rapporto fra i materiali e l'acqua</i> (214); Tabella XVIII (215); Tabella XIX (PELLEGRINI) (217); Tabella XX (POINCARÉ) (217); 4, <i>Rapporto coi microrganismi</i> (218).	
D — PROPRIETÀ TERMICHE DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE	» 219
1, Calore specifico (219); Tabella XXI, Calore specifico di diversi materiali (220); 2, Con- ducibilità termica (220); Tabella XXII, Conducibilità termica (221); Tabella XXIII (222); Tabella XXIV, Conducibilità termica di materiali e costruzioni (GRÜNZWEIG) (223); Tabelle XXV (LESS) e XXVI (PÉCLET) (224); Tabelle XXVII, XXVIII, XXIX (225); 3, <i>Esempi relativi al calore specifico e alla conducibilità termica</i> (226); 4, <i>Influenza della qualità della superficie sulla conducibilità del calore</i> (227); 5, <i>Calore radiante e calore trasmesso o indiretto</i> (227); Tabella XXX (228); 6, <i>Potere riflettente dei corpi</i> (229); Tabelle XXXI e XXXII (229); Tabella XXXIII (230); 7, <i>Potere diatermico dei corpi</i> (230); Tabella XXXIV (230).	
E — PARTICOLARI REQUISITI DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE RISPETTO AL LORO IMPIEGO »	230
1, <i>Pietre naturali e artificiali, calcestruzzo, laterizi</i> (231); 2, <i>Intronchi, stucchi</i> (232); 3, <i>Piastrelle</i> (233); 4, <i>Pavimenti</i> (233); 5, <i>Vetro</i> (234); 6, <i>Coperture, tegole di cotto, eternit, ardesie, carton cuoio, lamiere</i> (235); 7, <i>Legnami</i> (236); Tabella XXXV (236); 8, <i>Malte</i> (237); 9, <i>Materiali di riempimento dei solai</i> (v. vol. I, p. 1 ^a) (239).	
F — DEPERIMENTO E ALTERAZIONI DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE E MEZZI PRESERVATIVI »	242
1, <i>Pietre e metalli</i> (242); Tabella XXXVI (242); Tabella XXXVII (243); 2, <i>Legnami</i> (245).	

<i>G</i> - OPERE COMPIUTE	Pag. 249
α) Muri di fondazione (249); β) Muri di elevazione esterni e interni (250); Tabella XXXVIII (250); γ) Solai e pavimenti (253); δ) Scale e ascensori (253); ε) Tra- mezzi (254); φ) Porte e finestre (255); κ) Tetti e terrazze (255); λ) Finitura delle pareti (255); Tabella XXXIX (256).	
<i>H</i> - ASCIUGAMENTO ARTIFICIALE DELLE NUOVE COSTRUZIONI E DEI MURI AFFETTI DA UMIDITÀ	» 257
<i>I</i> - ILLUMINAZIONE NATURALE E ARTIFICIALE	» 259
α) Illuminazione naturale (259); Tabella XL (263); Tabella XLI (264); Tabella XLII (265); β) Illuminazione artificiale (266); Tabella XLIII (266).	
<i>K</i> - SOLEGGIAMENTO DEI LOCALI	» 266
<i>L</i> - RISCALDAMENTO E VENTILAZIONE	» 267
<i>M</i> - APPROVVIGIONAMENTO DI ACQUA, SMALTIMENTO DELLE MATERIE DI RIFIUTO E DISIN- FEZIONE	» »
<i>N</i> - INFLUENZA DELLA CONDOTTA DEI LAVORI SULLE QUALITÀ IGIENICO-SANITARIE DI UN FABBRICATO	» 272
Bibliografia	» 274
Capitolo IV. — Restauri, consolidamenti, ricostruzioni (D. DONGHI)	» 277
Bibliografia	» 293
Note 1 ^a e 2 ^a	» »
Nota 3 ^a , Relazione della Commissione per lo studio delle condizioni statiche del cam- panile dei Santi Felice e Fortunato, a Vicenza. Struttura del campanile	» 294
Tav. 1 ^a (III) (294); Peso proprio (295); Strapiombo (296); Ellissi e noccioli cen- trali delle sezioni base dei tronchi (297); Tav. 2 ^a (IV) (298); Intensità e direzione del vento (301); Tav. 3 ^a (V); Sforzi unitari (306); Resistenza del terreno di fon- dazione (308); Conclusioni (310).	
