SOCIETÀ
DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI
IN TORINO

ATTI E RASSEGNA TECNICA

Anno 117

XXXVIII - 10-12

OTTOBRE
DICEMBRE 1984

NUOVA SERIE

POLITECNICO DI TORINO
SISTEMA BIBLIOTECARIO
PER
15
3059
BIBLIOTECA DI INGEGNERIA

SEMINARIO SU
SICUREZZA NEGLI EDIFICI CIVILI

SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE - GR. III/70 - MENSILE

Spedito gennaio 1985

Velluti di Nole

i velluti antifiamma per la vostra sicurezza

Il Teatro Carignano di Torino è interamente arredato con velluti anti-fiamma della Manifattura Tessile di Nole M.T.

Manifattura Tessile di Nole M.T. S.p.A.

10076 NOLE (To) - Via Martiri della Libertà 8
Tel. (011) 929.65.96 (3 linee)
Telegrammi: Noletex - Nole Canavese - Telex: 210039 Noltex I

FE FRESIA

VIA REISS ROMOLI, 267/269 - 10148 TORINO
TEL. 297.107 · 299.895

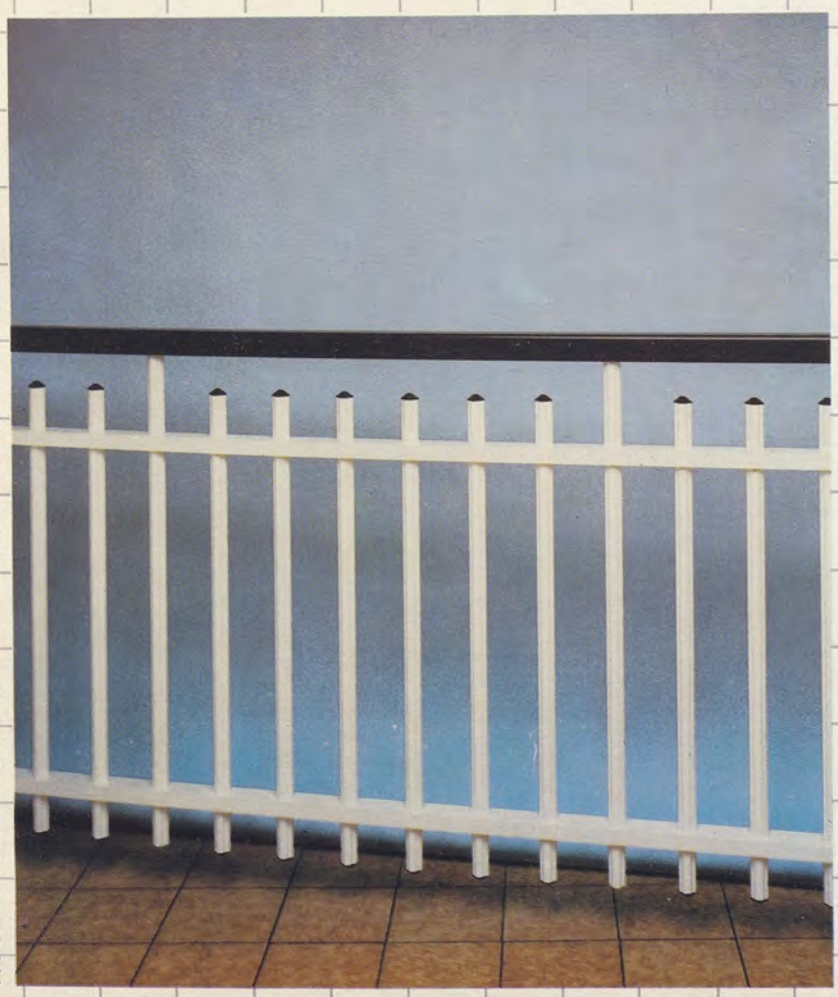
15/3059

RECINZIONI IN ALLUMINIO

NON RICHIEDONO MANUTENZIONE O VERNICIATURA, SONO ECONOMICHE E DI RAPIDA INSTALLAZIONE INALTERABILI NEL TEMPO, ED ESTETICAMENTE "BELLISSIME"!

ALLUMINIO ANODIZZATO LEGA 6060T5 CON ANODIZZAZIONE GARANTITA 15 MICRON PER:

PORTE, PORTONCINI, FINESTRE, CONTROFINESTRE SCORREVOLI, PARETI MOBILI, BALCONI, RECINZIONI, VERANDE FISSE E MOBILI, ZANZARIERE, PANNELLI DECORATIVI A DOPPIO VETRO ANTISFONDAMENTO, TAPPARELLE IN ALLUMINIO VERNICIATO



NUOVI BALCONI IN ALLUMINIO ANODIZZATO VERNICIATO A PIU' COLORI

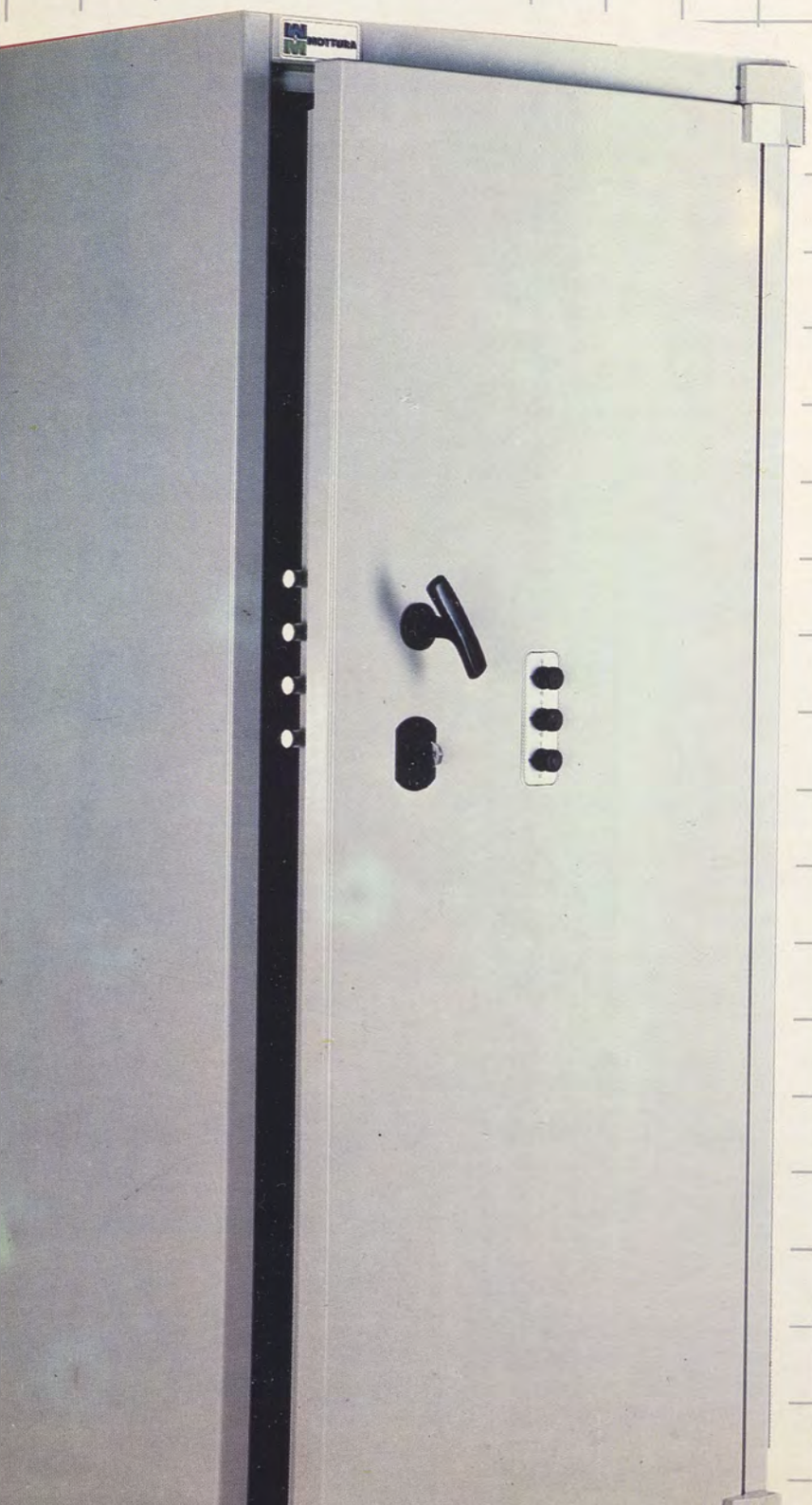
PORTA IN ALLUMINIO VERNICIATO BIANCO

FRESIA

10152 TORINO·VIA AOSTA 3 TEL. 850.828 · 850.891

ARMADI CORAZZATI DI ALTISSIMA SICUREZZA per Voi, i Vostri amici, i Vostri clienti, per i Vostri progetti, le pratiche piu' importanti, le cose di valore ...

PRATICI, INATTACCABILI, SICURI, COIBENTATI, DI FACILE TRASPORTO, PERCHE' GLI UNICI AD ESSERE SMONTABILI.



MOTTURA

specialisti in sicurezza

con sistemi GAS-BLOCK

NEL GAS VUOL DIRE **SICUREZZA TOTALE**

COSTRUIRE ACCESSORI PER
IMPIANTISTICA E DISPOSITIVI
DI SICUREZZA PER GAS
È UNA GRANDE RESPONSABILITÀ

IL PROFESSIONISTA CHE VENDE SICUREZZA, PER IL GAS TRATTA PRODOTTI "G". IL MOTIVO? ESPONETEGLI IL VOSTRO CASO... E LO CAPIRETE.

- **Tranquillizza il termotecnico che lo consiglia.**
- **Soddisfa bruciatorista-idraulico perchè completa il lavoro.**
- **Da sicurezza all'utente che può dormire "il sonno del giusto".**

I sistemi GAS-BLOCK "sicurezza totale„ godono di 3 garanzie impegnative:

1°) **SUI MATERIALI**
2°) **SULLA FUNZIONALITÀ**
3°) **SULL'ASSISTENZA**

SE SI VUOLE AMMETTERLO...

DIAMO UNA MANO AL METANO
GAS CITTÀ
G.P.L.

L'UTILIZZO DEI DISPOSITIVI CONSENTE DI RISPONDERE ADEGUATAMENTE AI REQUISITI DI:

D.P.R. n. 547 art. 354 - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro "Concentrazioni pericolose - segnalatori automatici„

Circolare n. 8419/4183 dell'11 agosto 1975 del Ministero dell'interno - **"Generatori di aria calda a gas di rete installati negli ambienti industriali„**

UNITÀ DI CONTROLLO FUGHE GAS

STAZIONE SPERIMENTALE PER I COMBUSTIBILI

Serie GUARDIA

MONO ZONA

— nel domestico
— nel civile

Stazione Sperimentale per i Combustibili

20097 SAN DONATO MILANESE

Riferimento: Roberto Tonetti - Saint Vincent

Relazione: n° 971

come da richiesta in data 11 aprile 1974

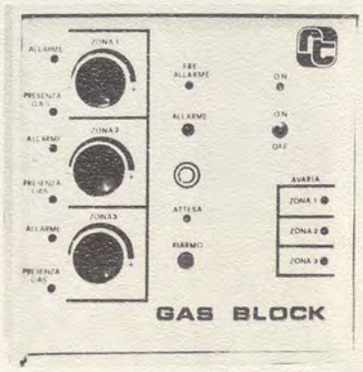
IL RESP. LAB. COLLAUDI (dott. Giancarlo Rezzonico)

IL DIRETTORE (prof. Alberto Giretti)

CENTRALINE
GAS-BLOCK

Serie COBRA

MONO ZONA — MULTI ZONE — MODULARE



— nel civile
— nell'industria

PROFESSIONALITÀ

Elettrovalvole omologate classe A

Elettrovalvole a riarmo manuale

Kit bombola

Elettrovalvole omologate

Allarme combinato

Riattivatore

"Professional T"

COMPONENTI DI ASSEMBLAGGIO

Ogni caso ha il suo optimum di realizzazione in: SICUREZZA – FUNZIONALITÀ – ECONOMIA – PRATICITÀ.

Per questo Vi invitiamo a rivolgersi al mandante di zona o a noi direttamente per valutare assieme la soluzione migliore. A farlo, costa solo l'iniziativa.

Con il GAS, la SICUREZZA è un fatto irrinunciabile!!!

IMPORTANTE: Consultate o chiedete il ns. foglio di schemi orientativo-funzionali.

OPERATORE DI ZONA:

roberto tonetti

COSTRUZIONE ACCESSORI RISCALDAMENTO

11027 SAINT-VINCENT (AO) - ITALY

Via Ponte Romano 142 - Casella Postale n. 35

☎ 0166/2373-3625 - TELEX 210388 ROBTON I

ACCESSORI GAS SICUREZZA CONTROLLO

NON SIAMO I SOLI CHE POSSONO ASSICURARE 120 minuti DI RESISTENZA AL FUOCO (DI UNA STRUTTURA PORTANTE) MA NOI OFFRIAMO ANCHE:

- BASSO CARICO-UNITARIO
- FACILE INTERVENTO DI MANUTENZIONE
- SEMPLICITA' DI APPLICAZIONE
- SALVAGUARDIA ESTETICA
- MASSIMA IGIENE

Tutti i ns. prodotti sono stati regolarmente collaudati dal Ministero degli Interni

5-6/VIS

BRUNATI SALOTTI
ALZATE BRIANZA

PRODOTTI PER LA PROTEZIONE CONTRO IL FUOCO DI STRUTTURE METALLICHE E PER L'IGNIFUGAZIONE DI LEGNO E TESSUTI

ITALVIS s.r.l.

Via B. Verro, 92/94 - 20141 MILANO - Tel. (02) 5691384-5392257

GLI IGNIFUGHI

MOQUETTES

IGNIFUGHE di 1ª classe

E L E N A moquette tufted velour
Felpa: 100% fibra poliammidica **(Lilion SR)**
Lunghezza rotoli mtl. 25 ca - Tagli altezza cm. 200/400
CL. 1

E L I S A – T. S. moquette tufted bouclé
Felpa: 100% fibra poliammidica
Lunghezza rotoli mtl. 30 ca - Tagli altezza cm. 200/400
CL. 1

F L A V I A moquette tufted bouclé
Felpa: 100% fibra poliammidica (Antron XL Du Pont)
Lunghezza rotoli mtl. 30 ca - Tagli altezza cm. 200/400
CL. 1

JACQUELINE moquette tufted velour saxony
Felpa: 100% fibra poliammidica antistatica **(Antron Plus du Pont)**
Lunghezza rotoli mtl. 25 ca - Tagli altezza cm. 200/400
CL. 1

I R I S moquette tufted velour cross-over
Felpa: 100% fibra poliammidica **(Lilion SR)**
Lunghezza rotoli mtl. 25 ca - Tagli altezza cm. 200/400
CL. 1

P R I N C E S S moquette tufted velour
Felpa: 100% fibra poliammidica - Lunghezza rotoli mtl. 25 ca
Tagli altezza cm. 200/400
CL. 1

W A L K I E moquette tufted bouclé
Felpa: 100% fibra poliammidica Enkastat
Lunghezza rotoli mtl. 30 ca - Tagli altezza cm. 200/400
CL. 1

VINIFLOOR

PAVIMENTO VINILICO IGNIFUGO DI 1ª classe

PAVIMENTO COMPOSTO DA CLORURO DI POLIVINILE CON SOTTOSTRATO ALVEOLARE
LUNGHEZZA rolli mt 18/20 - h. rolli mt. 1,50
PESO TOTALE: gr. 2000 per mtq.
DISEGNI: LISCIO - BOLLO - RIGA - QUADRO - STICK - in 15 colori

---

aries

PAVIMENTO DI GOMMA A BOLLI DI 1ª classe

PAVIMENTI DI GOMMA A BOLLI IN LASTRE DI cm 100 × 100 e cm 50 × 50 **SERIE CV**

- BOLLO BASSO CON ATTACCO ADESIVO
  SPESSORE TOTALE mm 2,7
- BOLLO ALTO CON ATTACCO ADESIVO
  SPESSORE TOTALE mm 4
- **PAVIMENTO DI GOMMA A** BOLLO ALTO CON ATTACCO CEMENTO **SERIE I.D.**
  LASTRE SOLTANTO in cm 100 × 100
  SPESSORE TOTALE mm 10

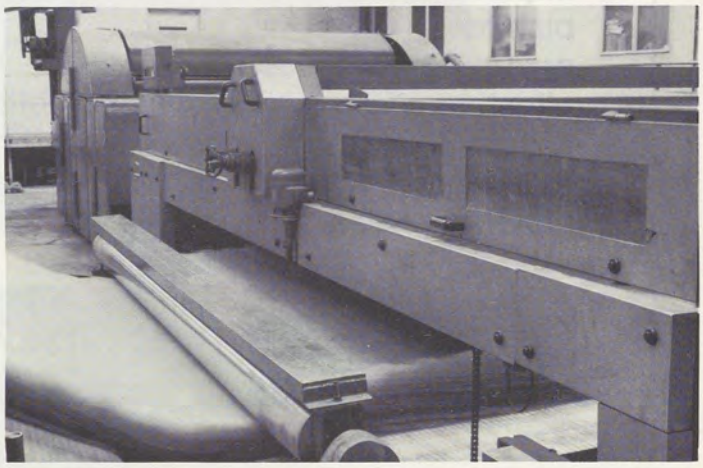
LIMONTAMOQUETTE S.p.A.
24055 COLOGNO AL SERIO (Bergamo) - Via Crema, 60 - Tel. 035/89.69.19 - (4 linee ric. aut.) - Telex 380153

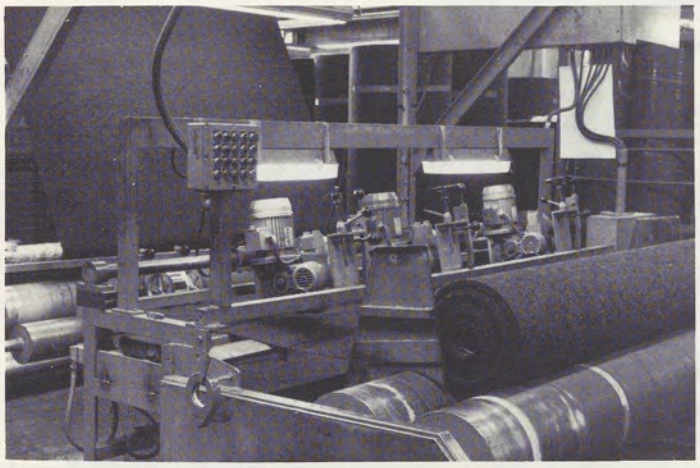
agugliati saval s.r.l.

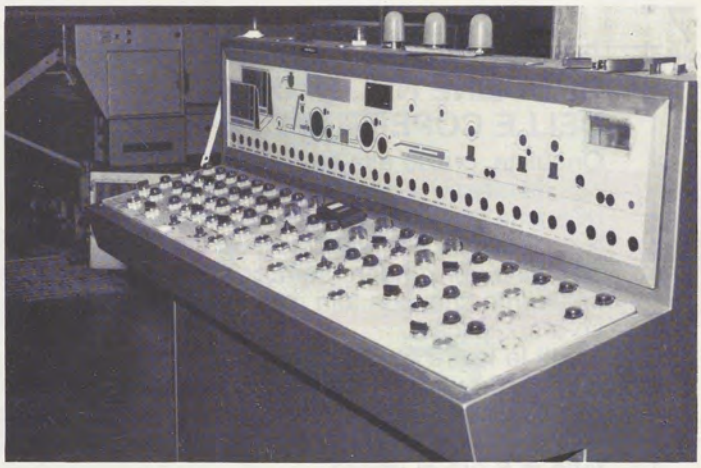
DIREZIONE E STABILIMENTO:
VIA PIAVE 15 - 10045 PIOSSASCO (TORINO)
TEL. (011) 906 42 26 (3 LINEE RIC. AUTOM.) - TELEX 214 377 SAVAL I
CAP. SOC. L. 6.300.000.000 INTERAMENTE VERSATO

PRODUZIONE:

- ☐ Rivestimenti murali agugliati in Meraklon o altre fibre.
- ☐ Moquettes agugliate aspetto liscio, bouclè, velour.
- ☐ Sottofondi in gomma e sintetici.
- ☐ Tappeti sintetici per terrazze, campi tennis, giardini pensili.
- ☐ Composizioni «Flame retardant» e «Light resistant» permanenti.
- ☐ Feltri battuti, bitumati e accoppiati.
- ☐ Tranciati e fustellati: feltri, cartoni, zerbini e passatoie.
- ☐ Rigenerazione materie plastiche.







CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

I.C.I.T.E. Istituto Centrale per l'Industrializzazione e le Tecnologie Edilizie

20090 SAN GIULIANO MILANESE - Frac. Sesto Ulteriano - Via Lombardia, 49
Tel. 98.80.360 - 98.80.262/263/264

PR/

SPERIMENTAZIONI DI LABORATORIO

Certificato n° 1501
Fogli n° 3
Data: 22.8.1984

COMMITTENTE : SAVAL s.r.l. - Via Piave 15
10045 PIOSSASCO (Torino)

OGGETTO : PROVE DI REAZIONE AL FUOCO SU CAMPIONI -Forniti dal Committente e da lui dichiarati.

DENOMINAZIONE COMMERCIALE : "SAVAL R FR"

CARATTERISTICHE MERCEOLOGICHE : Natura dei componenti: Polipropilene + idrato di alluminio + lattice clorurato + triossido di antimonio.
Assiemaggio dei diversi componenti: Impregnazione totale e spalmatura.
Posa in opera: Tesato a pavimento.
Manutenzione: Aspirapolvere e/o battitappeto
Peso: 900 ± 5% g/m².

MODALITA' DI PROVA : secondo norme CSE RF2/75A e CSE RF3/77

Certificato n° 1501

I.C.I.T.E. Istituto Centrale per l'Industrializzazione e le Tecnologie Edilizie

RISULTATI

CSE/RF2

CONDIZIONI DI PROVA:

TEMPO DI APPLICAZIONE FIAMMA : 30 sec.

ALTEZZA DELLA FIAMMA: 20 mm

VELOCITA' DELL'ARIA : 0.05 ÷ 0.2 m/s

n° PROVETTA	TEMPO DI POST COMBUSTIONE (s)	TEMPO DI POST INCANDESCENZA (s)	ZONA DANNEGGIATA (mm)	GOCCIOLAMI
1	/	/	130	/
2	/	/	130	/
3	/	/	130	/
4	/	/	130	/
5	/	/	130	/
6	/	/	130	/
7	/	/	130	/
8	/	/	130	/
9	/	/	130	/
10	/	/	130	/
MEDIA	/	/	130	/

TEMPO DI POST - COMBUSTIONE : LIVELLO 1

TEMPO DI POST - INCANDESCENZA : LIVELLO 1

ZONA DANNEGGIATA : LIVELLO 1

GOCCIOLAMENTO : LIVELLO 1

SOMMA DEI LIVELLI MOLTIPLICATI PER IL FATTORE MOLTIPLICATIVO
(1x2) + (1x1) + (1x2) + (1x1) = 6

CATEGORIA I

Certificato n° 1501

I.C.I.T.E. Istituto Centrale per l'Industrializzazione e le Tecnologie Edilizie

CSE/RF3

CONDIZIONI DI PROVA:

LUNGHEZZA DELLA FIAMMA D'INNESCO : 120 ± 5 mm

TEMPERATURA DELL'AMBIENTE DI PROVA : 30°C

VELOCITA' DELL'ARIA : 0.05 ÷ 0.2 m/s

POSIZIONE : PAVIMENTO TESATO SU SUPPORTO INCOMBUSTIBILE

PROVETTA n°	VELOCITA' DI PROPAGAZIONE DELLA FIAMMA (mm/min)	ZONA DANNEGGIATA (mm)	POST INCANDESCENZA (s)	GOCCIOLAMENTO
1	non ragg.3° trag.	70	/	/
2	" " "	100	/	/
3	" " "	100	/	/
MEDIA	" " "	90	/	/

VELOCITA' DI PROPAGAZIONE DELLA FIAMMA : LIVELLO 1

ZONA DANNEGGIATA : LIVELLO 1

TEMPO DI POST INCANDESCENZA : LIVELLO 1

GOCCIOLAMENTO : LIVELLO 1

SOMMA DEI LIVELLI MOLTIPLICATI PER IL FATTORE MOLTIPLICATIVO :
(1x2) + (1x2) + (1x1) + (1x0) = 5

CATEGORIA I

CLASSIFICAZIONE DEL MATERIALE "SAVAL R FR" IN BASE AI METODI DI PROVA CSE RF2 E CSE RF3

CLASSE I

Gli Sperimentatori — Il Reparto Tecnologie fisico-chimiche — Il Servizio Centrale Tecnico

La Direzione

ignidur

PERLINE IN MATERIALE IGNIFUGATO CLASSE 1
(CERTIFIC. N. 108/80 C.S.E. ROMA)

LA DOGA IN PVC IGNIDUR

□ resiste agli urti ed alla corrosione
□ è colorata in pasta ed è a grande lunghezza
□ può essere montata in una grande varietà di modi
□ un grande numero di tipi per:

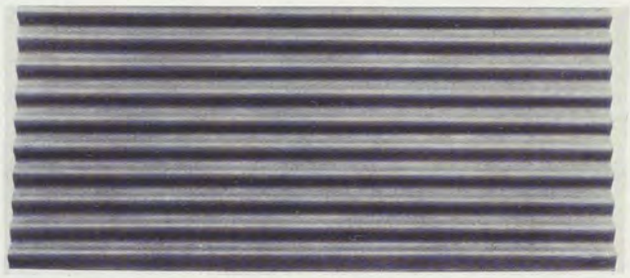
impianti sportivi: rivestimento antipallone ed anticorrosione per palestre e piscine
esterni: facciate isolate e ventilate, pensiline stradali, frangisole orientabili
allestimenti fieristici: divisori e soffitti
campo industriale: grandi divisori, rivestimenti e soffitti antiacidi igienici;
arredamento d'interni: condizionamento acustico ed estetico per uffici, banche, chiese.

salplas s.r.l

20127 MILANO - VIA VARANINI 28 - TEL. 28 22 923 28 22 742
20060 BUSSERO (MILANO) TELEFONO (02) 95039131 / 132

ONDULINE NEL RINNOVO DELLE COPERTURE

Onduline, grazie alla sua speciale composizione, ha una elasticità naturale che consente di utilizzare anche le vecchie strutture deformate.
Nel rinnovo delle vecchie coperture si impiega Onduline per rendere semplice ed economico un intervento che, con altri materiali, sarebbe costoso e complicato.
Infatti le lastre Onduline seguono il profilo deformato delle vecchie strutture, si portano a misura con qualsiasi sega, si inchiodano direttamente sui vecchi listelli e si possono ricoprire oltre 200 mq di tetto in 8 ore di lavoro.
Il mantenimento della vecchia struttura consente di procedere alla posa di Onduline man mano che viene sollevato il vecchio manto. In tale modo i locali che si ricoprono non restano mai scoperti.
Nelle costruzioni industriali e negli edifici agricoli le superfici dei tetti sono sempre ampie ed il costo del loro rinnovo, con i metodi tradizionali, sarebbe assai elevato. Onduline consente di dimezzare il costo del rinnovo dei tetti e di ridurre moltissimo i tempi di esecuzione.
Le industrie e le aziende agrarie che dispongono di un buon operaio generico possono rinnovare senza interventi esterni qualsiasi copertura con l'uso di Onduline.
Infine, essendo Onduline un materiale resistente al gelo ed a tutti gli aggressivi chimici, un tetto rinnovato con Onduline non avrà bisogno di alcuna manutenzione futura.
Onduline offre i vantaggi della sua grande semplicità.



La lastra fibrobituminosa ONDULINE per qualsiasi copertura e rivestimento è lunga 2 m e larga 90 cm. È molto leggera e maneggevole e può essere fornita nei colori grigio ardesia, grigio antracite, rosso provenzale e verde muschio.

La lastra ONDULINE fra gli altri suoi attributi ha il merito di essere facile da posare in quanto richiede una semplice struttura di fissaggio. Può essere sufficiente un solo operaio anche non specializzato per posare le lastre. È questo un vantaggio economico di grande valore.

pavimento sopraelevato

resistente al fuoco

HiROSS FLOOR

Certificati ufficiali disponibili secondo normative italiane

HiROSS FLOOR pavimento modulare

come è composto

Il pavimento modulare sopraelevato Hiross Floor è costituito da una struttura componibile e da colonnine che sostengono i pannelli di ricoprimento.
Diversi tipi di struttura e di colonnine permettono le scelte più adatte allo specifico problema di installazione posto.
I pannelli hanno dimensioni standard 600 × 600 mm e superiormente, possono essere rivestiti in una vasta gamma di materiali di copertura antistatici e non, moquette normali ed autoposanti, vinile, laminato plastico, granito, marmo naturale, ecc.
Possono inoltre essere scelti tra molte versioni e in diversi materiali e combinazioni di materiali, in relazione alle specifiche esigenze di installazione e di impiego degli ambienti da realizzare.
Tutti i pannelli possono essere sollevati in qualsiasi punto del pavimento e tutte le volte che è necessario accedere allo spazio sottostante.

i vantaggi

Hiross Floor è il componente fondamentale senza il quale nessun ambiente di lavoro può essere organizzato in modo veramente flessibile, che sia cioè trasformabile all'infinito con costi e tempi trascurabili.
È oggi normalmente impiegato in sedi e agenzie di banca, uffici a pianta aperta e tradizionali, centrali telefoniche, laboratori di analisi ed elettronici, sale riunioni, scuole, locali per la fotocomposizione dei giornali e delle industrie grafiche, sale di controllo, aeroporti, fiere e mostre, sale metrologiche e numerose altre applicazioni del genere.

resistenza al fuoco

Particolare cura è sempre stata dedicata a questa caratteristica per fare di Hiross Floor un pavimento altamente resistente al fuoco e il più possibile ininfiammabile.
Oggi tutti i pannelli e le strutture rispondono pienamente a questa necessità. Particolari materiali inerti impiegati, permettono di avere pannelli assolutamente ininfiammabili.
Sono il frutto di prove che hanno richiesto anni di sviluppo e ricerca sul prodotto; queste prove sono oggi certificate ufficialmente dal Ministero degli Interni, Direzione Generale della Protezione Civile, Centro Studi ed Esperienze Antincendi di Roma Capannelle e dall'Istituto per la Tecnologia del Legno di Treviso legalmente riconosciuto.
All'estero sono state certificate prove eseguite da Enti riconosciuti in Francia, Inghilterra, Germania e Stati Uniti.
Ad ogni componente di Hiross Floor è stata assegnata la relativa classe di appartenenza per resistenza e reazione al fuoco.

i certificati delle prove

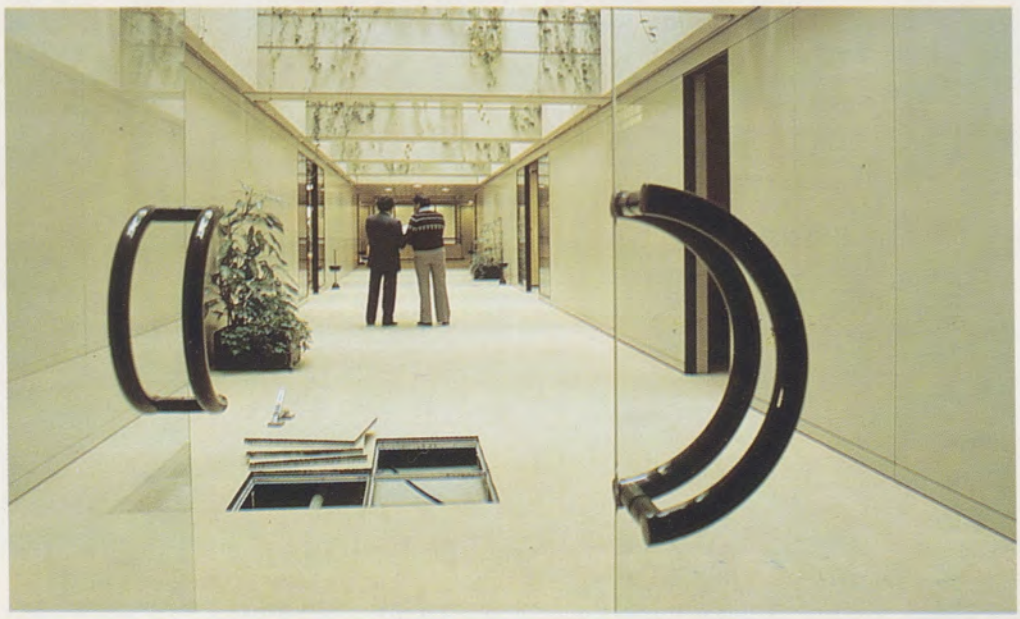
Tutti i certificati comprovanti le caratteristiche di comportamento al fuoco di Hiross Floor, sono disponibili in copia a semplice richiesta.
Sono anche disponibili Certificati Ufficiali per le caratteristiche meccaniche di portata, elettriche di antistaticità, le caratteristiche acustiche e le prove di qualificazione sismica.

sopraelevato resistente al fuoco

pannelli di copertura molto resistenti al fuoco

tipo	descrizione	resistenza al fuoco	reazione al fuoco
3F	**Pannello 3F, in materiale inerte** Il pannello 3F è interamente costituito di materiale assolutamente inerte, incombustibile, indeformabile con elevate caratteristiche di isolamento termico e di silenziosità. È il pannello che risponde totalmente alle esigenze di ambienti dove la resistenza al fuoco e la sicurezza sono prioritari. Di spessore nominale 38 mm, può essere ricoperto con qualsiasi tipo di materiale.	Oltre 110 minuti C 90	Classe 1 (*)
WF	**Pannello WF brevettato, combinato** Il pannello WF brevettato, è costituito da una parte superiore in conglomerato di legno ad alta densità, spessore 28 mm e da una parte inferiore in materiale inerte incombustibile, indeformabile, con proprietà fonoassorbenti, spessore 13 mm. I due strati sono uniti, sotto pressione, con leganti ad alta resistenza e i due materiali posseggono un coefficiente di dilatazione pressoché identico per evitare tensioni interne. Il pannello è finito lateralmente con un bordo in PVC nero. Superficie inferiore rivestita con foglio di alluminio.	70 minuti C 60	Classe 1 (*)

* I materiali di copertura devono essere quelli consigliati da Hiross.



Il pavimento sopraelevato Hiross Floor in un grande ambiente per uffici. Diventano fondamentali in questo caso le caratteristiche di resistenza e reazione al fuoco.

le strutture di sostegno di Hiross Floor completamente in acciaio

Hiross Floor dispone di strutture portanti dei pannelli di copertura, realizzate completamente in acciaio per ottenere la massima resistenza al fuoco.
L'assenza di qualsiasi parte in alluminio, notoriamente con basso punto di fusione, ha permesso anche alla struttura di Hiross Floor di diventare ininfiammabile.

UST

Struttura completamente in acciaio, senza traversini, per pavimenti particolarmente bassi: l'altezza minima è di 50 mm e la massima di 160 mm con possibilità di regolazione ± 10 mm.
È costituita da una base con nervature radiali di irrobustimento, stelo filettato e testa completa di guarnizione conduttiva.
Resistenza al carico distribuito con pannelli (freccia 2,5 mm)
– 3F : 1.700 kg/m² (16.500 N/m²)
– WF : 1.900 kg/m² (18.600 N/m²)

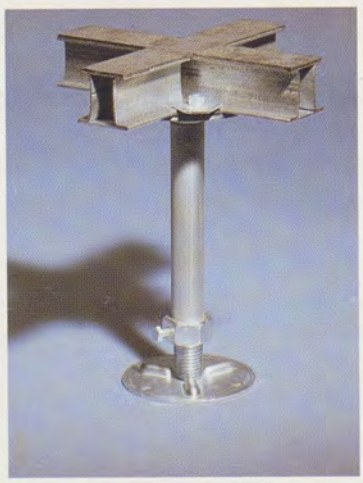
SST

Struttura completamente in acciaio senza traversini particolarmente usata negli uffici (Sistema Spazio Flessibile).
Consente una maggiore possibilità di adattamento in presenza di solette di appoggio non perfettamente piane e regolari.
Altezze variabili da un minimo di 135 mm ad un massimo standard di 900 mm, la regolazione è di ± 25 mm.
Resistenza al carico distribuito con pannelli (freccia 2,5 mm)
– 3F : 3.100 kg/m² (30.600 N/m²)
– WF : 1.900 kg/m² (18.600 N/m²)

SAL/SAM

Strutture completamente in acciaio con traversi adatte per carichi elevati. Si differenziano tra loro solo per l'altezza del traversino (25 mm per la SAL e 35 mm per la SAM) che influisce sulle caratteristiche di carico.
Altezza minima 215 e 225 mm, altezza massima oltre 1 m, con regolazione ± 25 mm.
Sono complete di dado di regolazione altezza con vite di fissaggio.
I traversini sono bloccati alla testa mediante piastrine e viti a brugola. Le guarnizioni sono di tipo conduttivo.
Resistenza al carico distribuito con pannelli (freccia 2,5 mm)
– 3F : 4.400 kg/m² (43.000 N/m²)
– WF : 3.100 kg/m² (30.600 N/m²)

SAC



Struttura simile alla SAL/SAM con la sola eccezione del traversino che è costituito da un profilo completamente chiuso (ulteriore incremento della resistenza ai carichi).
Altezza minima 225 mm, massima oltre 1 m, con possibilità di regolazione ± 25 mm.
Resistenza al carico distribuito con pannelli (freccia 2,5 mm)
– 3F : 6.200 kg/m² (61.000 N/m²)
– WF : 4.400 kg/m² (43.000 N/m²)

I dati riportati in questa pubblicazione sono indicativi. Il costruttore si riserva di cambiarli in qualsiasi momento senza avviso.

HiROSS

Hiross Italia S.p.A.

Sede e ufficio Commerciale:
35020 S. Angelo di Piove (PD)
Tel. (049) 58.42.500 (4 linee)
Telex: 431429 HIRP I

Direzione e Ufficio Commerciale:
20090 Segrate - Milano S. Felice Torre N. 2
Tel. (02) 75.30.151 (5 linee) - 75.31.451 (5 linee)
Telex: 312313 HIRM I

Le apparecchiature Hiross sono prodotte dagli stabilimenti ICECO

Uffici Commerciali:

00144 Roma Eur - Via delle Ande, 15
Tel. (06) 59.20.217 (3 linee)
Telex: 613292 HIRR I

80146 Napoli - Via Reggia di Portici, 69
Tel. (081) 267.621 - 200.488
Telex: 710691 HIRN I

10146 Torino - Via Servais, 134
Tel. (011) 790.166 (3 linee)
Telex: 212203 HIRT I

Società del Gruppo Hiross:

Austria	Vienna
Canada	Toronto
Francia	Sens
Germania	Mönchengladbach - Monaco
Gran Bretagna	Rayleigh Essex
Scandinavia	Stoccolma
Stati Uniti	Niagara Falls - S. Francisco
Sud Africa	Pretoria
Svizzera	Zurigo

C319/11-84/3000

SISTEMI TELEFONICI A MISURA D'UTENTE

per: PICCOLE & MEDIE AZIENDE
INDUSTRIE
VILLE
OSPEDALI
BANCHE
PROFESSIONISTI

Telefonica Subalpina

DA 35 ANNI È CONSULENZA, PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE

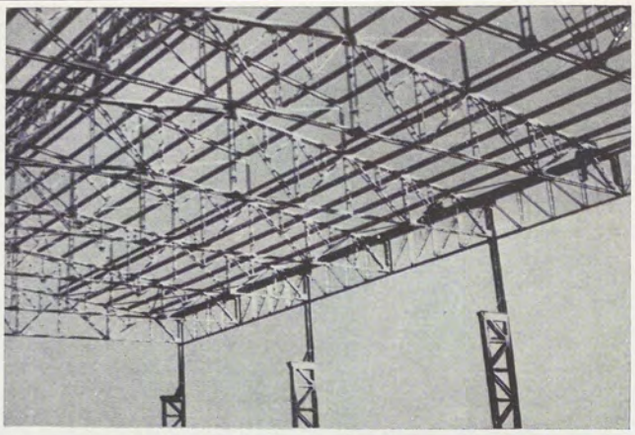
CORSO DUCA DEGLI ABRUZZI 6 - TORINO - TEL. 535.000

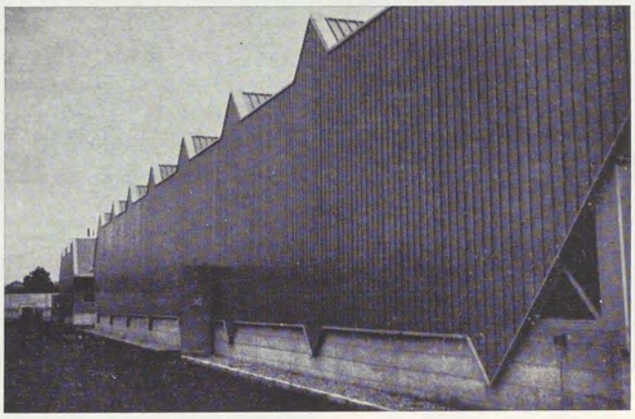
EDIFICI

CIVILI - INDUSTRIALI - AGRICOLI

ORTECO

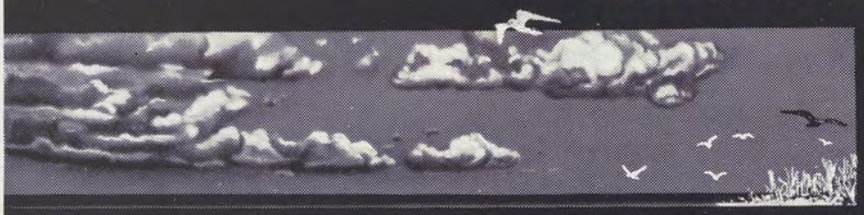
CARPENTERIA METALLICA
SCALE DI SICUREZZA





Torino - c. M. D'Azeglio 78 - tel. 688792

LIBERTA' DI MUOVERSI.



E' la necessità d'oggi.
Il Sanpaolo la soddisfa offrendo servizi efficaci e moderni, in risposta ad ogni esigenza economica e finanziaria.

Il Sanpaolo è inoltre: consulenza, analisi e ricerche di mercato, revisione di bilancio, leasing, factoring, per operatori nazionali ed esteri.

Il Sanpaolo è 2.451 miliardi di fondi patrimoniali e fondi rischi e 33.741 miliardi di raccolta fiduciaria.

Il Sanpaolo è 352 punti operativi in Italia e filiali ad Amsterdam, Francoforte, Monaco, Londra, Los Angeles e New York; rappresentanze a Parigi e Zurigo; banche estere consociate: First Los Angeles Bank, Los Angeles; Sanpaolo Bank (Bahamas) Ltd., Nassau; Sanpaolo-Lariano Bank S.A., Lussemburgo.

SANPAOLO
ISTITUTO BANCARIO
SAN PAOLO DI TORINO

La banca, sempre.

UFFICIO PUBBLICITA' E IMMAGINE

ATTI E RASSEGNA TECNICA

DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI IN TORINO

RIVISTA FONDATA A TORINO NEL 1867

NUOVA SERIE - Anno XXXVIII - Numero 10-12 - OTTOBRE-DICEMBRE 1984

SOMMARIO

APERTURA DEI LAVORI ..... pag. 323

PRIMA SESSIONE:
LA SICUREZZA NEGLI EDIFICI CIVILI, IMPLICAZIONI POLITICHE. GIURIDICHE E TECNICHE. PRESENTAZIONE DEI PROBLEMI ..... » 329

SECONDA SESSIONE:
LA SICUREZZA NEGLI EDIFICI CIVILI, SECONDO LA NORMATIVA VIGENTE, RAFFORZATA CON LE NORMATIVE ESTERE, INDIVIDUAZIONE DELLE AREE SCOPERTE DA NORMATIVA, COMPATIBILITÀ DELLE NORME CON LA FUNZIONALITÀ ED ECONOMIA DEGLI EDIFICI ..... » 345

La prevenzione ..... » 347

I sistemi edilizi ..... » 361

I sistemi costruttivi ..... » 371

Gli impianti tecnologici ..... » 385

I materiali e i componenti ..... » 401

Le esperienze specifiche ..... » 423

Direttore: **Gian Federico Micheletti.**

Vice Direttore: **Roberto Gabetti.**

Redattore capo: **Elena Tamagno.**

Comitato di redazione: **Bruno Astori, Maria Grazia Cerri, Vera Comoli Mandracci, Mario Daprà, Cristiana Lombardi Sertorio, Mario Picco, Giorgio Rosental.**

Comitato di amministrazione:
Presidente: **Giuseppe Fulcheri.**
Segretario: **Francesco Barrera.**
Tesoriere: **Giorgio Rosental.**
Membri: **Lorenzo Brezzi, Marco Filippi, Cristiana Lombardi Sertorio, Mario Federico Roggero, Francesco Sibilla.**

ISSN 0004-7287

Periodico inviato gratuitamente ai Soci della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino.

Prefabbricare.
Tradurre in economia lo spazio e il tempo.

Unire la conoscenza della realtà e i suoi problemi operativi con la capacità di produrre soluzioni idonee al progettista e al costruttore.
La prefabbricazione può essere considerata la sintesi di questi due punti.

Manufatti prefabbricati in cemento armato normale e precompresso per costruzioni civili, industriali e rurali, scuole, ponti, ...

La ING. PRUNOTTO S.p.A. realizza e progetta tutto questo,traducendo in realtà pratica e razionale la scelta delle tecnologie più adatte alle esigenze del momento determinate fondamentalmente dall'esperienza.
Ed è sempre l'esperienza, solitamente, la dote che mette in grado un'impresa di fronteggiare rapidamente ed efficacemente i problemi più difficili ed imprevisti.

PREFABBRICATI PRECOMPRESSI VIBRATI IN C.A.
ING. PRUNOTTO S.p.A.
12060 GRINZANE CAVOUR (CN) - PIANA GALLO, 3

IMPRESA COSTRUZIONI
ING. PRUNOTTO S.p.A.
12060 GRINZANE CAVOUR (CN) - PIANA GALLO, 3

CANDELA

SIRIES S.R.L. SISTEMI ANTINCENDIO

ESTINTORI Portatili Automatici Carrellati

* Linea completa nei tipi: Pressurizzato - Bombolina esterna - Cartuccia interna.
* Carica estinguente da Kg. 1 a Kg. 200.
* Estintori concepiti per far fronte ad ogni esigenza e tipo d'incendio.
* Utilizzazione estesa a tutti i settori: dall'uso privato (Automobile, Roulotte, Abitazione) all'Industria, al Commercio (Automezzi, Uffici, Archivi, Magazzini, Locali).

POLVERE BC - ABC - D: L'estintore SIRIES costruito con tecnica ineccepibile che unisce caratteristiche di efficace potere estinguente a quelle di maneggevolezza, semplicità d'uso.

FLUOBRENE
HALON 1211: Per l'elevato potere estinguente e l'efficacia su fuochi di varia origine viene dislocato dove maggiore è il pericolo di incendio.

ANIDRIDE CARBONICA - CO2: È l'estintore più classico oggi in commercio; molto diffuso, unisce buone caratteristiche in ambienti non aerati, a ottime qualità di raffreddamento.

SCHIUMA: È un estintore generoso, affidabile ed insostituibile per legno, cartone e liquidi infiammabili.

POMPIERISTICA

CASSETTE DA ESTERNO - tetto spiovente e feritoie di aereazione. Chiusura a chiavetta.
Corpo in lamiera e sportello in profilato, verniciatura epossidica.

CASSETTE DA INCASSO - in acciaio con sportello in alluminio anodizzato. Utilizzo da prevedere in fase di progettazione.

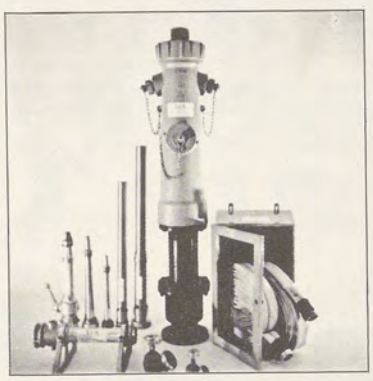
MANICHETTE - completamente sintetiche con calza esterna in tessuto di fibra poliestere, e rivestimento interno in gomma.

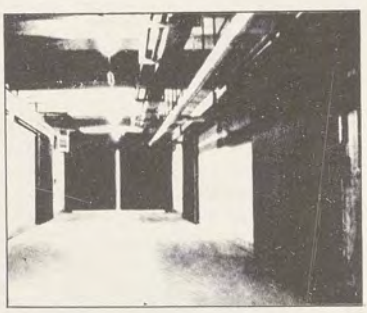
IDRANTI SOPRASUOLO - corpo in ghisa e componenti in ottone, corredati di scarico automatico antigelo e, a richiesta di valvola di sezionamento.

IDRANTI SOTTOSUOLO - costruzione simile al tipo soprasuolo. Possibilità di un solo attacco. Nessun ingombro in superficie.

LANCE IDRICHE - con attacchi UNI-STORZ - AFNOR - Ugelli svitabili, intercambiabili - getto pieno, nebulizzato, protezione uomo - costruzione in lega, ottone, rame.

LANCE SCHIUMA - nei tipi autoaspiranti, premescolatrici - portatili e di linea. Costruiti in ottone, alluminio anodizzato, acciaio.





PORTE ANTINCENDIO

- Omologazione Ministero Interno - Roma.
- Classe 60' - 120' - 180'.
- Serie standard e su misura.
- Necessaria per: locali caldaie, precamere, depositi carburante, uscite di sicurezza, sale macchina, autorimesse, locali pubblici e industrie.
- Le porte antincendio sono costruite in doppia lamiera di acciaio, rese meccanicamente indeformabili ed isolate all'interno con pannelli in lana minerale.
- Sono provviste di chiusura automatica che si attua a mezzo di molle regolabili incorporate nelle cerniere.
- Ricevono sia all'interno che all'esterno una mano di fondo di pittura anticorrosiva grigia a base di resina sintetica.
- Sono reversibili; a seconda delle necessità essendo costruite con telaio a «Z» continuo sui quattro lati e provviste di una serratura speciale a due comandi, possono essere montate sia tirare a destra sia tirare a sinistra.
- Su richiesta le porte vengono fornite provviste di maniglione antipanico (specificare mano di apertura).