Capitolo V. — Urbanistica (Ing. CESARE ALBERTINI)	» 311
§ 1. GENERALITÀ	» »
Che cosa è urbanesimo - quali cause ne siano state origine - sue caratteristiche - suoi intendimenti - problemi urbanistici preminenti nel momento attuale - piani regolatori e piani di ampliamento - loro reciproci rapporti - piani di massima e piani esecutivi	» »
§ 2. RINNOVAMENTO DI CITTÀ E DI QUARTIERI ANTICHI	» 325
Contrasto tra il rispetto dell'antico e le necessità di circolazione e di igiene - come conciliare le opposte tendenze - conservazione integrale di vecchi nuclei e di vecchie città - quando sia praticamente possibile il diradamento - come debba intendersi ed entro quali limiti il decentramento - conservazione delle caratteristiche peculiari delle città - il rispetto ai monumenti - quando convenga isolarli, quando convenga conservare la cornice tradizionale - rispetto alle strade ed alle piazze - quadri urbani tipici e caratteristici	» »
Tav. VI (332); Tav. VII (339).	
§ 3. AMPLIAMENTO DELLE CITTÀ	» 354
a) Non deve essere lasciato al caso - deve avvenire soltanto in relazione alle riforme del nucleo interno - modi diversi di ampliamento - città giardino e città satelliti - città lineari - piani regionali	» »
b) Criteri di distribuzione degli edifici e degli spazi liberi - strade - piazze - rapporti tra le piazze ed i monumenti - parchi e giardini - gerarchia delle strade - strade automobilistiche - strade di accesso alle città - criteri per la ubicazione dei quartieri di abitazione rispetto alle strade	» 369
Tav. VIII (394).	

c) Edifici monumentali e chiese nel piano regolatore - come convenga ubicarli - le case e la loro distribuzione - <i>zoning</i> - l'altezza delle case - i grattacielo - i quartieri giardino - loro forma e disposizione - creazione di quadri architettonici - difesa del paesaggio	Pag. 440
d) Architettura delle città - è soprattutto problema di masse - il piano regolatore non è problema esclusivamente architettonico - rettilinei e curve - elementi architettonici che contribuiscono a formare il quadro urbano - il «volto» delle città . . . »	423
§ 4. CONCLUSIONI	» 433
Pregiudizi urbanistici - il problema economico ed il problema legale - difficoltà che derivano al progettista di piani regolatori allo stato attuale dell'economia e della legislazione - procedimento da seguirsi nello studio di un piano regolatore . . . »	»
Bibliografia	» 447
Capitolo VI. — La professione dell'architetto e dell'ingegnere-architetto (D. DONGHI) »	449
A — GENERALITÀ	» »
B — SISTEMAZIONE DELL'UFFICIO O STUDIO	» 452
a) Ubicazione, locali	» »
b) Personale di studio	» »
c) Rapporti coi clienti, cogli impiegati o dipendenti, cogli imprenditori, coi fornitori, cogli operai, coi colleghi	» 453
C — L'OPERA DELL'ARCHITETTO	» 456
1° Lavori di mantenimento ordinario	» »
2° Lavori di mantenimento straordinario e di restauro	» 457
3° Opere o lavori nuovi	» 458
a) Genere e importanza dell'opera	» »
b) Lavori preliminari	» »
c) Compilazione del progetto	» »
α) Programma (459); β) Lavoro grafico: schizzi, progetto di massima e definitivo (460); Tavole IX e X (461); γ) Relazione (462); δ) Còmputo metrico (462); Moduli 1 e 1 bis (464 e 465); ε) Analisi dei prezzi (465); Modulo 2 (467); η) Preventivo di spesa (467); Modulo 3 (468); φ) Sistemi vari per l'esecuzione dell'opera (469); ι) Lavori a misura (470); κ) Lavori in economia (470); λ) Lavori a corpo (470); μ) Lavori a sistema misto (471); ν) Capitolato di appalto o di oneri (471); ο) Ribassi d'asta (471); π) Penalità per ritardi nella consegna dell'opera (473); ρ) Condotta dei lavori (473); τ) Contabilità dei lavori (475); Modulo 4 (476); υ) Avvertenze per la condotta dei lavori (477).	
4° Collaudi	» 479
5° Stime, perizie, arbitramenti	» 480
6° Urbanistica	» 481
7° Gerenza	» 482
8° Consulenza	» »
D — TENUTA DELL'UFFICIO E CONTABILITÀ PROPRIA	» »
E — RESPONSABILITÀ	» 483
F — FUNZIONE SOCIALE DELL'ARCHITETTO	» 484
Nota A	» 485
Nota B	» »
Bibliografia	» 486