ATTREZZATURE SPECIALI

Di tutti i tipi e per ogni esigenza.
Costruzione conforme alle tecniche più avanzate della moderna protezione incendi.
STAZIONI MOBILI - Carica estinguente da kg. 250 a kg. 1.000 di HALON 1211, POLVERI di vario tipo, SCHIUMA.
Traino manuale o da veicolo.
ATTREZZATURE COMBINATE - Su veicoli antincendio o su carrelli autotrainabili di gruppi di estinzione, naspi, portamanichette, motopompe elettropompe e mezzi in genere per qualsiasi altra necessità.
MONITORI - Ad acqua e schiuma per portate medio alte, nei tipi auto oscillanti, manuali e meccanici getto pieno e nebulizzato.
MOTO/ELETTROPOMPE - Barellate, carrellate, fisse.
Motori a scoppio, diesel, elettrici.
Pompa in bronzo o anticorodal centrifuga, mono/pluristadio, volumetrica.
NASPI - orientabili e fissi - semplici e a mozzo rotante e alimentazione assiale. in acciaio e verniciatura epossidica.

10148 torino (italy) - via stampini, 26 - tel. (011) 296.269 - 2.165.164

10148 torino (italy) - via stampini, 26 - tel. (011) 296.269 - 2.165.164

IMPIANTI DI RIVELAZIONE

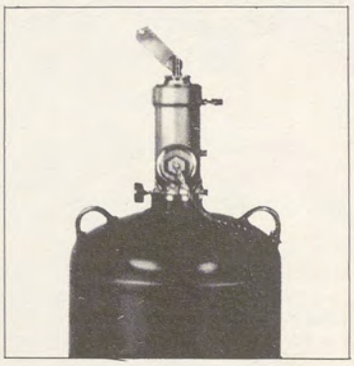
Anche un piccolo incendio può provocare danni notevoli; a questo va aggiunto il rischio che, se non rilevanti, piccoli incendi posono crescere rapidamente fino a raggiungere vaste proporzioni e con risultati facilmente immaginabili.
Il compito dei sistemi di rivelazione è di ridurre al minimo tutti i rischi possibili: scoprire l'inizio d'incendio, emettere i segnali di allarme e comandare, anche automaticamente, l'erogazione estinguente dell'impianto di spegnimento cui sono di solito abbinati.

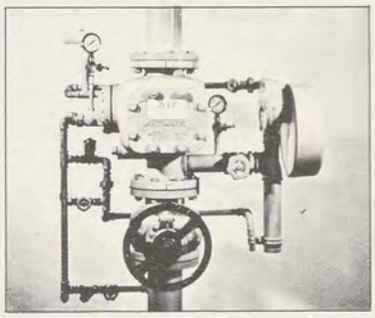
LE CENTRALI DI ALLARME sono pannelli di controllo di costruzione modulare e omologate FM-UL. Sono in grado di segnalare non solo il principio di incendio con allarme acustico e visivo ma, anche eventuali guasti nel sistema. Offrono la possibilità di ripetere tutti i segnali a distanza. Normalmente vengono installate in un luogo costantemente presidiato.
I RILEVATORI, omologati FM-UL, si articolano in quattro tipi fondamentali: FUMO - FIAMMA - TERMICO - TERMOVELOCIMETRICO. Agiscono tutti sul principio di captare tempestivamente un inizio di incendio in un settore ben definito e di inviare un segnale alla centrale.

IMPIANTI AD HALON 1301

Negli impianti fissi l'HALON 1301 viene posto normalmente in bombole di capacità standard poste in batteria e corredate di valvole con comando elettro-pneumatico e/o manuale.
Tali valvole vengono collegate tramite tubazioni ed una rete di ugelli erogatori posti nel locale da proteggere permettendo la scarica dell'estinguente con comando manuale e/o automatico per mezzo di rilevatori di incendio.

Tale estinguente presenta notevoli vantaggi:
- Minima quantità necessaria per mc., nel caso di inibizione di ambiente, riducendo così il costo dei serbatoi per lo stoccaggio e le dimensioni di ingombro.
- Proprietà dielettriche elevate permettendo l'uso con sicurezza in presenza di alte tensioni.
- Non corrode ed evapora rapidamente senza lasciare traccia.
- Non è nocivo. Il personale può rimanere in luogo senza alcun danno, durante e dopo l'estinzione.





IMPIANTI AD ACQUA

Impianti Automatici a pioggia (tipo sprinklers). Sono impianti costituiti da una rete di tubazione installate al soffitto dei locali da proteggere, sulle quali sono montati speciali erogatori (sprinklers).
Queste tubazioni sono sotto cartico costante d'acqua in pressione.

Quando, per effetto dell'incendio, la temperatura dell'ambiente raggiunge il limite di taratura (di solito 74° C.), si aprono uno o più sprinklers che erogano acqua frazionata nell'area interessata e automaticamente la campana idraulica dà il segnale di allarme.
L'impianto a sprinkler, quindi, interviene soltanto sulla zona investita dalle fiamme proprio al primo insorgere dell'incendio. Tale impianto può essere eseguito in due versioni ossia **ad acqua (o «a umido») oppure ad aria (o «a secco»).**
Quest'ultimo viene installato quando la rete delle tubazioni è soggetta ai pericoli del gelo. In tal caso nella rete si immette aria compressa, che automaticamente viene sostituita dall'acqua al momento dell'intervento.

Impianti Automatici ad Ugelli Aperti. Sono formati da una rete di tubazioni portanti speciali ugelli erogatori, sempre aperti, che hanno il compito di suddividere l'acqua in minutissime particelle e distribuirla uniformemente sulla superficie interessata.
Contrariamente all'impianto automatico a Sprinkler, in cui in caso di incendio entra in funzione soltanto quell'erogatore che ha raggiunto il limite di taratura, l'intervento avviene nei settori comprendenti ciascuno un numero più o meno grande di erogatori. Il comando di apertura dell'impianto, inoltre, può essere automatico e manuale.
Valvole, manometri, gong automatici, ugelli erogatori e staffaggi sono omologati FM-UL.
Gli Sprinklers sono costruiti in bronzo con diverse possibilità di finitura esterna e sono disponibili nelle versioni con bulbo al quarzo oppure con lamella a fusione; possibilità di intervento alle diverse temperature. Gli ugelli per acqua nebulizzata sono costruiti in bronzo e dimensionati per medie ed alte velocità.
Per la progettazione e costruzione è adottata la normativa NFPA.

Siamo interessati alla Vostra produzione:

- ☐ AGENTI ESTINGUENTI
- ☐ ESTINTORI
- ☐ PORTE ANTINCENDIO
- ☐ ATTREZZATURE SPECIALI
- ☐ MANUTENZIONI E RICARICHE
- ☐ IMPIANTI DI RIVELAZIONE
- ☐ IMPIANTI AD HALON 1301
- ☐ IMPIANTI AD ACQUA
- ☐ IMPIANTI DIVERSI
- ☐ .....

Desideriamo ricevere, senza impegno, maggiori informazioni e precisamente:

- ☐ DOCUMENTAZIONE TECNICA
- ☐ SOPRALLUOGO/CONSULENZA
- ☐ LISTINO PREZZI
- ☐ CON CONTATTO TELEFONICO

ditta: _____

indirizzo: _____

telefono: _____ *persona/ufficio interessati:* _____

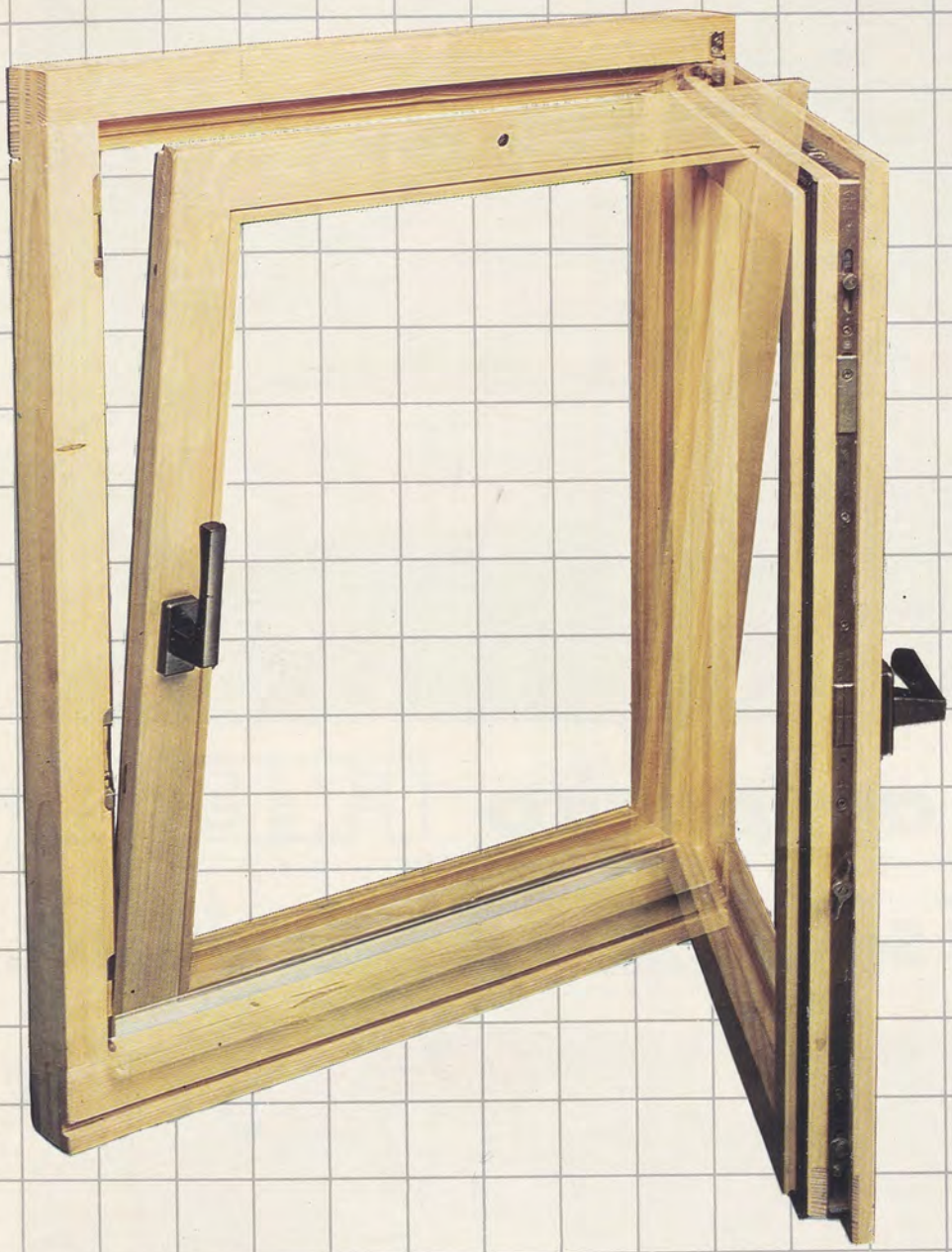
SIRIES S.R.L. SISTEMI ANTINCENDIO

SIRIES - Sistemi Antincendio s.r.l.
Via Stampini, 26
10148 TORINO

10148 torino (italy) - via stampini, 26 - tel. (011) 296.269 - 2.165.164

FRESIA

10152 TORINO-VIA AOSTA 3 TEL. 850.828-850.891



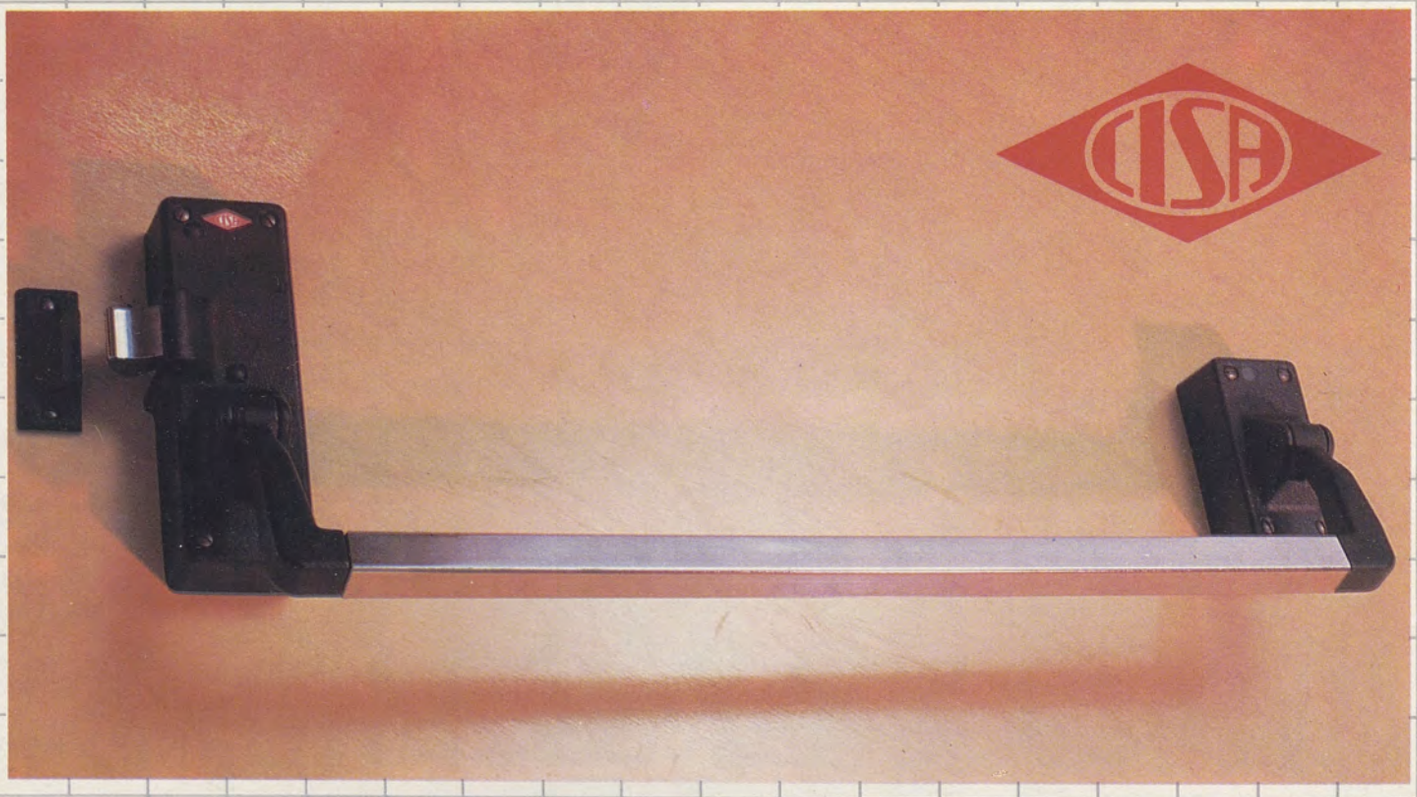
FRESIA

UNA
PRATICA
ECONOMICA
SOLUZIONE
ALLA
RICHIESTA
DI
SERRAMENTA
PARTICOLARE:
BILICO
ANTA RIBALTA
PORTA ALZANTE SCORREVOLE
PERSIANE.
MECCANISMI
NUOVI
SPECIALI
DI FACILE
MANOVRA

FRESIA

10152 TORINO·VIA AOSTA 3
TEL. 850.828 · 850.891

Maniglioni antipanico FRESIA
e l'uscita di sicurezza è più sicura.



SEMINARIO SU

LA SICUREZZA NEGLI EDIFICI CIVILI

POLITECNICO DI TORINO
MARZO-APRILE 1984

INDICE

APERTURA DEI LAVORI, 1° marzo

L. Strangoreli, *Saluto del Sindaco di Torino* ..... pag. 325

G. F. Mazzotti, *Introduzione del Presidente della S.I.A.T.* ..... » 327

PRIMA SESSIONE:

LA SICUREZZA NEGLI EDIFICI CIVILI. IMPLICAZIONI POLITICHE, GIURIDICHE E TECNICHE. RESPONSABILIZZAZIONE DEI PROBLEMI. 1° marzo

C. F. Cerro, *Introduzione alla sessione* ..... » 331

F. Cazzetta, *Sicurezza negli edifici civili: responsabilità penale e normativa vigente* ..... » 333

G. Piccinato, *La sicurezza negli edifici civili, implicazioni tecniche* ..... » 336

E. Levi, *Problemi di responsabilità* ..... » 339

G. Rosso, *La responsabilità* ..... » 341

SECONDA SESSIONE:

LA SICUREZZA NEGLI EDIFICI CIVILI, SECONDO LA NORMATIVA VIGENTE RAFFORZATA CON LE NORMATIVE ESTERE, INDIVIDUAZIONE DELLE AREE SCOPERTE DA NORMATIVA. COMPATIBILITÀ DELLE NORME CON LA FUNZIONALITÀ ED ECONOMIA DEGLI EDIFICI

La prevenzione, 8 marzo

G. Marini, *Prevenzione degli incendi negli edifici civili* ..... » 347

G. Ruzzo, *La prevenzione delle scariche atmosferiche* ..... » 349

M. Fasano, *La prevenzione degli infortuni* ..... » 354

A. Mosti, *La prevenzione delle effrazioni* ..... » 358

I carichi edilizi, 15 marzo

M. F. Ruggero, *I sistemi edilizi* ..... » 361

F. G. Bardelli, *La sicurezza negli edifici civili secondo la normativa vigente, compatibilità delle norme con la funzionalità ed economia degli edifici* ..... » 365

I materiali costruttivi, 22 marzo

L. Gotti, *La sicurezza nei sistemi costruttivi: concetti generali ed applicazioni al calcolo delle strutture in cemento armato e precompresso* ..... » 372

V. Nasch, *Sicurezza e normativa, nelle costruzioni in muratura e nelle costruzioni metalliche* ..... » 373

P. Cortino, *I materiali costruttivi* ..... » 378

Gli impianti tecnologici, 29 marzo

R. Pozzi, *Indicazioni progettuali per la sicurezza degli impianti elettrici negli edifici civili* ..... » 385

V. Fabro e G. Bianchi, *La sicurezza negli edifici civili secondo la normativa vigente, gli impianti termici* ..... » 388

M. Pratta, *Gli impianti antincendio* ..... » 392

Funzionali e a componenti, 5 aprile

L. Mattioli, *Analisi dei requisiti delle pareti esterne nell'ottica della sicurezza* ..... » 401

U. Trossarelli, *Funzione delle alterazioni di materiali e componenti degli edifici civili* ..... » 404

R. Vigni, *La certificazione* ..... » 415

Le esperienze specifiche

M. Dabbia, *La scuola* ..... » 423

A. Bruzzo, *Le sale di spettacolo e gli impianti sportivi* ..... » 428

B. Gaia, *Alcuni aspetti della sicurezza in un teatro lirico* ..... » 433

L. Savoino, *Biblioteche e spazi ad uso collettivo* ..... » 437

F. Sardino, *Gli ospedali* ..... » 440

A. Raimondetti, *Gli alberghi* ..... » 443

La rivista è disponibile presso la sede sociale sino esaurite copie dal 37° presidente della Società, ingegner Mario Dapeto.

Lelio STRAGIOTTI (*)

Sono molto lieto di essere io a rivolgere il primo saluto a tutti gli intervenuti a questa seduta inaugurale del Seminario sulla Sicurezza negli Edifici Civili che si svolge nell'Aula Magna del nostro Politecnico. Il mio non è un modo retorico di dire, in quanto sono veramente lieto che gli incontri che iniziano oggi e che si riferiscono all'analisi ed ai problemi della sicurezza della vita negli edifici civili - della vita e non soltanto della sicurezza strutturale e costruttiva di edifici in Torino. Sono ancora lieto di potervi qui salutare per la gran quantità di adesioni pervenute e l'alta qualificazione di gran parte dei presenti, giustamente corrispondente, la quantità alla capienza di questa nostra Sala, quella che ha maggior capienza e la qualificazione, la qualificazione dei presenti, al prestigio di questa Sala istituzionalmente destinata alle nostre ricorrenze più importanti ed ufficiali.

Per ovvie ragioni di tempo non sto a ricordare e a ringraziare nel mio saluto Autorità e persone in particolare, devo però segnalare che ho un'ampia raccolta di comunicazioni telegrafiche, telefoniche ed epistolari di persone che segnalano la loro adesione pur essendo impossibilitate ad essere qui presenti. Per tutti, mi limito a citare due persone: l'Onorevole Emanuela Savio, Presidente della Cassa di Risparmio di Torino e Diego Novelli, Sindaco di Torino, quest'ultimo peraltro rappresentato dal Vice-Sindaco e dall'Assessore Chiezzi e da un folto gruppo di tecnici del Municipio. Desidero subito far seguire il mio saluto dalla precisazione che esso viene espresso perché il Seminario si sviluppa dentro sale del Politecnico, ma che il Politecnico ha contribuito all'organizzazione delle riunioni soltanto in misura ridotta.

Il Seminario è articolato in tre parti: la prima di impostazione generale della riunione, quella odierna; la seconda di analisi di dettaglio articolata in cinque riunioni i cinque giovedì successivi; la terza, nell'ultima riunione, di esperienze specifiche e di conclusione. L'idea e l'organizzazione proviene dalla antica e sempre viva e validissima, anche se ultra centenaria, Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino, sotto la guida del nuovo presidente della Società, il professor Gian Federico Micheletti, il quale mi manifestò il suo pensiero sull'opportunità che, in relazione all'argomento di cui si trattava ed al fatto che molti relatori sono professori del Politecnico, sarebbe stato opportuno svolgere questa riunione in questa sede.

Mi ha trovato immediatamente d'accordo giacché il Politecnico è interessatissimo a questi problemi perché esso è impostato su due Facoltà: Ingegneria che ci dà i tecnici per realizzare le strutture degli edifici e le soluzioni ai problemi impiantistici; Architettura la quale sa ben provvedere a tutti i problemi di distribuzione e di composizione degli edifici in rapporto anche, direi, a quelli che sono i problemi di scelta dei materiali e ai vincoli socio-ecologici e quindi è, per natura sua, competente tecnicamente su tutte le problematiche concernenti la sicurezza nei riguardi di incendi, delle scariche atmosferiche, della produzione di prodotti tossici, derivanti da fenomeni di combustione, alterazione di temperatura e direi da tutti quegli altri problemi che concernono in genere la sicurezza degli edifici in quanto abitati e quali luoghi di riunione ove si sviluppa la vita

(*) Ingegnere, professore e rettore del Politecnico di Torino.

sociale. In aggiunta a tutto questo, siccome i problemi della sicurezza che si dibattono ogni giorno in Italia non sempre sono presi nel giusto valore e nei giusti termini sia dai tecnici, sia anche dalla popolazione, è giusto che se ne parli ed in particolare qui a Torino dove si è verificato quel tragico terrificante avvenimento.

L'interesse del Politecnico è anche dovuto al fatto che più del 50% dei relatori a questo Seminario sono docenti del Politecnico. D'altra parte c'è ancora da dire che oltre ai docenti anche gli studenti sono interessati: i docenti per discutere fra loro e con i tecnici e i costruttori i loro problemi; gli studenti per imparare anche dagli errori del passato le soluzioni migliori per il futuro.

Quindi in consistenza questa era la Sede più opportuna.

Da tutto ciò i motivi che, quale Rettore del Politecnico, mi hanno indotto a firmare, in parallelo con il professor Micheletti, il programma del Seminario.

Con questo mi pare che il mio saluto si può considerare concluso, dichiaro aperto il Seminario e lascio la parola al professor Gian Federico Micheletti, quale Presidente della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino e padre della manifestazione, per la sua relazione introduttiva.

Gian Federico MICHELETTI (*)

La Società Ingegneri e Architetti ha posto per questo seminario il tema « sulla sicurezza negli edifici civili » per ragione di evidente priorità e non soltanto di « attualità »: la sicurezza deve essere considerata costantemente *e non seguendo « pressioni contingenti » che esasperano in determinate circostanze, e lasciano l'oblio in altri periodi.*

La sicurezza è una costante *che deve essere presente alla considerazione sia nelle fasi di* progettazione, *sia in quelle di* costruzione *e di* esercizio. *Nel tema rientrano implicazioni politico-giuridiche, tecniche, assicurative, che aggravano la complessità. Ecco perché — invitando relatori ad alto livello — si è voluto in questo seminario programmare una trattazione quanto più ampia possibile, tentando di giungere alle radici di problematiche dagli ampi coinvolgimenti. Da una parte stanno le esigenze e le prescrizioni tecniche, che incontrano condizionamenti nei costi: la sicurezza, infatti, implica ed impone propri costi, anche se ripaga ampiamente, al di là del profilo civile e morale, anche sotto il profilo strettamente economico. Dall'altra parte stanno le leggi, le definizioni normative, le quali purtroppo lasciano ampie aree scoperte, o le coprono in termini molto vaghi.*

Per citare un esempio, frasi come « lavori eseguiti a regola d'arte » sono tecnicamente improprie e pertanto lasciate a criteri soggettivi di valutazione, essendo passibili di interpretazioni discutibili; per converso non si deve dimenticare come ogni norma debba risultare compatibile con la funzionalità e l'economia degli edifici.

Quali sono, nel ciclo di riunioni qui programmate, i temi centrali?

La prevenzione *sarà il primo argomento in discussione, nel confronto di incendi, scariche atmosferiche, infortuni, effrazioni.*

I sistemi edilizi *saranno esaminati al loro comparire già in fase progettuale, per inserire le esigenze di sicurezza sia in edifici di nuova costruzione, sia in funzione del riuso di edifici esistenti, talvolta molto antichi, per i quali occorre prevedere una normativa apposita, la quale consenta in modo appropriato l'utilizzazione del bene edilizio stesso. Ne conseguono strategie nuove, da intendersi sempre in presenza di considerazioni, o vincoli, tecnici, economici, giuridici.*

I sistemi costruttivi *nelle loro aggregazioni postulano, per la sicurezza, ulteriori strategie specifiche.*

Gli impianti tecnologici *danno luogo a considerazioni specialissime per le reti e i componenti elettrici, termici, antincendio, potendosi oggi beneficiare dell'ausilio offerto da dispositivi di segnalazione preventiva sensorizzata e controlli computerizzati.*

I materiali ed i componenti, *infine, danno il via ad implicazioni di idoneità, di tossicità nelle alterazioni e di esigenze di certificabilità, con una casistica eccezionalmente vasta.*

Su questi « poli di attenzione » è stato formulato il programma del seminario, che si concluderà con una raccolta « a flash » *di esperienze specifiche, in alcuni importanti settori, quali:*

(*) Ingegnere, presidente della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino.

— *scuole,*
— *sale di spettacolo ed impianti sportivi,*
— *biblioteche e spazi collettivi nell'università,*
— *ospedali,*
— *alberghi.*

Gli aspetti, per ciascun settore, appaiono e sono molto diversi: si pensi agli ospedali ed alle molteplici forme di rischio; alle facoltà universitarie, ad istituti scolastici ed enti pubblici in generale, per i quali (dobbiamo onestamente e concretamente riconoscerlo) una «messa a norma» integrale si porrebbe sul piano della inattuabilità per i costi elevatissimi, soprattutto se commisurati con le disponibilità finanziarie concesse dallo Stato o dalle Pubbliche Istituzioni, cui appartengono.

Si potrebbe aprire una parentesi, a questo punto, sul significato della parola «sicurezza». I tecnici sanno che oggi si possono attuare calcoli in condizioni deterministiche *ovvero in* condizioni probabilistiche *(matematiche le prime; statistiche le seconde). L'ingegneria in quanto basata su problemi fisici, deve attribuire — servendosi di appositi coefficienti di sicurezza — un grado di rischio molto basso ai suoi prodotti. È però impossibile attribuire un grado di «rischio zero», corrispondente ad un livello di sicurezza 100%, poiché i valori assoluti non rientrano nella relatività delle cose umane. Donde la necessità di definire in modo accorto il grado di rischio, per impegnarsi a ridurlo, sempre considerando le compatibilità con l'esistente.*

La realtà presenta strutture rigide che, per renderle sicure e funzionali, si possono utilizzare o trasformare: ma questo obiettivo si può conseguire con costi *e* tempi *ingenti. A scopo propositivo, vorrei segnalare che il concetto di* misura del grado di sicurezza *può essere più valido di quello, generico, espresso dal termine «regola d'arte», o di sicurezza, interpretata in termini di algebra Booleana (SI o NO). I tecnici sanno che le misure si evidenziano con confronti fra un campione definito normalizzato, e l'oggetto da misurare.*

Ebbene, la normativa può essere assunta quale «campione definito»; nel confronto fra questa e (nella fattispecie) l'edificio o l'impianto da valutare, va collocata la misura del «grado di sicurezza». Ecco dunque l'estremo bisogno di normative valide, e di giudizi o decisioni basate sui risultati delle misure sopraddette, dopo aver tenuto conto della situazione reale, con le sue problematiche effettive.

Prima Sessione

LA SICUREZZA NEGLI EDIFICI CIVILI, IMPLICAZIONI POLITICHE, GIURIDICHE E TECNICHE. PRESENTAZIONE DEI PROBLEMI

1° marzo 1984

Introduzione alla Sessione

Carlo Federico GROSSO (*)

Dopo un saluto ai presenti e dopo aver segnalata la validità della iniziativa della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino mi inoltro nei problemi della sicurezza negli edifici civili e nelle implicazioni politiche e giuridiche.

Trattando della normativa ricordo come i magistrati si siano mossi con lucidità su questo terreno con una attività di «supplenza» analoga a quella esercitata nel settore della prevenzione degli infortuni sul lavoro.

Noi dobbiamo dare atto alla magistratura della serietà con cui ha affrontato questo problema e lo ha posto sul tappeto con estrema drammaticità. Perché se esistevano, come esistono, numerosi edifici che non sono a norma e nei confronti dei quali evidentemente occorre intervenire, inevitabilmente i responsabili di questi edifici si sono trovati improvvisamente di fronte a delle situazioni che non erano in grado di fronteggiare con l'adeguata tempestività. Perché mettere a norma un edificio, soprattutto se l'edificio è vecchio, comporta tempi lunghi, comporta finanziamenti e quindi di nuovo tempi, comporta la ricerca di finanziamenti sovente inesistenti.

E allora che fare? Da un lato giustamente si trova di fronte una magistratura che è andata a cercare nella realtà del nostro ordinamento le norme, in particolare le norme penali che potevano essere utilizzate per colpire l'inadempiente, ma dall'altra parte ci sono dei responsabili che in realtà non possono assumersi tali responsabilità perché si trovano a dover gestire delle situazioni ereditate negli anni e che non possono essere fronteggiate in tempi rapidissimi. Ed allora inevitabilmente mi sembra che si sia posto un grosso elemento di contraddizione, da un lato la magistratura che giustamente interveniva dall'altro i responsabili che non erano in grado comunque di fronteggiare la situazione in tempi rapidissimi per mancanza di progetti, di tecnici, di fondi, situazione di fronte alla quale improvvisamente si erano venuti a trovare o quanto meno realtà che avevano improvvisamente scoperto.

Io credo che bisogna cercare di superare questa contraddizione con realismo ed equilibrio, mi sembra che tutte le autorità che si sono trovate di fronte a queste situazioni, le abbiano affrontate con realismo ed equilibrio, mi sembra che da un lato le autorità pubbliche immediatamente hanno cercato di impostare dei programmi di messa a norma, di risanamento, cercando i finanziamenti, intervenendo dove era necessario intervenire per chiudere determinati edifici e dall'altra parte mi sembra che anche la magistratura si sia mossa con quel senso di realismo che doveva necessariamente avere, di fronte ad una situazione di fatto, che ha fortemente condizionato questo stato di necessità. È certo però comunque che un grosso nodo si è presentato nel momento in cui si è constatato che una serie di edifici pubblici non erano a norma, e c'era il problema di intervenire immediatamente con provvedimenti di chiusura. Certo ci sono stati numerosi provvedimenti di chiusura, ad esempio, ho qui un elenco che mi ha fornito il Comune di Torino, provvedimenti presi dal Comune stesso nei confronti di sale di audizioni musicali, club privati, sale danze e di cinematografi ed oggi si può constatare che indubbiamente si sono chiusi se pur temporaneamente, numerosissimi edifici, ad esempio abbiamo, in questo elenco, dati del 1983: vennero chiuse 2 sale audizioni musicali, 18 club privati, nessuno dei quali è stato riaperto, 39 sale danze, 13 soltanto delle quali sono state riaperte e 26 cinematografi, 13 dei quali sono stati riaperti e 13 non sono ancora oggi riaperti.

Certo, un doveroso intervento di salvaguardia dell'incolumità pubblica, ma questi interventi indubbiamente erano possibili nei confronti di sale pubbliche come cinematografi, sale danze, perché, al di là dei servizi che queste sale offrivano, potevano senza grossi danni per la collettività essere chiuse, c'era il problema dei servizi essenziali quali ospedali, scuole, pubbliche amministrazioni che non potevano chiudere dall'oggi al domani e allora chiaramente c'è stata una serissima assunzione di responsabilità da parte degli amministratori pubblici che sono intervenuti per eliminare nel transitorio gli elementi di maggiore pericolosità, sono intervenuti con programmazioni estremamente incisive ed accurate in modo da riuscire a mettere a norma quegli edifici in breve tempo. Si sono però assunti le responsabilità di non chiudere gli edifici che stando strettamente all'applicazione della normativa avrebbero dovuto essere chiusi, a questo punto credo che noi non possiamo fare altro che prendere atto di questa situazione, e cercare di accorciare il periodo di responsabilità di questi amministratori che mentre da un lato hanno deciso di non chiudere certi edifici dall'altro lato hanno iniziato immediatamente un piano incisivo di organizzazione e di messa a norma, io posso per esempio dare alcuni dati relativi al Comune di Torino ma naturalmente il prof. Brizio potrà essere ben più preciso di me sull'argomento.

(*) Professore, Facoltà di Giurisprudenza dell'Università degli Studi di Torino, e Vice-Sindaco della Città di Torino.

Il Comune di Torino, ha stanziato 118 miliardi per la messa a norma di tutti gli edifici comunali, si fa presente che il Comune di Torino è proprietario di circa 1000 edifici, e in questi edifici sono stati previsti nell'arco di 5 anni ben 4164 interventi appunto per 118 miliardi, i dati sono stati forniti dall'Assessore competente, molti di questi interventi sono già avvenuti, altri sono terminati, altri sono in via di espletamento; nella Giunta di Lunedì scorso il Comune ha stanziato circa *4 miliardi* per la messa a norma di edifici: è un grossissimo problema finanziario per esempio noi sappiamo già che al Comune di Torino mancano per portare a compimento questo piano 46 miliardi che andranno evidentemente reperiti nei prossimi anni. È un grossissimo impegno, che il Comune si è assunto e cercherà di portare avanti negli altri Enti Pubblici evidentemente sempre muovendo nella stessa direzione. È ovvio rendersi conto — e credo che tutte le persone responsabili se ne rendano conto — che un programma di questo tipo se da un lato richiede dei fortissimi impegni finanziari, dall'altro richiede anche dei tempi tecnici di realizzazione e di reperimento dei fondi che non possono evidentemente essere appiattiti.

Che fare a questo punto? Giustamente gli applicatori del diritto, i Pretori, i Giudici affermano che ci sono delle normative da rispettare, ma di fronte a situazioni di responsabilità che trovano le loro radici immerse nei decenni, non credo che si possa passare le responsabilità agli amministratori che attualmente stanno portando avanti con civiltà programmi di risanamento. Sembra che alcuni Pretori abbiano già ripetutamente osservato in dibattiti pubblici che la normativa deve essere applicata con intelligenza, con razionalità e con cautela; e mi sembra giusto questo atteggiamento, d'altra parte al di là di quello che può essere l'intervento nel settore della scuola e negli ospedali si sta verificando nella nostra città, e questo è un problema molto preoccupante che non riguarda gli Enti locali, ma riguarda lo Stato, la chiusura di una serie di importanti Istituti di cultura, e rischiamo nel giro di qualche mese — già oggi siamo in una situazione di questo tipo — di avere chiusi moltissimi Istituti di alta cultura, biblioteche, musei. Come fa la città a vivere in questa situazione? Ma anche qui chiaramente è necessario che le forze della città si rivolgano allo Stato, al Governo perché lo Stato e il Governo intervengano con massicci finanziamenti per permettere la riapertura in termini più rapidi possibili di queste istituzioni, perché evidentemente una città non può morire nella sua dimensione culturale, una città non può avere le sue biblioteche, i suoi musei chiusi, perché una città muore per *carenza* culturale e oggi noi rischiamo qui a Torino di trovarci di fronte a questa situazione. Quindi io credo che bisogna che le Autorità Cittadine facciano delle forti pressioni nei confronti dello Stato perché intervenga con dei programmi di finanziamento statale per rimuovere queste situazioni. Dicevo, ci sono delle situazioni di necessità di messa a norma ma ci sono tempi tecnici necessari e tempi per avere i fondi necessari, per cui, non è pensabile che nel giro di pochissimi mesi tutti i vecchi edifici vengano messi a norma.

Che fare nel frattempo? Io credo che a questo punto sia sorto il dovere del Parlamento di intervenire per mettere a fuoco una nuova normativa della prevenzione adeguata a reale necessità. Ho letto con molto interesse la relazione della dottoressa Cervetti. Sono molto preoccupato per esempio del fatto che vengano applicate, anche se giustamente, dal punto di vista interpretativo, norme finalizzate a certi scopi per fronteggiare altri scopi di prevenzione, come ad esempio l'applicazione del Decreto del '55, che è specificamente rivolto alla tutela del lavoratore, per fronteggiare i problemi della sicurezza degli edifici. Probabilmente bisogna prima cercare di premeditare tutta la normativa sulla sicurezza degli edifici. Pare che sia da più parti emersa la necessità di una revisione, reindicazione in tempi strettissimi della normativa, e qui ho l'impressione che i giuristi sono aperti a ciò che i tecnici possono dire sulla situazione di sicurezza e sulla situazione di rischio.

Evidentemente sono i tecnici che devono fornire le misure che poi dovranno essere tradotte in norme. In ogni caso c'è un secondo problema che secondo me è altamente importante e che il Parlamento dovrebbe affrontare tempestivamente e cioè cristallizzare le norme giuridiche certe, il fatto che non si può far carico a coloro che oggi sono chiamati ad amministrare le Pubbliche Amministrazioni e sono responsabili degli edifici pubblici, di carenze, che sono il risultato d'inerzie di anni, perché questo è altamente ingiusto.

Questi amministratori si stanno impegnando per mettere a norma gli edifici, ed evidentemente non si può agire nei loro confronti con l'applicazione di norme penali, io mi rendo conto che i magistrati possono dire: ci sono le norme e noi le applichiamo, giustissimo, però a questo punto credo che sia un'esigenza del potere politico intervenire per creare una sorta di rito transitorio in modo da dare all'Amministrazione e ai responsabili degli Enti pubblici i tempi necessari per mettere a norma le situazioni.

Termino con una considerazione, mi sembra che sia estremamente positivo che la Città di Torino stia affrontando con serietà e rigore il problema della sicurezza negli edifici; mi sto però domandando che cosa può accadere nelle altre parti del Paese, non vorrei che si creasse una sorta di rito diseguale per cui a Torino si applicano le norme in un certo modo, e magari a Napoli e a Palermo le norme vengano applicate in modo del tutto diverso, perché questo evidentemente, credo, sarebbe contrario al più elementare principio della nostra Costituzione che è l'art. 3: uguaglianza del trattamento dei cittadini.

Sicurezza negli edifici civili: responsabilità penale e normativa vigente

Fernanda CERVETTI (*)

Prima di esaminare la responsabilità penale per carenza di sicurezza negli edifici civili, vediamo i limiti posti dalla normativa vigente sul piano oggettivo.

Possiamo distinguere una normativa specifica, per taluni tipi di attività, svolte negli edifici stessi, da una normativa generale. Sotto questo ultimo profilo ci si riduce, per la verità, ad un unico articolo del codice penale, il 451. Infatti tutte le altre possibili norme generali incriminatrici, dal punto di vista della prevenzione, hanno il difetto o di essere ipotesi dolose, oppure prevedono, quale condizione per operare, uno specifico evento dannoso o pericoloso come ad esempio l'art. 449 c.p. e la contravvenzione di cui all'art. 677 c.p. Invece l'art. 451 c.p. è un reato di pericolo, cioè sussiste quando vi sia anche solo il pericolo teorico di disastro, prescindendo del tutto dall'effettivo disastro avvenuto; in tal senso opera *ex ante* e tende a prevenire situazioni dannose e pericolose, utilizzando come eventuali parametri le normative tecniche esistenti che non abbiamo, al limite, anche nessuna sanzione penale specifica. Si tratta di un delitto colposo applicabile quando sia stata omessa la collocazione di mezzi o apparecchi utilizzabili in caso di disastro, in modo tale da comportare pericolo per la pubblica incolumità. Ecco quindi la sua operatività per edifici-comunità, siano questi scuole, ospedali, alberghi, musei o altro. A questo punto, occorre una precisazione, l'art. 451 c.p. è stato stranamente negletto fino ad oggi da giurisprudenza e dottrina; eppure, a ben vedere, viene a colmare come norma di chiusura quella che sarebbe una mostruosa carenza di tutela per il cittadino in quanto tale. La colpa del singolo, sia questo un amministratore pubblico o privato, può creare un disastro diffuso, dati gli attuali mezzi della tecnologia; dare solo una tutela *ex post* per lesioni o per omicidio colposo è una tutela troppo riduttiva per essere l'unica prevista dal sistema legislativo (1).

La Cassazione, nelle sue scarse pronunce, parla di contestazione dell'art. 451 c.p. ad infortunio avvenuto, non certo perché questa dell'avvenuto infortunio sia una condizione di punibilità, più semplicemente si è presa coscienza del pericolo preesistente solo a disastro avvenuto (2).

Per quanto riguarda la sicurezza negli edifici civili, una normativa specifica, penalmente sanzionata, che individui dei canoni di sicurezza da rispettare a seconda dell'utilizzazione dell'edificio stesso, non esiste. È sempre necessario far riferimento al D.P.R. 547 del 27 aprile 1955, di cui, per comprenderne la ratio, è sufficiente citare il titolo *Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro*. Ne deriva un'anomalia del sistema: si tutelano i degenti negli ospedali, i clienti negli alberghi, gli studenti in genere nelle scuole, solo in quanto vi è un personale dipendente da tutelare secondo la legge. Solo in forza del D.P.R. 547 del 1955, che all'art. 389 commina sanzioni penali, anche detentive per i casi più gravi, è possibile ottenere che gli edifici comunità ricordati offrano tutela anche agli utenti, non lavoratori dipendenti.

È giurisprudenza consolidata sia che (3) nell'ambiente di lavoro anche i non lavoratori siano tutelati nello stesso modo, sia che è sufficiente un solo lavoratore dipendente o anche due soli soci per avere un'attività sottoposta al D.P.R. 547 del 1955 (4).

Per completezza, si deve ricordare che l'art. 3 del citato D.P.R. comprende, fra gli equiparati ai lavoratori subordinati, *gli allievi degli istituti di istruzione e di laboratori scuola nei quali si faccia uso di macchine, attrezzature, utensili ed apparecchi in genere*. Ne deriva che, per gli studenti degli istituti professionali e per tutti gli allievi in genere che utilizzino apparecchiature o utensili nei laboratori delle proprie scuole, non è necessario nessuno sforzo interpretativo o estensivo per ritenerli tutelati a norma del D.P.R. 547 del 1955.

Invece, in linea generale, tale normativa sarà applicabile agli edifici-comunità quali ospedali, scuole o alberghi solo considerando gli utenti non lavoratori quali partecipi della tutela essendo entrati in un ambiente di lavoro (5). Sotto questo profilo, si potrà applicare ad esempio l'art. 13 del D.P.R. 547 del 1955; l'art. 16, l'art. 33, l'art. 38, l'intero Titolo VII. Così, nella struttura ospedaliera, anche se il destinatario prevalente di una qualsiasi ipotizzabile tutela della sicurezza è il degente, questi ne usufruisce, attualmente, solo in via mediata, in quanto vi è il personale medico e paramedico. La stortura diventa evidente nel caso di apparecchiature elettriche di controllo collegate direttamente ad organi sensibili del paziente, essendo il rischio di folgorazione solo nei confronti del degente e non del medico o infermiere lavoratore dipendente, non può applicarsi il D.P.R. 547 del 1955, per cui in caso di cattivo isolamento, pur essendo violata la specifica norma CEI sull'isolamento delle apparecchiature elettromedicali non vi sarà la sanzione penale «preven-

(*) Dottore, Magistrato del Tribunale con funzione di Pretore presso la Pretura unificata di Torino.

tiva» discendente dal D.P.R. 547. Infatti la legge 186 del marzo 1968, pur richiedendo all'art. 1 che gli impianti elettrici ed i macchinari siano *realizzati e costruiti a regola d'arte* e *realizzati secondo le norme del Comitato Elettrotecnico Italiano* (art. 2), non prevede sanzioni penali autonome per le trasgressioni.

Pur essendo state, anche di recente, predisposte bozze di norme per la sicurezza contro i rischi di incendio e panico negli edifici sanitari, non vi è una normativa che imponga di seguire determinati criteri di compartimentazione negli edifici ad uso ospedaliero. Considerando poi che col Decreto ministeriale 16 febbraio 1982 gli ospedali sono stati specificamente previsti fra le attività per le quali deve essere richiesto il certificato di prevenzione incendi, al punto 86 (5 bis), ci si trova ora di fronte, non solo alla mancanza quasi totale di certificati per gli ospedali esistenti, ma altresì all'incertezza sul come adeguare le vecchie costruzioni per poter rilasciare il certificato stesso.

A differenza degli ospedali, una normativa di riferimento, in tema di disposizioni concernenti la sicurezza, esiste per le scuole. Il Decreto Ministeriale 18 dicembre 1975 *Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ...*, oltre ai criteri igienico-sanitarie per la costruzione di nuovi edifici scolastici, dà utili ragguagli per la sicurezza. Per quanto riguarda la sicurezza elettrica degli impianti, il punto 5.4.3. fa richiamo espresso alle prescrizioni del D.P.R. 547 del 1955 ed alle successive regolamentazioni. Riferimento generico alla normativa vigente si ha, invece, per quanto riguarda la protezione contro gli incendi. A ben vedere prescrizioni specifiche a tal riguardo sono previste dalla normativa stessa: il punto 3.8.1. dispone: *la distribuzione verticale in edifici a più piani dovrà essere assicurata da almeno una scala normale e da una di sicurezza posta all'esterno dell'edificio.* Problema non risolto tuttavia rimane quello dell'adeguamento delle strutture anteriori al 1975, essendo per esse solo «indicativi» i canoni del D.M. del 1975.

L'esigenza anche per le scuole di una normativa che indicasse le linee di un'effettiva sicurezza antincendio è già stata sentita nel 1974. In tale data, con circolare del 15 luglio, l'Ispettorato presso il Ministero dell'Interno, rispondendo ad una richiesta specifica di chiarimenti circa la normativa da applicare, affermava *in attesa che l'apposita Commissione per l'elaborazione di norme di sicurezza contro i rischi degli incendi degli edifici civili, costituita con D.M. 4.6. n. 4160 prepari una specifica normativa... ritiene che nella formulazione dei pareri di competenza sulla sicurezza antiincendio delle scuole possano essere seguiti i criteri di carattere generale,* richiamando per i problemi di evacuazione *criteri in analogia a quelli richiesti per i locali di pubblico spettacolo.* Un richiamo così vago e, per di più, ad attività di tutt'altro genere, quale il pubblico spettacolo non è certo appagante. Ancor oggi sono in via di elaborazione norme di massima per dare un *quantum* omogeneo di sicurezza nelle scuole, ma la soluzione appare ancora lontana. L'istanza è tuttavia pressante considerato che il D.M. 16 febbraio 1982, come già il ricordato punto 94 dell'art. 4 della legge 966 del 1965, al punto 85 prevede la concessione del Certificato di prevenzione incendi a tutte le scuole ove vi siano più di 100 persone presenti.

Inoltre non si deve scordare il tipo di persone ospitate nelle scuole; non solo i lavoratori dipendenti maestri, professori e personale ausiliario, ma anche studenti, e, nei gradi più bassi, bambini e persino lattanti negli asili nido. Tale tipo di utenza deve consigliare accorgimenti specifici, quali limitare attività di asilo nido o scuola materna sia pubblica che privata ai piani più bassi degli edifici, risultando di tutta evidenza i rischi moltiplicati di evacuazione in caso di incendio, di persone in maggioranza non autosufficienti ([6]).

Passando ora ad esaminare, dal punto di vista soggettivo, chi sia responsabile penalmente per la mancanza di sicurezza negli edifici civili, con particolare riferimento alle strutture-comunità, possiamo distinguere la dizione «chiunque» dell'art. 451 C.P., dall'elenco specifico fatto dall'art. 4 del D.P.R. 547 del 1955.

La norma penale considera responsabile ogni individuo che, col proprio comportamento colposo, cioè imprudente negligente o imperito, pone in essere il pericolo di disastro. Da tale punto di vista, potrà essere ritenuto responsabile sia il gestore, sia il proprietario o amministratore dello stabile, purché il suo comportamento sia cosciente, come pure lo stesso utente nel caso di rimozione di cautele già poste.

Ai sensi dell'art. 4 del D.P.R. 547 del 1955, in caso di Enti pubblici o privati la responsabilità penale in linea di principio sarà in capo al legale rappresentante della persona giuridica ([7]). Avremo poi la possibilità di ulteriori responsabilità concorrenti di tutti coloro che hanno il potere decisionale per l'installazione, l'uso o la manutenzione delle cautele richieste per la sicurezza, per giungere all'ulteriore figura autonoma di responsabile, con carattere peculiare, del tecnico preposto a riparare o verificare una apparecchiatura. Questi, in conseguenza della sua attività, può essere chiamato a rispondere del cattivo funzionamento della stessa o della sua pericolosità, se non abbia operato con la dovuta perizia o abbia tenuto un comportamento negligente o imprudente nello svolgimento del suo compito. Sarà poi una valutazione di fatto stabilire se l'operato colposo del tecnico esclude la responsabilità dei suoi superiori o se vi sia concorso di responsabilità *in negligendo* o *in vigilando* con quella *in facendo* dell'operatore ([8]).

Il limite dell'incidenza della responsabilità sul singolo sta nel poter far carico ad un'altra persona, idonea, della violazione riscontrata dei precetti a

tutela della sicurezza del lavoro. Potremo così configurare ipotesi di responsabilità escludenti o concorrenti fra i soggetti individuati nell'edificio-comunità, sia questo una scuola, un ospedale o un'attività alberghiera, a seconda del tipo di violazione riscontrata e dell'atteggiamento del singolo rispetto alla attuazione della tutela prevista dalla legge. Occorre ricordare che la Cassazione a riguardo segue il principio della *effettività delle mansioni svolte*, valutando in concreto l'attività del singolo, specie in imprese a dirigenza complessa, quale può essere un ente pubblico ([9]).

Prendendo ad esempio una scuola, avremo un ente, Comune o Provincia o Stato proprietario dell'edificio ed una gestione dei sussidi didattici dipendenti dal Provveditorato agli Studi, onde, violazioni alla sicurezza relativi all'edificio in quanto tale (ad esempio la mancanza di scale di sicurezza) saranno ascrivibili all'ente proprietario della scuola; la pericolosità di un'attrezzatura sarà ascrivibile al direttore didattico o al Provveditore o allo stesso Ministero della pubblica istruzione.

Accanto alla responsabilità concorrente fra più soggetti, nello stesso ente, vi è poi quella escludente che potrà operare in senso verticale, verso l'alto o verso il basso qualora un anello di questa ipotizzabile catena possa essere dichiarato esente da colpa.

La Cassazione ritiene che le figure di responsabili dell'art. 4 del D.P.R. 547 siano *destinatari autonomi delle norme antiinfortunistiche*, onde ciascuno risponde *in funzione della (sua) veste e qualità*. La responsabilità di «delega» ([10]) può sussistere solo a tre condizioni: che la persona delegata sia posta in condizione di adempiere a quanto richiesto dalla normativa antinfortunistica anche dal punto di vista finanziario; che il delegato abbia piena autonomia; che la persona delegante non sia a conoscenza delle carenze alle norme sulla sicurezza.

Se non sussistono questi presupposti non si potrà parlare di effettiva delega e vi sarà responsabilità concorrente fra i soggetti.

Non sarebbe neppure sufficiente, per escludere la responsabilità del dirigente, l'investitura formale ([11]) fatta ad un ufficio tecnico preposto alla vigilanza sulla sicurezza, se mancano i requisiti di autonomia già ricordati, quale, specie in un ente pubblico, la possibilità di stanziamento di fondi e gestione indipendente della spesa. Diverso può essere il discorso per i preposti che abbiano diligentemente segnalato carenze e disfunzioni al loro superiore. In questo caso può venir meno la loro personale responsabilità, se risultano esenti da colpa, avendo operato nell'ambito delle proprie competenze con prudenza, diligenza e perizia. È questa l'unica possibilità per andare esenti da responsabilità, in quanto è principio generale del sistema penale ritenere che l'ignoranza della legge non scusa, nè la disinformazione potrà mai essere giustificata. Non è sufficiente aver agito in buona fede, ma occorrerà sempre operare nel rispetto della normativa vigente con un comportamento che possa essere valutato esente da colpa.

BIBLIOGRAFIA E GIURISPRUDENZA DI RICHIAMO.

([1]) Per la dottrina in tema di art. 451 c.p. si veda per tutti: MANZINI, *Trattato di diritto penale*, vol. VI, 1983 p. 388 e segg.; ANTOLISEI, *Manuale di diritto penale*, vol. II, parte spec., pag. 466.

([2]) Per la giurisprudenza in tema di art. 451 c.p. si veda *Cass. 13-12-1969* e *Cass. 18-10-1979* e nota in *Cassazione penale ass. annot. 1981*.

([3]) V. da ultimo *Cass. 25-1-1983* e *Cass. 9-6-1982*.

([4]) V. *Cass. 6-6-1962*.

([5]) V. *Cass. 12 ottobre 1964*, secondo cui «*va tutelata l'incolumità di chiunque possa trovarsi nella situazione di pericolo in vista della quale sono prescritte le misure di sicurezza*» e *Cass. 29 maggio 1964* che richiama il principio del *neminem laedere*. (5 bis) si veda altresì il punto 94 dell'art. 4 della *Legge 26-7-1965 n. 966*.

([6]) V. *Cass. 14 marzo 1960* che prescinde dalla valutazione del numero dei lavoratori rispetto agli «*estranei*» affermando che «*per il criterio della norma penale*» le altre persone sono tutelate «*tutte le volte che l'omissione di quelle cautele abbia prodotto danno e questo sia in rapporto causale con l'omissione medesima*». Per le attività alberghiere si tenga presente la natura ormai permanente del nulla-osta provvisorio di cui alla *Legge 18-7-1980 n. 406* in relazione al *D.M. 16-2-1982* punto 84 e l'anomala figura del «residence».

([7]) V. *Cass. 30-8-1983;*

([8]) V. *Cass. 26-1-1983*.

([9]) V. *Cass. 10-3-1982; Cass. 2-9-1983; Cass. 26-3-1983*.

([10]) V. *Cass. 25-1-1982*.

([11]) V. *Cass. 29-1-1982*.

La sicurezza negli edifici civili, implicazioni tecniche

Giulio PIZZETTI (*)

Le implicazioni tecniche in tema di sicurezza degli edifici civili sono — come tutti sappiamo — molto vaste, variate ed in continua evoluzione in quanto legate ai molteplici avanzamenti di fronte dei settori tecnici e tecnologici: talvolta nascoste e imprevedibili fino al giorno in cui qualche infausto evento ce le rivela: come se — per parlare in termini di immunologia — le categorie di virus che si ritengono debellate vengano a risorgere ed a riproporsi attraverso nuovi, inattesi canali. Non penso quindi che in fase di presentazione del problema sia il caso di entrare in una rassegna analitica dei settori esposti e delle cause possibili della insicurezza negli edifici civili e tanto meno di trattare la casistica dell'infausto e del come prevenirlo. D'altra parte il programma delle varie giornate del seminario è impostato in termini così esaurienti e così ben articolati da far ritenere che le varie casistiche ed i vari aspetti settoriali saranno trattati a fondo, con tutta la cura possibile.

Pertanto, in fase di presentazione penso possa essere interessante cercare di ricondurci a considerazioni di carattere generale, e cercare di individuare, o quanto meno di prospettare come categoria, i «perché» del verificarsi di tante zone di insicurezza in un mondo tecnico che sembrerebbe così compiaciuto delle sue conquiste, così sicuro di tutto quanto ha proposto, così spesso proclive a considerare come superate — o almeno come ingenue — tante preoccupazioni sulla sicurezza di epoche anche recenti. Per individuare questi perché sarebbe stata necessaria una elaborazione critica di una massa enorme di dati, in un periodo storico abbastanza ampio: un compito troppo vasto e troppo ambizioso, sia per il poco tempo disponibile che per le difficoltà di reperimento dei dati da elaborare. Tuttavia ho cercato di far qualcosa, limitandomi come era inevitabile, ad un esame di campo che toccava la mia specialità, ossia quella dell'ingegneria strutturale, ritenendo che anche senza assurgere alla validità di «campione statistico» una indagine del genere potesse quanto meno offrire spunto di riflessione e discussione.

Così ho fatto riferimento a quanto offriva la letteratura tecnica in argomento e particolarmente quella inglese, forse la più meticolosa in campo di ricognizione dei guai capitati alla Ingegneria: e particolarmente ai volumi *Building Disasters and Failures* dello Scott e *Practical Studies of B.R.E. on Buildings Failures* con i riferimenti del caso alle riviste specializzate. Altra fonte interessante è stata una indagine svolta dall'American Concrete Institute e pubblicato su uno speciale *Technical Paper* del 1979 con la catalogazione ordinata di 277 casi di guai strutturali di notevole e di estrema gravità, verificatasi negli Stati Uniti, Canada e Messico: e con eguale indagine fatta per l'Europa con la presa in considerazione di circa 800 casi nella massima parte tali da poter implicare insicurezza grave o totale degli edifici. L'indagine toccava sia gli edifici civili che gli edifici industriali, ma nell'esame dei «perché» che ci interessa non ho fatto questa distinzione poiché mi pareva che non fosse necessaria.

Voglio notare peraltro che tutti i casi esaminati nell'indagine escludevano gli eventi eccezionali, ossia i deterioramenti e crolli derivanti da terremoti, inondazioni, o incendi. Anche se non vogliamo prendere per oro colato i risultati di questa indagine svolta tramite questionari orientati e motivati, e senza addentrarci nelle varie catalogazioni che ne fecero gli ordinatori, emerge tuttavia qualche dato interessante. Gli errori di progettazione e gli errori di esecuzione — magari sommati a concause secondarie — occupano una fascia molto grande della casistica: circa un 75%. Le cause difficilmente prevedibili o addirittura imprevedibili ai normali vagli di controllo, quali difetti specifici dei materiali, sorprese in campo fondazionale — e qui l'indagine riporta casi talvolta sorprendenti — occupano grosso modo il restante 25%. Pur con tutto il beneficio di inventario delle indagini statistiche, non può non emergere il «fattore umano» che è alla base di determinate situazioni di insicurezza. Va osservato tuttavia come questo «fattore umano» possa godere, in vari casi, di notevoli attenuanti per essere — a volte — stato compromesso contro o al di là delle sue rette intenzioni.

Un altro dato statistico che ritengo degno di essere rilevato è quello relativo ai casi di *crollo vero e proprio* di costruzioni che — grosso modo — rappresentavano circa il 40% dei casi di indagine. Ferme restando le cause, l'indagine del citato volume dello Scott — che abbraccia un periodo storico di circa un secolo, dal 1870 in poi — mette in evidenza come negli ultimi quarant'anni circa i crolli si siano eminentemente verificati in corso di costruzione ed in numero molto minore in costruzioni terminate ed in uso. Sostanzialmente, per ritornare alla questione di base che mi ero proposto ossia quella dei «perché» direi che se ci vogliamo limitare — almeno in prima battuta — alle cause relate al fattore umano è

(*) Ingegnere, professore ordinario di Tecnica delle Costruzioni, Politecnico di Torino.

possibile pensare di suddividerle in diverse categorie:

— una categoria che definirei di tipo oggettivo e che è la più importante perché legata ai rischi connessi all'avanzamento del fronte tecnico: rischi che possono essere celati e che portano a grosse difficoltà — non arrivo a dire alla impossibilità — di configurare e prevedere, sulla scorta della esperienza e delle normative di settore esistente, il verificarsi di un evento di insicurezza, in quanto correlato alla fisionomia di un prodotto tecnico nuovo o quanto meno fortemente innovativo;

— un'altra categoria io la vedo legata — è una opinione personale — a quello che definirei «l'orgoglio tecnico», ossia quella mentalità di compiacenza per i livelli di prestazione raggiunti, quella sicurezza di dominare ormai progettualità e tecniche costruttive, a causa della quale viene acquisita una sicurezza di procedimento che confina con la disinvoltura e che attutisce i vari campanelli d'allarme che funzionavano così bene quando si era alle prime esperienze;

— una terza classe, riguardante — non i grossi eventi di crolli o dissesti strutturali — ma certe deficienze e manchevolezze che tuttavia sono alla base di gravi situazioni di insicurezza o addirittura di eventi luttuosi; ed è quella riconducibile alla leggerezza, alla superficialità o addirittura alla ignoranza con la quale certi «particolari» costruttivi o di impiantistica vengono trattati in sede di progettazione, di esecuzione e di controllo (o meglio di assenza di controllo), superficialità e leggerezza che possono talvolta essere incoraggiate da intenti di lucro ma che generalmente nulla hanno a che vedere con tale intento tanto lieve o addirittura nullo è il divario di costo tra il «far le cose bene» oppure farle approssimatamente.

Inoltre mi pare degna di nota una considerazione che emerge da un esame storico-critico nell'arco di più di un secolo di tanti guai verificatisi nel settore della costruzione ed in quelli ad esso collegati: ed è la variazione, la distorsione, la emotività vorrei dire con la quale è stato visto il concetto di sicurezza man mano che si passava da progettualità di tipo eminentemente intuitivo a una progettualità sempre più razionalizzata e legata — se non a modelli matematici — quanto meno a precise definizioni numeriche. Da quando per la prima volta il concetto di «grado di sicurezza» fu introdotto nell'iter progettuale — se non erro dal Poleni nel 1743 in occasione degli studi per il rinforzo della cupola di San Pietro — esso è certamente stato un caposaldo di estrema importanza per l'ingegneria e per tutta la progettualità: ma quando esso è stato usato come un manto per coprire ignoranza, paura, incapacità di razionalizzare i problemi, oppure quando esso è stato mutuato in campi considerati erroneamente affini a quello in cui era nato, ha portato a grosse distorsioni della fisionomia stessa della sicurezza.

Per andare ora un po' più nel dettaglio delle categorie di «perché» che sono state elencate, osserviamo come la prima categoria possa essere considerata come la più importante e la più degna di accurata ricerca in campo di prevenzione. Gli esempi di riferimento possono essere molti e toccare vari dei settori oggetto di studio in questo seminario. Come strutturista, non posso fare a meno di fare riferimento ad un caso veramente esemplare in quanto rappresentativo per tutta una categoria di prodotti tecnici di largo mercato, quella dei cosiddetti «prefabbricati» — in calcestruzzo eminentemente — ma senza escludere a priori certe ossature in acciaio. Ed è la possibilità di «collasso a catena» organicamente connesso alla concezione ed alla realizzazione di determinati sistemi costruttivi. Di tale possibilità vi parlerà più specificamente il professor Levi nelle future giornate, io mi limiterò a ricordare il guaio che richiamò l'attenzione del mondo tecnico sul problema.

Esso fu il crollo di una intera zona angolare di una casa di abitazioni di 22 piani verificatosi a Londra, nel quartiere di Canning Town, nel maggio del 1968 alle 5,45 del mattino con un saldo relativamente basso di morti e feriti (cinque morti e diciassette feriti di cui quattordici leggeri). L'edificio era a struttura di grandi pannelli portanti prefabbricati e montati in opera: la meccanica del crollo, a ragion veduta, apparve assai semplice. Una esplosione di gas al 18° piano produsse l'esplosione di un pannello di parete portante esterna: mancando il supporto portante ai piani superiori, questi crollarono e la caduta del materiale che nella fattispecie era costituito da elementi di notevole dimensione e peso (per essere almeno in parte, grandi pannelli) provocò il crollo di tutti i piani sottostanti la zona interessata. In altri termini un cedimento — per cause accidentali — di un elemento portante aveva provocato un collasso a catena dato che il sistema costruttivo non offriva vie alternative alla discesa dei carichi.

Agli effetti, dal nostro punto di vista, è interessante riportare alcuni passi della relazione della Commissione di inchiesta «[...] *la estensione del collasso che seguì l'esplosione appare inerente alla concezione progettuale dell'edificio. Una mancanza progettuale rispetto alla quale mai i progettisti avevano pensato di premunirsi. Avevano progettato un edificio che consideravano sicuro nei riguardi di tutti gli usi normali: non avevano preso in considerazione gli eventi anormali* [...]. *Peraltro essi non erano i soli nell'atteggiamento adottato* [...] *caddero vittime, con tanti altri, della convinzione che — se un edificio rispondeva a tutte le regolamentazioni esistenti in sede di calcolo e di realizzazione — non poteva fare a meno di essere del tutto sicuro* [...]».

Parlando in generale, penso si debba meditare sulla circostanza che nei nostri percorsi progettuali,

possano esistere ancora certe «zone cieche» — per usare il termine felicemente introdotto dalla Commissione di inchiesta — che non ci permettono di prevedere quali malformazioni possono essere connesse a determinati e vistosi progressi della Scienza e della Tecnica del costruire. A tali «zone cieche» deve contrapporsi non tanto la pignolesca ricerca della casistica dei fatti anormali od eccezionali che possono essere cause innescanti di collasso, ma una illuminata revisione di concezione del progetto e neppure dobbiamo dimenticare che quanto detto ora per i sistemi costruttivi può essere esteso — con gli opportuni adattamenti — a molti settori che verranno toccati nelle future giornate.

La seconda categoria di pericoli alla sicurezza viene da quello che ho chiamato «orgoglio tecnico» che nasce dal compiacimento per le prodezze che siamo capaci di fare e dalla falsa sicurezza indotta dalla potenza e dalla portata del servizio analitico: la convinzione che il reperimento del modello matematico adeguato alla trattazione di un iter progettuale sia «per sé» garanzia di sicurezza proprio per il fatto che esso presenta una conseguenzialità perfetta ed ineccepibile: pertanto se il modello matematico è perfetto il prodotto costruttivo che esso ha guidato deve essere perfetto. Ne risulta una preoccupante confidenza con situazioni progettuali e costruttive pericolose e la presunzione di raggiungibilità di traguardi ai quali ci si deve per contro avvicinare con estrema prudenza. Valga come esempio significativo, anche se tenuto il più possibile nascosto — o per lo meno celato — dalla stampa specializzata, il crollo in corso di costruzione di una gigantesca torre di refrigerazione a Willow Point nel West Virginia, nell'aprile 1978, con un tragico saldo di 51 morti: un crollo che la rivista Engineering New Record definì, come gravità, secondo soltanto al crollo del ponte di Quebec sul fiume Lawrence, verificatosi nel lontano 1907, con 74 morti. Mi si obbietterà che sto uscendo di tema, che non si prevede di parlare di insicurezza connessa con procedimenti tipici di grandi opere specializzate e anagraficamente ascrivibili alle costruzioni industriali. Rientrerò subito in tema: l'esempio che ho riferito vuole solo illustrare la mentalità che si viene fatalmente a creare in progettisti e costruttori di fronte a certi vistosi avanzamenti del fronte delle costruzioni. Nella fattispecie le straordinarie possibilità offerte dalle tecniche delle casseforme rampanti ed i vistosi esempi di rapida realizzazione di enormi complessi di torri di refrigerazione alte fino a 200 metri con diametri dell'ordine dei 50-70 metri ha portato a spingere sempre più in là i traguardi dimensionali e le acrobazie dei cantieri rampanti: anzi, se il caso ricordato è stato il più clamoroso, non va dimenticato che, nella stessa epoca o quanto meno nell'arco di pochi anni, i casi di crolli parziali o di danneggiamenti a queste enormi torri di refrigerazione furono diversi. Nelle varie inchieste si parlò di molteplici cause che qui non è il caso di analizzare: a parer mio — e voi tutti avete il diritto di dissentire — la causa di base rimane una sola: eccessiva presunzione delle proprie capacità di progettisti e costruttori, ansia di superare i traguardi di ieri raramente giustificata da esigenze obbiettive dell'opera: una causa che si ritrova alla radice di tanti casi di danneggiamento o crollo di ponti, viadotti o edifici.

Per trattare ora della terza categoria, soffermiamoci un momento a pensare quali e quanti possano essere i punti deboli, agli effetti della sicurezza, dei complessi organismi che costituiscono i nostri edifici civili, per la grande quantità di dettagli che sono fatalmente affidati soltanto alla coscienza ed alla capacità di produrre e mettere in opera «a regola d'arte» da parte di tante categorie di fornitori, contrattisti, cottimisti nei riguardi dei quali raramente vengono effettuati adeguati controlli. Vari anni fa, venni chiamato dal Tribunale di Torino a dare consulenza tecnica d'ufficio in un caso pietosissimo: una bambina di quattro anni, andando in triciclo sul balcone, urtò contro le lastre di vetro con anima di rete metallica costituente il parapetto; la lastra schizzò fuori dai suoi alloggiamenti e la piccola cadde nel vuoto dal settimo piano. Si volle dar la colpa alla qualità ed alla costituzione della lastra di vetro; in realtà, ad un attento esame si constatò che le forchette di alloggiamento di quasi tutte le lastre di parapetto dei balconi oltre ad essere in numero assai esiguo, erano così mal eseguite e messe in opera che in taluni casi «mordevano» le lastre solo per pochi millimetri. Qui siamo di fronte a negligenza colposa di molti, dalla direzione lavori ai fornitori, né voglio toccare questo argomento. Penso solo che eventi così tristi dovrebbero avere una certa pubblicizzazione nelle categorie interessate perché solo una sensibilizzazione degli addetti ai lavori — oltre che degli utenti — potrebbe prevenire insicurezze del genere. Può apparire strana o addirittura di cattivo gusto una richiesta del genere: a nessuno piace l'elenco e la catalogazione dei guai eppure solo la conoscenza e la valutazione statistica del gran numero di incidenti ed accidenti derivanti da negligenze o leggerezze nella esecuzione di particolari apparentemente banali negli edifici civili, potrebbe portare a controlli e adeguamenti di normative.

Ed eccoci così giunti alla conclusione: una conclusione che, se vuol essere coerente con i «perché» analizzati, non può fare a meno di accennare a quanto ragionevolmente e razionalmente può esser fatto per migliorare la sicurezza dei nostri edifici. La normativa, anzitutto: è questo un punto di estrema importanza e delicatezza poiché non vi è dubbio che, in quei settori o in quelle «zone cieche» nelle quali la normativa non esiste o è carente, gli organismi di controllo non possono fare a meno di riferirsi alle maglie di controllo più strette, di carattere generale oppure cooptate per analogia al caso in questione: e questo può essere altamente penalizzante per il

progettista che — per conto suo — cercherà di evitare la penalizzazione trovando riferimenti più elastici e benevoli. Non vi è dubbio: la normativa saggia, equilibrata, onniveggente ed onnipresente — e nello stesso tempo chiara, sintetica e non penalizzante — è addirittura una utopia.

Tuttavia vi è ancora molto spazio di azione per gli operatori coscienziosi e di buona volontà: le zone cieche, le zone carenti ed approssimativamente coperte sono ancora molte e penso che nelle prossime giornate, non mancheranno di essere evidenziate, particolarmente quando si faranno confronti con le normative estere: né con questo intendo dire che tali confronti abbiano ad evidenziare posizioni nostre particolarmente deficitarie: dico solo che, in questo campo, quanto più estesi e vivaci potranno essere i confronti e i dibattiti fra molteplici esperienze e svariati punti di vista, tanto meglio sarà.

Inoltre vi è un altro campo che può ancora fare molto per la sicurezza: ed è il settore assicurativo; se tale settore, invece di limitarsi ad una pura azione di difesa, si impegnasse decisamente nel campo della prevenzione, si otterrebbe veramente un salto di qualità e di efficienza decisamente salutare per la sicurezza. Avendo lavorato per vari anni nel settore immobiliare di una società di assicurazioni, sono sensibile a questa categoria di problemi: e non posso fare a meno di ricordare il lodevolissimo compito di prevenzione che la struttura assicurativa francese sta svolgendo in tutto il settore delle costruzioni, attraverso qualificatissimi organismi di controllo in sede progettuale ed in sede esecutiva di quelle iniziative di costruzione che intendono godere di una copertura assicurativa veramente seria. Certo, è un costo supplementare che deve essere pagato ma che peraltro può essere tanto più ridotto quanto più se ne comprende l'importanza e le possibilità.

Per finire mi voglio scusare se vi è stata nella mia esposizione, una certa incongruenza fra la generalità con la quale desideravo affrontare il problema e la settorialità delle esperienze alle quali ho fatalmente fatto riferimento e che sono — come ho già detto — quelle tipiche di uno strutturista. Tuttavia penso che le categorie di «perché» che ho cercato di porre in evidenza possano, con gli adattamenti del caso, essere mutuate negli amplissimi ed importantissimi settori degli impianti tecnici che sempre maggiore importanza rivestono nella nostra vita di ogni giorno: ed in ogni caso, credo che il riferimento al fattore umano come fattore principale di produzione della sicurezza o dell'insicurezza non sia errato e possa essere ampiamente condiviso.

Problemi di sicurezza inerenti alle situazioni accidentali

Franco LEVI (*)

DEFINIZIONE

Nella terminologia in uso in tema di sicurezza strutturale s'intende quale «situazione accidentale» la condizione in cui viene a trovarsi la struttura a seguito di un evento che abbia danneggiato o distrutto alcuni dei suoi elementi portanti. Tipici esempi sono: la distruzione di uno o più pareti o solai a seguito di una esplosione da gas, l'asportazione di una pila di un ponte provocata da una piena eccezionale o dal cedimento della fondazione, l'eliminazione di una colonna portante di una ossatura per effetto di un urto, o, ancora, dei danneggiamenti gravi dovuti ad un incendio. Gli esempi elencati mettono chiaramente in luce il carattere difficilmente probabilizzabile degli avvenimenti di cui trattasi; donde la qualifica di «accidentale» che si attribuisce alla situazione che ne deriva.

Sempre con riferimento al vocabulario usato dagli specialisti, è importante distinguere le «situazioni accidentali» dalle «azioni accidentali». Queste ultime sono precisamente le cause che producono il danno. Tuttavia, ai fini progettuali, occorre considerare due casi. Per talune azioni accidentali, quali ad esempio i sismi o i venti eccezionali, si definiscono dei valori da introdurre entro apposite formule di combinazione delle azioni in base alle quali si istituiscono delle verifiche statiche atte a garantire una determinata probabilità di resistenza; per altre, si rinuncia a garantire l'integrità degli elementi strutturali direttamente colpiti e ci si limita a controllare che, dopo la distruzione locale, il danno non si propaghi (prevenzione del collasso a catena). Queste ultime verifiche vengono effettuate in assenza dell'azione accidentale, ma tenendo conto della presenza del danno.

(*) Ingegnere, professore ordinario di Scienza delle Costruzioni, Politecnico di Torino.

CENNI STORICI

È interessante osservare che la consapevolezza della necessità di preoccuparsi delle situazioni accidentali è stata acquisita solo negli ultimi quindiciventi anni. Ciò è dovuto certamente alla maggiore sensibilità delle moderne costruzioni agli effetti di danni localizzati. Non vi è dubbio infatti che le antiche costruzioni in muratura e le ossature monolitiche in cemento armato disponevano di maggiori riserve di resistenza delle strutture industrializzate molto più leggere e meno legate che si realizzano al giorno d'oggi.

Sta di fatto che il problema è venuto clamorosamente alla ribalta nel 1970 con l'incidente avvenuto in Inghilterra a Ronan Point. In una torre di 18 piani costruita con pannelli prefabbricati, una modesta esplosione da gas verificatasi in un locale d'angolo del 14° piano provocava infatti la distruzione su una dozzina di piani di un intero spigolo dell'edificio. La estensione del danno era stata determinata, sia dalla mancanza di sostegno dei pannelli sovrastanti il locale nel quale l'esplosione aveva asportato i pannelli d'angolo, sia dalla caduta dei frammenti sui piani sottostanti. Nel caso particolare, gli incatenamenti perimetrali erano scarsamente efficaci e non esisteva praticamente nessuna cucitura fra i pannelli sovrapposti e fra solai e pannelli verticali.

Al crollo di Ronan Point fece seguito una lunga azione giudiziaria nel corso della quale si poté accertare che nelle Raccomandazioni del Comitato Europeo del Cemento Armato (CEB) sulle costruzioni a pannelli, uscite un anno prima dell'incidente, figurava il seguente articolo la cui presa in conto avrebbe certamente evitato e per lo meno limitato, le conseguenze dell'accaduto.

Organizzazione generale della struttura

Non si insisterà mai abbastanza sulla assoluta necessità di realizzare una solidarietà effettiva dei vari elementi atta ad evitare una qualsiasi tendenza ad un funzionamento «a castello di carte» e di organizzare la struttura in conseguenza. A tal riguardo, la messa in opera d'incatenamenti in acciaio, meccanicamente continui, gli uni formanti cintura, gli altri destinati a collegare muri e facciate opposte e interessanti tutti i pannelli verticali, appare di una importanza primordiale.

Tali disposizioni presentano inoltre l'interesse di garantire una certa resistenza agli effetti di un evento accidentale (ad esempio, esplosione) e, quando questa resistenza non sia sufficiente, di limitare le conseguenze del danno arrecato all'integrità della struttura. Tuttavia, anche tali accorgimenti possono rivelarsi insufficienti se la concezione della struttura è difettosa.

Ho ritenuto opportuno riferire testualmente l'articolo di cui trattasi, sia per rendere omaggio a Jean Despeyroux, relatore della Commissione che ha redatto le Raccomandazioni citate, per avere saputo individuare con estrema chiarezza i termini del problema, sia per delineare i criteri che, ancor oggi, sono alla base di tutte le normative che trattano l'argomento. Ad esempio, la Circolare 6090 emanata ancora nel 1969 del Ministero italiano dei Lavori Pubblici al punto 0.2.1. (*Organizzazione generale delle strutture*) riproduce quasi parola per parola la proposta del CEB, aggiungendovi solo qualche chiarimento destinato a sottolinearne gli aspetti innovativi. Analoghi orientamenti si ritrovano nelle Istruzioni del CNR sulle strutture prefabbricate o industrializzate emanate nel gennaio 1984 nelle quali la necessità di «*limitare il rischio di collasso a catena, adottando provvedimenti tali da contenere la propagazione di un cedimento locale*», viene enunciata nella Parte Prima (punto 2.9.). Tale prescrizione riguarda le costruzioni prefabbricate o industrializzate sia mono che bidimensionali. Successivamente, l'argomento viene ripreso nella Parta Terza (elementi bidimensionali) con l'aggiunta di alcune indicazioni quantitative atte a facilitare le verifiche di stabilità nelle situazioni accidentali. Nulla è detto invece nella Parte Seconda relativa alle strutture prefabbricate formate da elementi monodimensionali. È auspicabile che tale carenza, imputabile alle difficoltà che s'incontrano in questo campo nel formulare regole di portata generale, venga colmata al più presto.

CENNI SUI PRINCIPI DI SICUREZZA APPLICABILI AI FENOMENI «ACCIDENTALI»

È noto che in tutti i settori dell'ingegneria civile tendono ormai a prevalere i metodi di verifica denominati «semiprobabilistici agli stati limite». Tali orientamenti si basano sulla definizione di una serie di «stati limite» caratterizzati dal raggiungimento di soglie al di là delle quali non sono più soddisfatti i criteri prestazionali che la costruzione deve rispettare. Tali criteri sono espressi, per quanto possibile, in termini probabilistici: si stabilirà, ad esempio, che la probabilità di raggiungere uno stato limite di esercizio (caratterizzato, ad esempio, da deformazioni o da aperture delle fessure prestabilite) non superi l'uno per cento. Tali valori numerici sono frutto di uno studio decisionale fondato su criteri di ottimizzazione economica.

Per quanto attiene ai fenomeni «accidentali», l'applicazione integrale di tale approccio incontra gravi difficoltà di carattere sia concettuale che economico. Mancano infatti adeguate basi statistiche e la copertura integrale dei rischi comporterebbe costi eccessivi. Per superare l'ostacolo, si adottano praticamente le seguenti modalità operative:

a) Per azioni accidentali ancora trattabili, sia pure in forma approssimata, per ora probabilistica

(ad esempio: sisma di forte intensità) si chiede che la struttura rispetti la probabilità di raggiungimento dello stato limite ultimo in presenza di sollecitazioni calcolate con formule di combinazione delle azioni del tipo:

$$S_d = S(F_a + G + P + \text{tutte le azioni probabili}) \quad (1)$$

dove S_d è la sollecitazione agente di calcolo, F_a un valore nominale dell'azione accidentale, G e P rispettivamente i valori rappresentativi delle azioni permanenti e della precompressione. Come si vede, nella (1) tutti i fattori di sicurezza applicati alle azioni che accompagnano l'azione accidentale sono eguali all'unità. Ciò deriva dalla netta prevalenza della variabilità dell'azione accidentale. Potrebbero teoricamente ridursi all'unità anche i fattori di sicurezza γ_m applicati alle resistenze (acciaio, calcestruzzo). In pratica però, per tener conto del danneggiamento provocato dal carattere ciclico delle azioni di forte intensità date dal sisma, si adottano dei coefficienti γ_m ridotti, ma superiori all'unità. Non è invece richiesta la verifica agli stati limite di esercizio.

b) Per situazioni accidentali, quelle precisamente di cui ci stiamo occupando, la verifica nei riguardi del rischio di estensione del danno (collasso a catena) si effettua con una formula analoga, nella quale tuttavia si elimina il termine F_a, e cioè:

$$S_d = S(G + P + \text{tutte le azioni probabili}). \quad (2)$$

Tale verifica si esegue sulla costruzione danneggiata, con coefficienti γ_m ridotti, tenendo conto di tutti i contributi statici di carattere complementare: collaborazione di elementi secondari (tramezzi, facciate non portanti); portata a sbalzo con la collaborazione dei cordoli; appendimenti attraverso incatenamenti verticali, funzionamento a catenaria con grandi deformazioni, ecc. In altri termini si chiede alla costruzione di disporre di una «seconda linea di resistenza», anche precaria, che consente di evitare un crollo generalizzato. Si dice talvolta che si deve evitare che il danno sia sproporzionato all'entità del dissesto locale.

È interessante rilevare che i concetti testè esposti contrastano con l'idea di rinforzare la struttura per consentirle di resistere all'evento e di predisporre accorgimenti atti ad evitare il danno. In effetti, soluzioni in tal senso sono state tentate a suo tempo. Ad esempio, dopo Ronan Point, una norma British Standard aveva imposto per un certo tempo di verificare la stabilità delle pareti per una pressione di 3000 kg/m². Altrove si era pensato di prevedere dei «pannelli-valvola» atti a scaricare le sovrappressioni date dall'esplosione. Ma ci si dovette presto ricredere: la realizzazione di pareti resistenti a forti pressioni si rivelò infatti largamente antieconomica e la creazione dei pannelli-valvola illusoria. In quanto l'efficacia del provvedimento è limitata a taluni tipi di miscele esplosive.

La sicurezza negli edifici civili: aspetti assicurativi

Gianfranco BOSSI (*)

Nella gestione del rischio l'imprenditore opera secondo tre direttrici distinte e complementari, sintetizzabili nei termini: *evitare*, *limitare*, *trasferire*.

«Evitare» e «limitare» sono oggetto della Prevenzione intesa nel significato più ampio della parola, cioè come insieme di provvedimenti tendenti a «prevenire» e di mezzi atti a «proteggere»: i primi operano nel senso di evitare l'insorgere di un sinistro, i secondi in quello di limitarne le conseguenze. Entrambi agiscono a favore della sicurezza. «Trasferire» rientra nel campo di diretto interesse delle Compagnie di assicurazione e si traduce essenzialmente in coperture assicurative: non si ottiene in tal modo una riduzione di rischio in assoluto, ma unicamente in termini economici. In effetti l'assicurazione ha come funzione quella di ripartire il carico economico di un danno tra un numero elevato di soggetti, in modo da renderlo individualmente sopportabile e mettere in condizione il singolo di disporre dei mezzi finanziari per ristabilire le condizioni ante sinistro. Una quota residua di rischio infine resta a carico dell'imprenditore. Ovviamente i diversi interventi devono essere correttamente calibrati in modo da ottimizzare i risultati, tenendo presente che i costi aumentano sensibilmente quanto più la probabilità residua di danno deve essere ridotta.

Gli Assicuratori intervengono quindi a valle della Prevenzione: non sarebbe perciò loro compito quello di promuoverla, in quanto tenuti unicamente a valutarne la portata ai fini di una corretta quantificazione del rischio assunto. Di fatto però ne diventano automaticamente dei promotori, dal momento che offrono in cambio un risparmio economico, es-

(*) Ingegnere, Associazione Nazionale fra le Imprese Assicuratrici.

sendo il costo della prestazione, come logico, minore a fronte di rischi ridotti. Tale risparmio si protrae nel tempo e trova quindi così maggiore consistenza.

Se si esamina il criterio seguito nella determinazione dei tassi nel settore incendio — sicuramente quello di maggior interesse ai fini del presente seminario — si può constatare che è strettamente legato, oltre che alla natura delle attività, alle caratteristiche costruttive dei fabbricati ed alle protezioni poste in atto, in sostanza alla Prevenzione. Per evidenti necessità operative, l'esame dei singoli elementi non è condotto oltre una certa misura ed è limitato ai parametri che, di fatto, risultano di maggiore rilevanza, in termini di frequenza e di magnitudo dei sinistri. L'analisi chiaramente è più spinta nei rischi di maggiore entità e che presentano minore omogeneità di caratteristiche: relativamente semplificata per il settore R.O. — i cosiddetti «rischi ordinari» comprendenti civili abitazioni, piccoli esercizi commerciali, scuole, piccole aziende, ecc. — diventa più dettagliata per quello R.I. riguardante le aziende industriali, i grandi esercizi commerciali, i depositi importanti, i teatri e così via.

Per quanto concerne i fabbricati, in particolare hanno peso le caratteristiche delle strutture, dei solai, delle pareti e delle coperture, essenzialmente sotto l'aspetto della loro resistenza al fuoco e della loro combustibilità o meno. Per quanto riguarda le protezioni, invece, sono valorizzate solo quelle poste in opera in aggiunta a quanto richiesto dalle Autorità: nel settore R.O. sono presi in considerazione gli impianti «sprinkler», in quello dei rischi industriali gli impianti fissi di spegnimento di qualsiasi natura, automatici e non, gli impianti di rivelazione, le squadre aziendali antincendio.

In generale si può affermare che nel computo del costo della prestazione vengono valorizzate le scelte operate a favore della sicurezza, eventualmente tramite specifiche valutazioni caso per caso, anche se il più delle volte ciò non traspare in modo manifesto in quanto resta conglobato nel procedimento di valutazione stesso. D'altra parte è fondamentale per le Compagnie — come è logico — disporre, anche a scopo riassicurativo, di indicazioni sulla maggiore o minore bontà dei rischi, per cui in fase assuntiva non è possibile trascurare l'analisi di cui sopra. Ciò vale anche in una situazione quale l'attuale, in cui sensibili sconti di natura commerciale possono far dubitare circa l'applicazione dei criteri operativi più strettamente tecnici sopra esposti. Quanto in questi anni avvenuto nel settore R.O. ed R.I. ha causato in effetti un appiattimento dei tassi verso il basso rendendo meno incisiva in termini economici la portata della Prevenzione, abbattimento ancora più evidente nel settore civile dove l'intervallo di variazione dei tassi è, per sua stessa natura, relativamente ridotto, almeno nei casi più comuni.

Questa la situazione attuale. A tempi presumibilmente brevi però si dovrebbe assistere ad una inversione di tendenza. Negli ultimi esercizi, infatti, si è registrata una caduta dei tassi soprattutto nei rischi medi e grandi a fronte di un costante sensibile aumento di sinistrosità, il che ha comportato un progressivo deterioramento del rapporto «sinistri a premi» (l'indicatore di riferimento del settore assicurativo). Per riequilibrarne l'andamento si cercherà un ricupero nei tassi e nel contempo si punterà in modo particolare sulla Prevenzione. Allo scopo, in sede associativa, proprio a partire dallo scorso anno, è stato dato avvio ad una intensa attività di studio: diverse Commissioni stanno operando nell'intento appunto di favorire al massimo i provvedimenti a favore della sicurezza, penalizzando per quanto possibile situazioni opposte. Gli argomenti sul tappeto sono numerosi e riguardano i molteplici aspetti legati alla Prevenzione: reazione e resistenza al fuoco dei materiali, compartimentazioni, impianti di protezione, affidabilità, ecc.

È prematuro ipotizzare i risultati cui giungeranno tali iniziative: potrebbero essere individuati standards minimi di prevenzione da richiedere in ogni caso, oppure essere determinati livelli di protezione diversi da attività ad attività, essere penalizzate carenze... e così via. In ogni caso, la tendenza è quella di incentivare la prevenzione pur entro i limiti concessi dal margine di manovra economico a disposizione. In questo riesame critico dell'intera materia si sta, ad esempio, puntando l'attenzione — e questo è in un certo senso una novità per gli assicuratori — sulla cosiddetta protezione di base, essenzialmente affidata agli idranti ed agli estintori. Sino ad ora ci si è solo interessati — come già accennato — degli impianti più sofisticati; gli estintori e gli idranti non erano stati presi esplicitamente in considerazione essendo di prioritario interesse per le Autorità. Si tende ora a valorizzare anche ai nostri fini questo tipo di protezione, valutando, oltre al numero ed alla razionalità di distribuzione delle apparecchiature, soprattutto l'efficienza del sistema inteso come insieme di mezzi e persone. L'opportunità di condurre detto riesame critico deriva anche dalla necessità che si avvertirà a breve — nel caso dei locali di pubblico spettacolo già si è presentata con la promulgazione del ben noto D.M. 6 luglio 1983 — di tenere conto pure nelle nostre valutazioni delle nuove normative che il Ministero dell'Interno sta approntando: la loro portata appare notevole e richiederà quindi anche un riesame dei criteri seguiti in campo assicurativo.

Parallelamente a questo lavoro dovrebbero prendere maggiormente corpo iniziative di particolare interesse per l'Utenza: si sta infatti sempre più concretizzando la tendenza verso l'offerta da parte delle Compagnie di un servizio di consulenza anche sul piano tecnico. Ciò si affianca a quanto già ora messo a disposizione come supporto in tale campo tramite le normative predisposte per gli impianti «sprinkler», per quelli di rivelazione d'incendio, per gli evacuatori di fumo, normative che in genere sono

adottate come veri e propri capitolati dall'Utenza e non di rado sono prese come riferimento dalle Autorità.

A completamento dell'esposizione, occorre infine ricordare il contributo che a livello associativo si sta offrendo nelle sedi più opportune — in particolare in seno al Comitato Centrale Tecnico del Ministero dell'Interno — alla messa a punto delle nuove normative di prevenzione.

Questo è quanto si sta facendo in campo antincendio; analoghe azioni vennero svolte e sono svolte in altri settori. Sembra opportuno segnalare, per esempio, gli studi riguardanti la garanzia terremoto, ora di grande attualità e, anche se esula dal mio campo specifico, quanto svolto nel Ramo « furti ». In questo settore proprio l'ANIA ha avuto un ruolo fondamentale nel definire le prevenzioni atte a contenere la sinistrosità. Tale iniziativa, poi trasferita in sede C.E.I. — dove si è messa a punto una normativa per gli impianti antifurto — e la recente collaborazione avviata con l'Istituto del Marchio di qualità si presentano come eloquenti dimostrazioni, qualora fossero state necessarie, di una costante sensibilità per i problemi connessi con la sicurezza.

Tema di questa giornata introduttiva al Seminario è « La presentazione dei problemi » legati alla sicurezza. Da parte mia ho cercato di attirare l'attenzione sulle iniziative attualmente sul tavolo degli assicuratori e ciò non tanto per illustrare semplicemente quanto stiamo facendo, ma piuttosto nell'intento di poter cogliere — anche se non immediatamente — utili suggerimenti da parte degli operatori presenti, suggerimenti che potrebbero risultare di valido supporto nelle scelte in corso. L'azione che stiamo conducendo riteniamo potrà tradursi in un sensibile vantaggio per l'Utenza stessa, in quanto a fronte di una maggiore sicurezza — fatto già positivo in assoluto — potranno essere contenuti i costi assicurativi, costi che, come già ricordato, si protraggono nel tempo. Ciò permetterà, inoltre, all'imprenditore di ridurre, se del caso, la quota residua di rischio a suo carico, trasferendone un'ulteriore parte agli assicuratori con un impegno economico ancora accettabile.

fossero state necessarie, di una costante sensibilità per i problemi connessi con la sicurezza.

Tema di questa giornata introduttiva al Seminario è la presentazione dei problemi legati alla sicurezza. Da parte mia ho cercato di attirare l'attenzione sulle iniziative attualmente sul tavolo degli assicuratori e ciò non tanto per illustrare semplicemente quanto stiamo facendo, ma piuttosto nell'intento di poter cogliere — anche se non immediatamente — utili suggerimenti da parte degli operatori presenti, suggerimenti che potrebbero risultare di valido supporto nelle scelte in corso. L'azione che stiamo conducendo riteniamo possa tradursi in un sensibile vantaggio per l'Utenza stessa, in quanto a fronte di una maggiore sicurezza — fatto già positivo in assoluto — potranno essere contenuti i costi assicurativi, costi che, come già ricordato, si protraggono nel tempo. Ciò permetterà, inoltre, all'imprenditore di ridurre, se del caso, la quota residua di rischio a suo carico, trasferendone un'ulteriore parte agli assicuratori con un impegno economico accettabile.

adottate come veri e propri capitolati dall'Utenza e non di rado sono prese come riferimento dalle Autorità.

A completamento dell'esposizione, occorre infine ricordare il contributo che a livello associativo si sta offrendo nelle sedi più appropriate — in particolare in seno al Comitato Centrale Tecnico del Ministero dell'Interno — alla messa a punto delle nuove normative di prevenzione.

Questo è quanto si sta facendo in campo antincendio; analoghe azioni vengono svolte e sono svolte in altri settori. Sembra opportuno segnalare, per esempio, gli studi riguardanti la garanzia terremoto, ora di grande attualità e, anche se esula dal mio campo specifico, quanto svolto nel Ramo «furti»: in questo settore, proprio, l'ANIA ha avuto un ruolo fondamentale nel definire le prescrizioni atte a contenere la sua diffusione. Tale iniziativa, poi trasferita in sede C.E.I. — dove si è messa a punto una normativa per gli impianti antifurto — e la recente collaborazione avviata con l'Istituto del Marchio di qualità si presentano come eloquenti dimostrazioni, qualora

Seconda Sessione

LA SICUREZZA NEGLI EDIFICI CIVILI, SECONDO LA NORMATIVA VIGENTE, RAFFORZATA CON LE NORMATIVE ESTERE, INDIVIDUAZIONE DELLE AREE SCOPERTE DA NORMATIVA, COMPATIBILITÀ DELLE NORME CON LA FUNZIONALITÀ ED ECONOMIA DEGLI EDIFICI

8, 15, 22, 29 marzo e 5 aprile 1984

LA PREVENZIONE
8 marzo 1984

Prevenzione degli incendi negli edifici civili

Giorgio MARINI (*)

Le radici della prevenzione incendi sono lontane e costituiscono ormai una tradizione nell'attività del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco. Nel 1949 i Prefetti della Repubblica emisero dei decreti che prescrivevano l'obbligo di assoggettare a parere e controllo del Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco alcuni edifici ed alcune attività pericolose. L'art. 12 della Legge 469 del 13 maggio 1961 elenca, tra i compiti dei Comandanti Provinciali dei Vigili del Fuoco anche l'espressione del parere di competenza prima della concessione della licenza di esercizio. Nel 1965 la Legge 966 ha formalizzato ancora meglio quest'obbligo rimandando a successivo Decreto Interministeriale l'elencazione delle attività soggette al controllo dei Comandi Provinciali dei Vigili del Fuoco.

Nel 1982, il 16 febbraio, è stato rivisto l'elenco di attività soggette al Controllo dei Vigili del Fuoco soprattutto per quanto riguarda la validità temporale dei Certificati di Prevenzione Incendi. Per la prima volta è stato inoltre esplicitato che devono essere sottoposti all'esame del Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco i progetti (nelle leggi precedenti la cosa era rimasta abbastanza sfumata) relativi alle attività elencate. Sempre nel 1982, nel luglio, col Decreto del Presidente della Repubblica n. 577, sono state meglio esplicitate le formalità da osservare per ottenere il parere o il controllo dei Vigili del Fuoco e quindi i Certificati di Prevenzione Incendi, con riferimento sia alla Legge 966 del 1965 sia al Decreto del Presidente della Repubblica n. 547 del 1955, art. 33 e seguenti. Tale Decreto tratta della sicurezza contro gli incendi negli edifici ove siano lavoratori dipendenti. Naturalmente non c'è edificio dove non ci siano lavoratori dipendenti ed in questa accezione e con questa interpretazione tutte le attività ove ci siano lavoratori dipendenti sono tenute ad osservare le norme ed i criteri di prevenzione incendi, indipendentemente dal fatto che siano poi soggette al controllo dei Vigili del Fuoco anche perché non si capirebbe per quale ragione un'attività che sia soggetta al controllo dei Vigili del Fuoco debba rispettare certe norme ed una che non lo sia, non le debba rispettare.

Ecco il quadro normativo generale nel quale si muove l'organismo che esamina i progetti ed effettua i controlli di prevenzione incendi. Nel Decreto Ministeriale del 1982, viene ribadito che sono soggetti ad esame del progetto e controllo dei Vigili del Fuoco gli edifici civili di altezza in gronda superiore ai 24 metri. In altre parti dello stesso Decreto dell'82 si dice: sono soggetti a detto esame gli ascensori degli edifici civili aventi altezza in gronda superiore ai 24 metri e con lunghezza di corsa superiore ai 20 metri. Inoltre sono soggette ad esame le autorimesse ed anche gli impianti termici di potenzialità termica superiore a 100.000 Kcal/h. Inquadrato il problema sotto l'aspetto legislativo, per quanto riguarda invece il quadro normativo di sicurezza, quindi delle norme tecniche specifiche, salvo per autorimesse e centrali termiche, esistono criteri che costituiscono la tradizione di sicurezza in Italia e che hanno costituito vanto dei Comandi Provinciali dei Vigili del Fuoco: rammento a me ed a Voi tutti che l'Italia è il Paese in cui sono meno rilevanti i danni e le vittime per gli incendi; sembra anacronistico dirlo a Torino, ma è la verità, che il nostro Paese è all'ultimo posto nella graduatoria internazionale per numero di vittime causate da incendi. Questo primato di sicurezza si deve, oltre che ai Vigili del Fuoco, al senso di responsabilità dei Progettisti e degli esecutori delle opere.

Per quanto riguarda gli edifici civili superiori ai 24 metri in gronda con recente D.M. del novembre 1983 è stato definito che l'altezza ai fini antincendi è la massima misurata dal livello inferiore della apertura più alta dell'ultimo piano abitabile e/o agibile, escluse quelle dei vani tecnici, a livello del piano esterno più basso. Ora, definita in modo univoco l'altezza ai fini antincendi, si sa quali siano gli edifici da sottoporre all'esame ed al controllo dei Vigili del Fuoco; vediamo quali siano i criteri e le norme di sicurezza antincendi nel campo delle costruzioni per civile abitazione e, limitatamente per ora, all'edifi-

(*) Ingegnere, Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Torino.

cio. Purtroppo, e questo è vero, talvolta i vigili del fuoco seguono criteri non perfettamente uniformi su tutto il territorio nazionale per mancanza di una normativa ufficiale. Peraltro posso dire che la bozza di normativa è pronta e sarà sottoposta quanto prima all'esame del Comitato Centrale Tecnico Scientifico per la prevenzione incendi.

Ho fatto parte del gruppo di lavoro che ha elaborato questa bozza di normativa e posso anticipare che la proposta non si scosta molto dalle tradizionali norme di prevenzione incendi per edifici civili applicate da anni a Torino e a Milano. Si propone di suddividere gli edifici in tre gruppi: edifici di altezza fino a 24 metri, da 24 a 30 metri, oltre 30 metri; probabilmente sarà inserita una norma specifica per gli edifici oltre i 60 metri.

Per quanto attiene al contenuto delle norme proposte, non ritengo di dovermi soffermare sui particolari in quanto le stesse non sono state ancora discusse dal Comitato Tecnico Centrale ed in considerazione del fatto che, parlando a Tecnici torinesi, le proposte, in pratica, sono già note perché già tradizione del Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Torino. Apposita normativa è già in corso di studio anche per gli edifici ad uso uffici e banche; è noto che nel Decreto Ministeriale del 16.2.1982 sono soggetti al parere e controllo dei Vigili del Fuoco, gli edifici adibiti ad uffici con oltre 500 addetti e di tale densità di affollamento dovrà tenersi conto.

Si è parlato di edifici in genere e naturalmente un rilevante problema è costituito da quelli a struttura metallica; sin dal 1961 il Ministero dell'Interno ha emanato una normativa (la circolare n. 91 che oggi ha valore di Decreto Ministeriale) per gli edifici civili con struttura in acciaio: l'ammissibilità o il grado di protezione delle strutture in acciaio è determinato dal carico d'incendio nell'edificio, o nel compartimento antincendi. In ogni compartimento deve essere calcolato il carico d'incendio, che, adottati i correttivi indicati nella norma, dà un indice che costituisce la classe di protezione delle strutture.

Concludendo, la norma di prevenzione incendi, per quanto riguarda gli edifici civili, prevedo non si discosti dalle enunciazioni che hanno costituito tradizione del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco. Nell'edificio abbiamo visto che un problema è costituito anche dalla centrale termica, che è soggetta a controllo se di potenzialità superiore a 100.000 Kcal/h, ivi compreso il serbatoio, se a combustibile liquido; la centrale termica rimane soggetta ai controlli, se di potenzialità superiore alle 30.000 Kcal/h nel caso funzioni a combustibile liquido o solido nei Comuni soggetti alla disciplina della Legge 615 contro l'inquinamento atmosferico; in questo caso tuttavia non sarà rilasciato un certificato di prevenzione incendi ma semplicemente un nulla osta.

Le centrali termiche a gas, invece, se inferiori alla potenzialità di 100.000 Kcal/h non sono soggette al controllo dei Vigili del Fuoco. In ogni caso, però, tutto ciò non esime il progettista o il titolare dal rispetto delle norme di sicurezza.

Per quanto riguarda le autorimesse, con capacità superiore a 9 autoveicoli il Decreto Ministeriale del 31/7/1934 è stato modificato, nel 1981, con Decreto Ministeriale del 20/11/1981 che reca norme sulle autorimesse destinate a parcheggi e rimesse. Tale Decreto Ministeriale sarà rivisto, alla luce di quanto emerso in questi anni di applicazione e chi vi parla ha ricevuto incarico di coordinare un apposito gruppo di lavoro per la revisione di alcuni aspetti di tale normativa.

Per quanto riguarda gli ascensori, anche per essi tra pochi mesi sarà emanata apposita normativa come da programma di lavoro che il Comitato Tecnico si è dato.

In conclusione vorrei ricordare che, purtroppo, il Comando dei Vigili del Fuoco di Torino, come molti altri, è in grave carenza di personale ed ha quindi un notevole arretrato. Questo arretrato, che ho segnalato più volte al Ministero, riguarda soprattutto sopralluoghi di controllo al fine del rilascio del Certificato di Prevenzione Incendi. Tutto questo è preoccupante ed è per questo che il Ministero dell'interno ha predisposto un apposito disegno di legge che potrebbe risolvere il problema; questo disegno di legge sta procedendo piuttosto rapidamente e riguarda sia i rinnovi dei certificati di prevenzione incendi sia i controlli sulle condizioni di sicurezza. Per quanto attiene al rinnovo, il d.d.l. prevede che, se le condizioni che consentirono il rilascio del precedente certificato di prevenzione incendi non sono mutate, il certificato stesso potrà essere rinnovato senza sopralluogo. Altra innovazione è che, nei casi di esame favorevole di un progetto, al termine dei lavori, in attesa del sopralluogo del Comando dei Vigili del fuoco, il tecnico abilitato può dichiarare con perizia giurata, che i lavori sono stati eseguiti secondo le norme vigenti ed ottenere in modo formale un nulla osta provvisorio che consente l'occupazione del locale e l'inizio dell'esercizio dell'attività e questo nulla osta dovrebbe avere valore due anni. Mi auguro che questo disegno di legge possa essere varato quanto prima.

La prevenzione dalle scariche atmosferiche

Giovanni BURZIO (*)

Gli edifici, che insistono nelle zone ove si manifestano fenomeni temporaleschi, dovrebbero essere tutti protetti contro le scariche atmosferiche. Tale affermazione è valida in linea teorica poiché una scarica elettrica di origine naturale può colpire qualsiasi edificio, indipendentemente dalla sua dimensione o esposizione. La scarica atmosferica è un fenomeno naturale; pertanto la sua manifestazione è legata ad un calcolo di probabilità che è funzione di più parametri. Le norme di buona tecnica consigliano l'installazione di protezioni sugli edifici che contengono materiali esplosivi o infiammabili, oppure sugli edifici che sono particolarmente esposti alle scariche atmosferiche. Le leggi e le norme vigenti si ispirano a tale principio. In generale si può affermare che tutti gli edifici contenenti materiali pericolosi ai fini degli incendi o delle esplosioni, indipendentemente dalla loro dimensione o esposizione, devono essere protetti. Tutti gli altri edifici devono essere protetti quando è alto il loro grado di esposizione.

La protezione deve sempre essere applicata quando vi è presenza di materiali pericolosi: in tale caso non si considera la probabilità di caduta di un fulmine. Negli altri casi la protezione è necessaria quando la probabilità di fulminazione è elevata. Gli edifici civili rientrano normalmente tra questi ultimi. La loro individuazione è chiaramente effettuata dalle norme CEI 11-11 par. 1.2.01 «[...] *uso abitazioni private o collettive o uffici, gli ospedali e le case di cura, i negozi e i magazzini di vendita, gli edifici di culto, di ritrovo e comunque aperti al pubblico* [...]».

Allo stato delle attuali conoscenze non è peraltro facile determinare in modo inequivocabile il valore di «*elevata probabilità di fulminazione*». Tale valore, come più avanti vedremo, è indirettamente e parzialmente indicato dal DPR 547 del 1955. Una recente sentenza della Pretura di Torino ha recepito il concetto di probabilità. Il progetto di Norme CEI per la protezione contro i fulmini di edifici e strutture (ediz. 1982) indica la metodologia di calcolo e si auspica che nella sua edizione definitiva, prevista per i prossimi mesi, indichi anche il valore. In questo momento la determinazione del valore è demandata al buon senso e alla sensibilità dei progettisti.

(*) Architetto, Azienda Energetica Municipale di Torino.

CARATTERISTICHE DELLA SCARICA ELETTRICA

Le caratteristiche della scarica elettrica sono estremamente variabili. Osservazioni e rilievi effettuati da ricercatori hanno dimostrato che la maggioranza delle scariche hanno un'intensità variabile da 3 kA a 30 kA con un tempo della fronte ripida compreso tra 0,1 e 1 μs. Tali scariche possono essere intercettate dagli impianti di protezione. Valori superiori dell'intensità di corrente 100 ÷ 200 kA sono presenti, per fortuna, in numero minore di scariche e possono causare danni. Osservazioni effettuate sui tetti di alcuni campanili del Canavese, privi di protezione, hanno evidenziato un numero notevole di «scalfitture» alle tegole con presenza di «bruciature» di colore nero. Tale fatto dimostra che la maggior parte delle scariche hanno una bassa intensità.

Le norme CEI 138-1 del 1976 al punto 1.3.03 dettano «[...] *si considerano casi di eccezionale severità quelli nei quali la corrente di fulmine abbia:*
— *ampiezze massime superiori a 80 kA;*
— *pendenze massime superiori a 60 kA/μs.*

Le statistiche permettono di associare a tali eventi una probabilità di verificarsi di circa il 5%».

PROBABILITÀ DI FULMINAZIONE

Il probabile numero di fulmini (N_f) che può colpire un edificio in un anno è determinabile seguendo le istruzioni fornite dal progetto di norme CEI del 1982

$$N_f = N_t \cdot A_{eq}$$

dove:

N_t è il numero di fulmini a terra per km² di superficie e per anno

A_{eq} è l'area equivalente dell'edificio in km².

Sempre dal progetto di norme CEI si ricava che per la zona (1) di Torino $N_t = 4$ fulmini/km²/anno. Tale valore risulta cautelativo in eccesso per le seguenti considerazioni:

— il livello isoceraunico della zona di Torino (numero dei giorni di un anno nei quali è stato udito almeno un tuono) è stato così valutato nel tempo dal prof. Bossolasco:
Moncalieri: 21,8 (anni di rilevazione 1866 ÷ 1935)

(1) L'ultimo progetto di norme CEI (ediz. 1984), per la zona di Torino, N_t vale 2,5 fulmini/km²/anno.

Lanzo: 15 (anni di rilevazione 1921 ÷ 1925)
Ivrea: 21,8 (anni di rilevazione 1871 ÷ 1878; 1914 ÷ 1921; 1923 ÷ 1935)
San Giovanni Canavese: 32 (anni di rilevazione 1893, 1895 ÷ 1898).

Gli ultimi dati disponibili si riferiscono al ventennio 1964 ÷ 1983 e sono stati ricavati dalle tabelle giornaliere dell'Ufficio Meteorologico di Torino dai quali risulta che il livello isoceraunico può essere valutato a circa 20; valore mediamente inferiore a quelli indicati dal prof. Bossolasco;

— il valore di N_t è valutabile utilizzando una delle seguenti espressioni indicate dalla R.G.E. del gennaio 1975:

$$N_t = N_i \ (0{,}1 + 0{,}35 \text{ sen } \alpha) \ (0{,}4 \pm 0{,}2)$$
$$N_t = N_i \ (1{,}9 \pm 0{,}1) \ (2{,}6 \pm 0{,}2) \cdot 10^{-3}$$

dove:

N_i = livello isoceraunico
α = latitudine della regione considerata.

Applicando la prima formula N_t per Torino vale circa 3, applicando invece la seconda formula N_t vale circa 1.

Considerando il livello isoceraunico estremamente variabile, bene ha fatto il CEI a valutare $N_t = 4$ che con il suo valore in eccesso può compensare i molteplici errori di calcolo probabilistico.

L'area equivalente dell'edificio è così calcolata:

$$A_{eq} = [(a \cdot b) + 10 \ (a + b) \ (C \cdot H + h) + 100 \ (C \cdot H + h)^2] \ 10^{-6}$$

dove:

a, b dimensioni trasversali, massime dell'edificio in metri;

h altezza convenzionale in metri dell'edificio;

C coefficiente che tiene conto delle caratteristiche orografiche della zona circostante l'edificio;

H differenza, in metri, tra la quota del punto o zona in cui è ubicato l'edificio o struttura e la quota media del terreno circostante, alla distanza di un km.

A titolo di esempio sono riportate nell'Allegato 1 le probabilità di fulminazione di alcuni edifici civili in Torino valutate dagli Uffici Tecnici dell'AEM.

Il progetto di norme CEI del 1982 allega, in modo assai intelligente, alcuni esempi di calcolo. I risultati confermano ovviamente le previsioni: le probabilità di fulminazione sono direttamente proporzionali all'altezza convenzionale e alla superficie dell'edificio in esame. Dalle osservazioni e dai calcoli eseguiti risulta che fra gli edifici civili, le scuole di Torino, hanno quasi tutte un'altezza convenzionale limitata, in quanto sono circondate da edifici che normalmente le sovrastano e quindi la probabilità di fulminazione è inferiore rispetto agli edifici circostanti.

Allegato 1

PROBABILITÀ DI FULMINAZIONE DI ALCUNI EDIFICI CIVILI IN TORINO

Edificio	Indirizzo	Altezza convenzionale m	Area considerata m^2	Probabilità di fulminazione N_f (fulmini/anno)	Anni 1 fulmine
Castello del Valentino	Parco del Valentino	25,25	18.648	0,4864964	2,05
Borgo medioevale	Parco del Valentino	26,00	9.750	0,4115048	2,43
Grattacielo Piazza Castello	Piazza Castello	43,7	1.320	0,83538	1,19
Grattacielo Piazza Solferino	Piazza Solferino	29,2	588	0,40064	2,5
Grattacielo Piazza Statuto	Piazza Statuto	22,6	560	0,24936	4,01
Mole Antonelliana	Via Montebello	145,8	2.150	9,054032	0,11
Palazzo Madama	Piazza Castello	21	7.227	0,349788	2,85
Uffici Municipali	Piazza S. Giovanni	12,3	2.380	0,120712	8,28
Municipio	Piazza Palazzo Città	1,3	7.452	0,03948	25,33
Scuola Lessona	Corso Regio Parco 19	6,15	2.310	0,0492148	20,3
Succursale Scuola Lessona	Via Fiochetto 29	1,15	2.496	0,0151128	66,2
Scuola Vigliardi Paravia	Via del Carmine 14	3,2	2.813	0,029	34,5
Scuola Balbis	Via Assarotti 12	—0,5	3.861	0,013054	76,6
Scuola Birago	Corso Novara	3,7	7.568	0,0615	16,3

PERIODO DI MAGGIORE PROBABILITÀ DI FULMINAZIONE

A Torino, nel corso dell'anno, il periodo di maggiore probabilità di fulminazione, va da maggio a settembre. Il periodo diurno di maggiore probabilità è compreso fra le ore 14 e le ore 21. Al fine della sicurezza delle persone presenti negli edifici pubblici questi dati non sono trascurabili poiché contribuiscono a diminuire sensibilmente la possibilità di evento concomitante con la presenza di persone. Basti pensare alle scuole che sono chiuse dal mese di luglio e comunque quasi mai attive nelle ore tarde pomeridiane.

EFFETTI DELLA SCARICA ATMOSFERICA

L'effetto più dannoso della scarica atmosferica è quello termico. L'energia trasformata in calore è direttamente proporzionale alla resistenza che la scarica incontra per disperdersi a terra e al quadrato del valore istantaneo della corrente.

Ai fini della protezione è importante dunque il valore della resistenza della struttura. Materiali buoni conduttori e di sezione appropriata non permettono lo sviluppo di apprezzabili quantità di calore. La scarica elettrica, nell'attraversare materiali non conduttori e contenenti elevata quantità d'acqua, provoca a volte fenomeni di esplosione, dovuti alla rapida vaporizzazione dell'acqua. Ciò accade negli alberi e nei muri molto umidi. Fenomeni di fusione dei metalli sono stati riscontrati sulle punte acuminate dei parafulmini.

Le strutture degli edifici civili assorbono discretamente bene gli effetti termici della scarica, in quanto è quasi sempre presente una via preferenziale per la dispersione a terra: ferri di armatura, pluviali, tubazioni, ecc. Gli edifici pubblici denunciano quasi sempre bassi carichi di incendio e in essi difficilmente sono presenti materiali esplosivi o incendiabili.

TIPI DI PROTEZIONE

Quando è necessario, sugli edifici civili si installano normalmente parafulmini a gabbia, basati sul noto principio di Faraday, che tendono a disperdere a terra le scariche interessanti il solo edificio protetto. Il sistema di protezione a gabbia si maschera discretamente con l'architettura degli edifici. Le norme CEI e la bibliografia disponibile forniscono tutte le istruzioni per la costruzione di una buona protezione contro le scariche atmosferiche.

In presenza di particolari strutture è a volte necessario impiegare i teleparafulmini che sono costituiti da funi sospese sopra le parti da proteggere. Per la protezione degli edifici non sono consigliati i parafulmini di Franklin e radiattivi poiché tendono a captare le scariche delle zone adiacenti. L'impiego dei parafulmini radiattivi impone infine il rispetto delle onerose norme prescritte dai Medici Provinciali e dall'Ispettorato del Lavoro.

Un parafulmine è essenzialmente costituito da tre elementi: *organi di captazione*, *organi di discesa*, *dispersore*. Tutti e tre gli elementi devono essere elettricamente collegati fra di loro.

Gli organi di captazione sono costituiti generalmente da maglie che coprono la copertura dell'edificio. Le maglie, con dimensioni massime 16 × 20 m, possono essere realizzate con conduttori in rame, in alluminio o in acciaio. Le sezioni dei conduttori sono ovviamente commisurate alla natura dei materiali impiegati. Se le coperture degli edifici sono metalliche possono essere considerate organi naturali di captazione, ma devono avere appropriato spessore e garantire la continuità elettrica fra le varie parti.

Gli organi di discesa o calate devono essere generalmente posti all'esterno degli edifici. Le norme CEI 138-1 punto 2.2.01 dettano: «Il numero delle calate non deve essere inferiore a due e deve essere tale per cui due successive calate non distino fra loro più di 20 m misurati lungo la periferia della costruzione da proteggere...». Quando gli edifici hanno altezze superiori ai 20 m le calate devono essere collegate tra di loro mediante anelli conduttori. Anche per gli organi di discesa possono essere utilizzate le calate naturali esistenti eventualmente sugli edifici quali ad esempio le strutture portanti metalliche, i tubi pluviali o gli infissi metallici. Devono sempre essere verificate le condizioni indicate per gli organi di captazione: continuità elettrica e spessori adeguati. Il progetto di norme CEI prevede l'impiego dei ferri di armatura delle strutture in cemento armato quali calate naturali. È necessario però che «[...] *la loro resistenza misurata in corrente continua fra due punti qualunque della struttura stessa non sia superiore a 0,1 Ohm* [...]». Sono state effettuate misure sui ferri di armatura di alcuni edifici, ma in nessuno di essi sono state riscontrate caratteristiche di continuità e di resistenza idonee. Per i costruendi edifici pare questa una via assai conveniente purché la continuità elettrica dei ferri di armatura sia dichiarata dal progettista e dal costruttore della struttura stessa.

Per i dispersori valgono le prescrizioni delle norme CEI 138-1 che al punto 2.3.02 dettano: «[...] *I migliori risultati, anche dal punto di vista della limitazione dei gradienti di tensione sulla superficie del suolo all'esterno dell'edificio, si ottengono con un dispersore ad anello o, nel caso di terreno ad elevata resistività, con un dispersore a rete. Il dispersone ad anello è costituito da un conduttore nudo interrato ad una profondità di 0,5 ÷ 2 m all'esterno del perimetro della costruzione da proteggere. È consigliabile che esso venga integrato con picchetti, preferibilmente in corrispondenza dei*

Allegato 2

CARATTERISTICHE DEI DISPERSORI REALIZZATI IN ALCUNE SCUOLE DI TORINO

Scuola	Indirizzo	Numero picchetti	Resistenza media di ogni picchetto Ohm	Lunghezza del dispersore lineare m	Resistenza totale dell'impianto Ohm
Scuola Elementare Manzoni	Corso Svizzera 63	20	165	415	0,58
Scuola Media F.lli Rosselli	Via Ricasoli 15	19	140	250	2,1
Scuola Elementare Walt Disney	Via Pinchia 11	14	127	145	2,45
Scuola Elementare Baricco	Corso Peschiera 380	52	185	950	0,9
Complesso Scolastico Gioberti-Mameli	Via S. Ottavio	29	55	370	0,5
Complesso Scolastico Boselli R. di Netro	Via Valfrè	27	132	460	1,6
Istituto Professionale G. Galilei	Via Lavagna 8	16	215	310	1,0
Succursale Regina Margherita	Via G. Bruno 3	7	45	95	1,6
Succursale Regina Margherita	Via Bidone 33	9	265	60	1,5
Istituto Professionale Vigliardi Paravia	Via del Carmine 14	13	8	215	1

punti in cui le calate sono collegate all'anello». Nell'allegato 2 sono riportate le caratteristiche degli impianti di messa a terra di alcuni edifici scolastici del Comune di Torino, sui quali è stata installata la protezione contro le scariche atmosferiche. La resistenza totale dell'impianto varia fra 0,5 e 2 Ohm. La resistività terreno, in Torino, varia fra 300 e 800 Ohm metro. Quando la resistività del terreno lo richiede è necessario installare conduttori dispersori radiali.

Le attuali conoscenze delle norme di buona tecnica e le indicazioni fornite dalle norme CEI permettono la costruzione di idonei impianti di protezione. Ciò vale normalmente per gli edifici in costruzione, ma non per gli edifici esistenti ed in particolare per quelli ubicati nei centri urbani.

Sugli edifici esistenti non sono facilmente applicabili tutti i dettami delle norme. La posa degli elementi di captazione e di discesa è condizionata dalla forma e dall'architettura dell'edificio e il più delle volte è necessario ricorrere a compromessi tali da mettere in dubbio l'efficacia stessa degli impianti. La costruzione degli impianti di messa a terra è assai difficoltosa poiché il perimetro degli edifici confina il più delle volte con i marciapiedi sotto i quali insistono i sottoservizi (cavi per energia elettrica e telefoni, condutture per acqua e gas, scarichi di pluviali, ecc.).

Per tutte le considerazioni sopra indicate l'installazione di parafulmini sugli edifici pubblici esistenti nei centri urbani dovrebbe essere effettuata solo nei casi di comprovata necessità: alto grado di esposizione e/o presenza di alti carichi di incendio.

COSTO DI IMPIANTO

Il costo medio di impianto delle protezioni contro le scariche atmosferiche installati su alcune scuole di Torino, per ogni aula è di circa L. 900.000. Tale costo comprende anche gli oneri per il ripristino del suolo pubblico che incidono per circa il 33%. Da questi dati si può presumere che l'incidenza del parafulmine sul costo di un'aula per un nuovo edificio non dovrebbe superare l'1%. Risulta quindi che il costo dei parafulmini per i costruendi edifici è trascurabile. Rappresenta invece un onere non indifferente per tutti gli edifici esistenti. Per tutti gli edifici pubblici della Città la spesa si può stimare in circa 40 miliardi di lire.

COSTI DI ESERCIZIO

Gli impianti costruiti necessitano di verifiche periodiche (una ogni due anni) e di riparazioni dei danni causati dagli eventi naturali o dagli eventi fortuiti, ad esempio la riparazione dei tetti che comporta certamente la manomissione degli organi captatori. Ai costi attuali si può ipotizzare un onere annuo di lire 150.000 per ogni edificio.

LEGGI E NORME

Il DPR 547 del 1955 (artt. 36-37-38-39) e il successivo DPR 689 del 1959 (tabella B) prescrivono che la protezione contro le scariche atmosferiche deve essere installata nelle «*aziende in genere nelle quali sono occupati contemporaneamente in un unico edificio a più di un piano oltre 500 addetti*». L'inosservanza di tale dettame è punita penalmente in base agli articoli 35, 36, 38 (particolari divieti di uso d'acqua per spegnimento di incendi, lavorazioni pericolose, scariche atmosferiche) con l'ammenda da L. 50.000 a L. 100.000.

Il legislatore, già negli anni '50, introduceva indirettamente e parzialmente il concetto di grado di esposizione poiché indicava il numero di addetti ed il piano fuori terra e con ciò si fissava una dimensione minima. I 500 addetti individuavano sicuramente la grande industria poiché i parametri di allora la definivano quando il numero degli addetti era superiore a 300. Nello spirito del legislatore vi era però un altro concetto: la presenza di materiali infiammabili. Raramente esiste un grande stabilimento che non disponga di magazzini sussidiari per vernici, solventi, combustibili, ecc., e magazzini per stoccaggio merci. Pare pertanto singolare applicare tale legge agli edifici civili che, come si è già detto, hanno generalmente un basso carico d'incendio.

Per le scuole in particolare esiste il DM 18/12/1975 «*Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica* [...] *da osservarsi nell'esecuzione di opere di edilizia scolastica*» che al punto 5.4.6. precisa che «*tutti gli edifici dovranno essere muniti di impianto per la protezione dai fulmini*». Le norme del DM 18/12/1975 devono intendersi *prescrittive* per i progetti afferenti ai nuovi programmi ed a quelli già esistenti per i quali non ancora si è provveduto alla progettazione delle relative opere, mentre hanno carattere *indicativo* per i progetti in corso di esecuzione, o già approvati, o in fase inoltrata di approvazione e per gli ampliamenti, adattamenti e completamenti di edifici già esistenti (punto 5.7). Il DM non stabilisce in modo esplicito sanzioni penali per l'inosservanza delle norme. Il dettame del DM pare corretto se applicato nel contesto generale delle norme tecniche che prevedono, tra l'altro, maggiori superfici per alunno rispetto ai vecchi edifici scolastici e comunque grandi spazi aperti attorno ai fabbricati. Con ciò si individua indirettamente una struttura assai esposta. Richiamare l'applicazione del punto 5.4.6. sugli edifici vecchi, ubicati nei centri urbani e confinanti con i marciapiedi delle vie cittadine, non risulta corretto.

CONCLUSIONI

L'esperienza ha dimostrato che sono pressoché nulli i danni alle persone che operano negli edifici civili e che minimi sono i danni ai manufatti e comunque sempre riferiti a strutture molto esposte. Le leggi e le norme vigenti non si applicano facilmente agli edifici esistenti per difficoltà tecniche.

Il progetto di norme CEI indica le modalità di calcolo per determinare la probabilità di fulminazione di un edificio. Non è indicato il valore di «*elevata probabilità di fulminazione*». Una recente sentenza della Pretura di Torino indica un «*rischio molto basso*» la caduta di un fulmine ogni 11 anni e sei mesi. Tale valore o altro molto vicino, in mancanza di istruzioni più precise, può essere accettato in via prioritaria poiché individua quasi certamente edifici con altezza convenzionale non molto elevata rispetto a quelli circostanti. Il già citato progetto di norme CEI al punto 2.2.01 detta: «*Il valore limite della probabilità di fulminazione può essere fissato dalle autorità competenti*». In attesa che le autorità si pronuncino in modo definitivo su tale valore, considerato anche il notevole impegno finanziario richiesto per installare parafulmini su tutti gli edifici civili e la loro dubbia efficacia, pare opportuno procedere per gradi.

La gradualità può ad esempio prevedere l'iniziale installazione di protezioni solo sugli esistenti edifici che denunciano una probabilità di fulminazione superiore a una ogni dieci anni. Successivamente, e sempre in mancanza di più precise istruzioni, si procederà alla protezione degli edifici con valori meno elevati di rischio. I Vigili del Fuoco potranno ovviamente richiedere le protezioni sugli edifici ad alto carico di incendio indipendentemente dal grado di esposizione.

I calcoli effettuati, dagli Uffici Tecnici dell'AEM, per la determinazione del valore di probabilità di fulminazione su molti edifici civili di Torino evidenziano che i valori di probabilità di fulminazione compresi fra uno ogni dieci anni e uno ogni venti anni, individuano edifici largamente protetti da quelli circostanti. A tempi brevi è necessario però che le competenti autorità si pronuncino in modo preciso sul valore limite accettabile di probabilità di fulminazione. È auspicabile infine che sia attivata una sistematica rilevazione degli eventi atmosferici e dei danni arrecati alle persone e alle cose. Con ciò si potrà sempre più affinare il valore di rischio accettabile. Il fenomeno delle scariche atmosferiche determina notevoli attenzioni sugli edifici civili, ove i danni alle persone sono quasi nulli. Analoghe attenzioni dovrebbero essere rivolte ai luoghi di riunione all'esterno ove i danni alle persone sono esistenti e tangibili. È pur vero che in caso di temporali il pubblico tende ad abbandonare i siti esterni, ma ciò non avviene facilmente negli stadi, negli ippodromi, negli autodromi, ecc., ossia ovunque vi sono spettacoli di grande interesse. È proprio in tali luoghi che i pericoli sono maggiori e pertanto l'attenzione dovrebbe qui accentrarsi.

La prevenzione degli infortuni

Mario FASANO (*)

Affrontando il tema della prevenzione degli infortuni negli edifici civili, sarà utile fare subito una precisazione. Parlando di infortuni torna immediato il riferimento agli infortuni sul lavoro, ma nel caso nostro tale riferimento è limitativo e non pare giusto che la nostra ricerca sia diretta esclusivamente a quelle persone classificabili come lavoratori dipendenti, trascurando tutti gli altri utenti dell'edificio stesso. È vero che su alcuni argomenti, l'estensione della normativa di legge e tecnica attualmente in vigore negli ambienti di lavoro può, senza eccessive difficoltà, essere traslata anche agli altri ambienti, ma in molti casi ragioni estetiche o di prestigio finiscono per ostacolarne l'applicazione. È implicito che, in ogni caso, la normativa citata trova immediata applicazione quando l'infortunato sia lavoratore che si trova a prestare il suo servizio su impianto o apparecchiature dell'edificio, oppure alle dipendenze della gestione dell'edificio stesso. Molti tuttavia rimangono i punti in cui la normativa è inesistente o, se pur esiste, è talmente vaga da non costituire un elemento orientativo nella scelta delle soluzioni. Vedremo di esaminare qui appresso alcuni aspetti che sembrano particolarmente importanti per la prevenzione degli infortuni diretta agli utenti di un edificio civile.

CANCELLI A CHIUSURA AUTOMATICA

La normativa sulla materia è alquanto carente ad esclusione della norma UNI 4597 del giugno 1981 - *Cancelli a chiusura automatica, criteri costruttivi e dispositivi di protezione contro gli infortuni*. È intuitivo che i cancelli automatici del tipo scorrevole o a battente possono costituire motivo di rischio anche grave, in relazione alle loro caratteristiche costruttive ed al loro posizionamento. Tali rischi sono sostanzialmente dovuti a schiacciamento e cesoiamento, e possono essere entrambi presenti contemporaneamente, sia nella fase di apertura come in quella di chiusura. Non va dimenticato che essi, nella maggior parte dei casi, trovano impiego negli accessi a cortili, garage o zone di sosta in genere non presidiate.

Lo schema di funzionamento è sempre dotato di temporizzatore, per cui almeno la fase di chiusura avviene senza controllo da parte di chi ne ha comandata l'apertura. Non è da escludere che la stessa apertura, sia essa con chiave o con scheda magnetica, sia ancora mediante radiocomando, possa avvenire da un punto da cui non sia completamente visibile la zona di movimento del cancello stesso. È ovvio quindi che il cancello dovrà essere costruito ed installato seguendo criteri schematici tali per cui il cancello stesso possa arrestarsi ed invertire il moto in presenza di un qualsiasi ostacolo incontrato lungo la sua corsa. Tali criteri investono ogni tipo di cancello scorrevole o a battente. Si parlerà allora di costole mobili elettriche o pneumatiche, di bande di cellule fotoelettriche o in genere barriere immateriali, il cui posizionamento ed orientamento tuttavia dovrà risultare di volta in volta da un'attenta analisi del problema, prendendo in esame tutti i punti e le zone in cui può presentarsi il rischio di schiacciamento:

— cancello a battente unico che va a contatto con parete ad apertura ultimata;
— cancello a due battenti che si trovi in condizioni analoghe;
— cancello scorrevole che in apertura vada a contatto con strutture fisse;
— cancello a battente unico che va a contatto con parete, cancellata, pilastrino a chiusura ultimata;
— cancello a due battenti al termine della chiusura e cioè quando si accostano i due battenti tra di loro;
— cancello scorrevole che in chiusura va contro strutture fisse.

Il rischio di cesoiamento è particolarmente presente nei cancelli scorrevoli per la sovrapposizione che viene a crearsi nel moto relativo tra il cancello e le parti fisse. Tale rischio poi può essere presente per tutta la corsa nei due sensi quando, sia il cancello che la struttura fissa, siano costituiti da elementi verticali. Non va poi trascurato il pericolo di convogliamento in generale da parte del cancello in moto, pericolo che si accentua particolarmente quando il cancello stesso si trovi posizionato su rampa con possibilità, nella fase di chiusura di convogliamento dell'ostacolo con la parte inferiore del telaio.

PORTE AUTOMATICHE PER PASSAGGIO PEDONALE

Trovano impiego prevalente negli edifici destinati ad uffici o edifici direzionali. Anche se non così accentuati, i rischi che esse presentano sono della stessa natura di quelli esaminati in precedenza, siano esse scorrevoli o a battente. Il loro funzionamento è

(*) Ingegnere, I.E.C., Industrial Engineering Consultants Torino.

normalmente comandato dalla stessa persona utente la quale viene a trovarsi su pedana sensitiva o ad intercettare un raggio luminoso. Prima che la porta si chiuda deve intervenire un temporizzatore oppure il comando dato dalla stessa persona utente con sistemi analoghi ai precedenti. È evidente che il rischio compare per altra persona in arrivo che ritenga di poter usufruire della porta già aperta. Per tale ragione la porta deve essere dotata di dispositivi di sicurezza che ne interrompano il moto e ne provochino la riapertura (normalmente si tratta di costole mobili agenti su componenti elettrici o su circuito pneumatico).

Un breve cenno sarà necessario sui criteri di sicurezza che non vanno trascurati sulle porte per passaggio pedonale del tipo a bussola. Si tratta di porte doppie che delimitano una zona ristretta di sosta, consentendo attraverso lo schema l'apertura della seconda porta solo quando è avvenuta la chiusura della prima. Comunque sia il sistema di consenso all'apertura della seconda porta, spia luminosa per l'azionamento a pulsante manuale o temporizzatore per l'apertura automatica, rimane sempre la necessità di rendere possibile l'apertura nel caso di mancanza di energia o guasto del sistema. Pertanto le porte del tipo a bussola dovranno essere dotate di sistema di frizione o altro analogo che ne consenta l'apertura manuale oppure se si vuole arrivare a soluzioni più raffinate, l'alimentazione ausiliaria che si inserisca automaticamente alla mancanza della fonte primaria.

PORTE E PARETI COMPLETAMENTE IN VETRO

Il vetro, grazie alla sua trasparenza, consente di sfruttare al massimo la luminosità naturale ed artificiale, ma essendo pressoché invisibile in certe condizioni di luce, può essere facilmente urtato con i rischi tipici dell'urto e dell'eventuale rottura. Per far salve le ragioni estetiche che hanno portato alla riduzione al minimo o alla eliminazione totale delle intelaiature, è istintivo ritenere di poter eliminare il rischio di rottura con l'aumento dello spessore della lastra o con la scelta di vetri del tipo temperato, retinato, stratificato. Se è vero che il rischio di rottura viene così limitato, è altrettanto vero che si aggrava il rischio dovuto all'urto.

I criteri di prevenzione consigliano invece che la lastra sia posta in evidenza mediante contrassegni, decalcomanie, strati interni colorati, opacizzazione, applicazione di maniglie massicce, ecc. Ciò parrebbe in contrasto con le ragioni estetiche che hanno portato alla scelta della lastra di vetro, ma può non esserlo più quando le dimensioni, i colori e le figure geometriche o artistiche dei componenti destinati ad evidenziare la lastra, vengano definite in sede di progetto in una visione estetica generale, così da rappresentare nel contempo anche elementi decorativi dell'ambiente.

VETRI DI SICUREZZA

Sembra superfluo ricordare qui che la scelta del tipo di vetro in funzione del suo impiego trova indicazione nelle norme UNI 6534-7142-7143-7697. Essendo queste le uniche norme tecniche che riportano i criteri di sicurezza per l'uso del vetro nelle costruzioni edilizie, è chiaro che trascurarle potrebbe costituire un evidente elemento di responsabilità.

BALCONI, TERRAZZI

Il problema della sicurezza su balconi e terrazzi investe due aspetti: il pericolo di precipitazione delle persone e il pericolo di caduta di oggetti.

Sicuramente dal punto di vista costruttivo è più importante il primo aspetto che, oltre ad essere trattato dagli articoli 26 e 27 del D.P.R. 547 e artt. 16 e 24 del D.P.R. 164, è richiamato, sia pure sommariamente, nei regolamenti edilizi. Considerando la sicurezza diretta all'utente sarà bene evitare la soluzione indicata dal citato D.P.R. 547 nella definizione del parapetto normale, se si considera che gli elementi orizzontali costituiscono scaletta per i bambini. Per tale ragione sono da scartare tutte quelle soluzioni che, presentano elementi orizzontali continui o discontinui, reticolari o che, comunque realizzati, permettano l'appoggio del piede. Fatti salvi gli interassi stabiliti dai regolamenti edilizi sono sempre preferibili ai fini della sicurezza ringhiere ad elementi verticali oppure obliqui con inclinazione superiore a 45°. Diversamente si può ancora optare per le soluzioni a parete cieca.

Sarà poi comunque importante rispettare le altezze minime che per la dipendenza di lavoro sono stabilite in un metro. È evidente che anche lo spessore ha una sua importanza al fine di limitare il rischio di caduta. A questo proposito ed a puro titolo indicativo, traendo lo spunto da alcune soluzioni prospettate dalla N.F. si richiama l'attenzione sulla necessità che in sede di progetto si giunga a condizionare la posizione dell'uomo quando ragioni inderogabili costringano a realizzare protezioni di altezza ridotta.

La scelta dei materiali è un ulteriore elemento da non trascurare ai fini della resistenza della protezione, sotto i vari profili (spinte, sollecitazioni dinamiche, effetti dovuti al gelo, alle escursioni termiche, agli agenti atmosferici in genere ed agli elementi inquinanti). Nel caso in cui si scelga il vetro come materiale principale, occorrerà riferirsi nella scelta ai tipi richiamati dalle citate norme UNI nelle quali tra l'altro è consigliato di prevedere nella struttura elementi esterni rigidi orizzontali che pos-

sano costituire sbarramento nel caso di rottura delle lastre.

Richiamandoci ora agli articoli citati del D.P.R. 547 e in particolare all'art. 24 D.P.R. 164 ci pare ovvio che la massima distanza di 60 cm tra gli elementi orizzontali prevista dalla normativa riferita alla dipendenza di lavoro, costituiscano un vincolo insuperabile nei dati di progetto.

Un ulteriore causa di rischio è presentata dai divisori incompleti di balconi o terrazzi, comuni a diverse proprietà. Tali divisori è preferibile che si sviluppino a tutta altezza per evitare la possibilità di scavalcamento con pericolo di caduta nel vuoto, meglio ancora se essi sporgono verso l'esterno oltre i parapetti scoraggiando ogni idea di aggiramento.

Circa il secondo aspetto della sicurezza contro il pericolo di caduta delle cose ci pare di non dover entrare nel merito in sede costruttiva, se non riferendoci alla garanzia che eventuali aggetti o rivestimenti o elementi decorativi in genere, non vengano a trovarsi in condizioni di instabilità. Quindi occorrerà particolare cura nella scelta e realizzazione di sistemi di ancoraggio e di fissaggio. Inoltre nel caso del vetro non sarà superfluo richiamare la grammatura massima dei frammenti che cadono a seguito dell'esplosione o rottura delle lastre indicati dalla norma UNI citata.

FINESTRE

I criteri da rispettare affinché non si presenti il pericolo di precipitazione delle persone sono analoghi a quelli indicati nelle misure delle ringhiere di balconi e terrazzi ed è quindi superfluo ritornare sull'argomento. Ritengo invece opportuno richiamare l'attenzione su due pericoli tipici delle finestre:

— finestre solo apribili in parte per le quali si presenta difficile la pulizia della superficie vetrata fissa sulla faccia esterna;
— finestre a vasistas incernierate sul lato inferiore per la possibile caduta della lastra di vetro, evitabile con bilanciamento su asse centrale continuo e con uguale effetto di ventilazione.

LUCERNARI

Facendo parte delle coperture i lucernari rientrano in quanto previsto e stabilito dall'art. 7 D.P.R. 303 e quindi devono resistere agli effetti degli agenti atmosferici. La validità di tale criterio, se estesa in generale, può portare a scelta di vetri retinati evitando il pericolo di caduta di frammenti per la rottura del vetro a seguito ad esempio di grandinata eccezionale. Sarà poi utile ricordare ancora che i lucernari costituiscono normalmente punti di minore resistenza, siano essi di vetro o materie plastiche trasparenti, oppure di rete metallica tendente col tempo a ridurre le proprie caratteristiche portanti. Quindi si dovranno ricordare alcuni accorgimenti perché essi siano sempre in evidenza anche se coperti di neve:

— rialzati dal piano del tetto;
— contornati da parapetti;
— coperti da gabbie.

In ogni caso i lucernari apribili e praticabili dovranno sempre disporre di un sistema per il loro bloccaggio in posizione aperta onde evitarne la caduta a seguito di colpo di vento o urto casuale. I sistemi possono essere di diverso tipo, a compasso, a baionetta, ecc., purché con la semplice spinta della copertura assumano la posizione di blocco.

FIORIERE E TENDE ESTERNE

Prevedere in sede di progetto fioriere opportunamente studiate può aumentare l'effetto protettivo delle ringhiere di balconi e terrazzi, o dei davanzali delle finestre ed evitare che vengano adottate dall'utente soluzioni discutibili e pericolose. Lo stesso dicasi per sistemi di sospensione per tende esterne di balconi o terrazzi coperti, quando il loro piazzamento avvenga a piano pavimento e sia previsto un sistema contrappesato o motorizzato per il loro sollevamento in opera ed aggancio automatico senza costringere ad equilibrismi su scale in condizioni di stabilità precaria e comunque sempre affacciata sul vuoto con pericolo di precipitazione.

SCALE

Per le scale interne od esterne all'edificio che si affacciano sul vuoto si dovranno fare osservazioni analoghe a quelle fatte in precedenza sui parapetti dei balconi e terrazzi, sia per l'altezza come sulla disposizione dei loro elementi e la scelta dei materiali. Occorrerà poi aver cura di non dimenticare l'importanza di un corrimano in quelle scale comprese tra due pareti (quelle contornanti un vano proprio di ascensore o montacarichi, quelle di accesso a centrali termiche, soffitte, cantine, garage e qualsiasi altro locale sotterraneo. Ai fini della dipendenza del lavoro tale corrimano è obbligatorio secondo quanto richiesto dall'art. 16 del D.P.R. 547. Non si capisce poi perché spesso ragioni estetiche impediscano di applicare corrimani ai due lati di scaloni di ingresso, quando il loro disegno ed il materiale impiegato potrebbero essere previsti in sede di progetto architettonico, senza per nulla guastare l'armonia dell'insieme, rappresentando invece un valido aiuto di sicurezza per le persone utenti anziane o destinate a diventarlo.

Particolarmente pericolose poi le scale a chioc-

ciola che spesso costituiscono l'unica via di comunicazione interna tra locali di uno stesso appartamento o ufficio, disposti su due piani.

Inutile aggiungere che, ai fini della sicurezza di una scala, ha un'importanza estrema la scelta di materiali non scivolosi o l'applicazione di strisce antisdrucciolevoli. Particolare cura andrà posta per le scale esterne soggette quindi all'effetto del gelo.

Sempre in merito alle scale possiamo ancora trovarci di fronte a soluzioni del tipo in cui il pianerottolo o la rampa intermedia sono delimitati verso l'esterno da parete continua a tutto vetro. È evidente che in tali casi sarà importante la scelta del tipo di vetro che non dovrà comunque essere frangibile, mentre dovrà essere corredato di elementi rigidi resistenti in modo da impedire il rischio di caduta nel caso di rottura della lastra di vetro.

Altro elemento importante per la sicurezza delle scale è l'uniformità dell'illuminazione evitando che si formino zone di penombra, specie nei punti di congiunzione delle rampe dove diventa difficile vedere la posizione esatta dei gradini di attacco sia in salita che in discesa.

Quando la costruzione di un edificio civile è terminata, continua per ragioni diverse la presenza di personale sulle coperture (antennisti, lattonieri, muratori, ecc.). Se la copertura è a tetto piano le soluzioni di protezione sono quelle già indicate per i terrazzi, mentre invece se si tratta di copertura a falde occorre ripiegare su mezzi protettivi personali anticaduta (cinture di sicurezza). Ma la cintura di sicurezza ha bisogno di un punto e in molti casi di una linea di affrancatura. Sovente la ricerca è vana poiché sulle coperture non esiste altra possibilità di aggancio che non siano i camini o le torrette delle canne di ventilazione, peraltro entrambi malsicuri in quanto sottoposti all'azione corrosiva di fumi e gas. Si noti che il problema è affrontato e regolamentato dai D.P.R. 547 e 164 per quanto riguarda i dipendenti delle imprese incaricate dell'esecuzione dei lavori. Nessuno invece ha considerato che proprio l'utente talvolta è esposto allo stesso rischio quando deve valutare la necessità di un intervento. Prevedere in sede costruttiva sistemi anche semplici di ancoraggio può quasi sempre evitare le difficoltà del momento e costituire una sicurezza estesa a chiunque.

Un altro pericolo presentato dalle coperture, sia piane che a falde, è dovuto alle resistenze e portate difformi per l'utilizzo in certi punti di materiali non sufficientemente resistenti a carichi concentrati (quali ad esempio lastre di cemento-amianto, di fibra di legno, di materiale plastico, vetro retinato, tavole di cartongesso, o altri materiali del genere). È evidente che in tali casi sarà indispensabile che le zone non portanti siano chiaramente segnalate e recintate. Se ne è previsto l'attraversamento, sarà necessario allestire passerelle, andatoie o altri sistemi che diano sicura affidabilità su tutto il percorso.

PAVIMENTAZIONI PARTI COMUNI

Già si è accennato a proposito delle scale al rischio di scivolamento; tale pericolo è presente, sia pure con effetti minori in tutte le superfici inclinate che si trovano all'esterno dell'edificio e pertanto si ripropone la necessità di selezionare i materiali oppure provvedere a zigrinature o corrugamenti delle superfici. Non è da escludere che lo stesso rischio possa presentarsi anche sulle superfici piane e quindi sembra quanto mai opportuno che le pavimentazioni di tutte le parti comuni (scale, rampe, cortili, ecc.) siano realizzate tenendo conto dei suddetti criteri di sicurezza. Non si pensi d'altronde che ciò sia eccessivo, poiché ai fini della dipendenza di lavoro il D.P.R. 547 nell'art. 8 è alquanto esplicito e facilmente estensibile ad ogni zona di sosta o transito delle persone.

ASCENSORI E MONTACARICHI

Mi sia consentito rammentare che a tal proposito esiste una normativa ben precisa il D.P.R. 1497 e i conseguenti pareri interpretativi del C.N.R., ad integrazione della norma stessa.

BARRIERE ARCHITETTONICHE

È doveroso non dimenticare che negli edifici civili per abitazione, uffici, direzionali può sempre esservi la presenza di persone invalide. Senza entrare nel merito di quanto stabilisce il D.P.R. 348 ci limiteremo semplicemente ad osservare che si tratta di utenti con particolari esigenze, per cui le soluzioni dovranno essere studiate di volta in volta.

PRESENZA DI MINORI

Da ultimo non si dovrà dimenticare che quasi tutti i rischi fin qui enumerati e gli altri che sicuramente possono essere sfuggiti o si potranno presentare in futuro con l'adozione di nuove tecniche costruttive e l'utilizzo di materiali non ancora noti, trovano sempre un fattore determinante di esaltazione nella presenza di bambini, una categoria imprevedibile di utenti di tutti gli edifici civili. È risaputo che la fantasia dei bambini è tale e tanta che riescono spesso a ricavare un rischio da una situazione che era stata considerata perfettamente sicura. Proprio alla luce di tale possibilità trovano importanza le considerazioni fatte finora, le quali altrimenti potrebbero rischiare di essere tacciate di banalità.

RIFERIMENTI NORMATIVI

D.P.R. 547 del 27/4/55 S.O. G.U. n. 158 del 12/7/55, *Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.*
D.P.R. 164 del 7/1/56 S.O. G.U. n. 78 del 31/3/56, *Norme per la prevenzione infortuni sul lavoro nelle costruzioni.*
D.P.R. 303 del 19/3/56 S.O. G.U. n. 105 del 30/4/56, *Norme generali per l'igiene del lavoro.*
D.P.R. 384 del 27/4/78 G.U. n. 204 del 22/7/78, *Regolamento di attuazione dell'art. 27 della legge 30/3/71 n. 118 a favore dei mutilati e invalidi civili, in materie di barriere architettoniche e trasporti pubblici.*
D.P.R. 1497 del 29/5/63 S.O. G.U. n. 298 del 16/11/63, *Norme per gli ascensori e montacarichi in servizio privato.*
U.N.I. 4597/81, *Cancelli a chiusura automatica, criteri costruttivi e dispositivi di protezione contro gli infortuni.*
U.N.I. 6534/74, *Vetrazioni in opere edilizie - Progettazione materiali e posa in opera.*
U.N.I. 7697/77, *Vetrazioni in edilizia - Criteri di sicurezza.*
U.N.I. 7143/72, *Vetri piani, spessore dei vetri piani per vetrazioni in funzione delle loro dimensioni, dell'azione del vento e del carico neve.*
U.N.I. 7142/72, *Vetri piani - Vetri temprati per edilizia ed arredamento.*
Pubblicazioni I.N.S.A.I., Istituto Nazionale Svizzero di Assicurazione contro gli Infortuni, Lucerna.
Pubblicazioni N.F., AFNOR, Paris Cedex 17.

La prevenzione dalle effrazioni

Armando MONTE (*)

PREMESSE

Le misure di sicurezza anti-effrazione sempre più frequentemente adottate negli edifici civili, industriali e commerciali (centri direzionali, banche, magazzini di vendita, ecc.) hanno lo scopo di proteggere le persone, le apparecchiature e le cose contro i rischi di danno conseguenti all'intrusione di persone e mezzi nelle aree protette. Tali misure di sicurezza sono classificabili in due grandi categorie, a seconda del compito cui sono destinate:
— misure anti-intrusione;
— controllo flussi.

A loro volta, le prime possono essere divise in due sottogruppi:
— misure anti-intrusione passiva;
— misure anti-intrusione attiva.

L'insieme delle misure anti-effrazione ha i seguenti scopi:
— ostacolare l'intrusione di persone estranee negli ambienti che si intende proteggere;
— rilevare tempestivamente tentativi di intrusione così da consentire un intervento pronto e mirato agli addetti alla sicurezza.

In particolare, le misure di controllo flussi hanno il compito di:
— individuare tempestivamente il passaggio di persone estranee attraverso le normali vie di accesso;
— controllare i movimenti delle persone autorizzate ad accedere ad una o più aree facenti parte dell'intero fabbricato.

(*) Ingegnere, professore, Politecnico di Torino.

MISURE ANTI-INTRUSIONE PASSIVA

Sono così definiti gli interventi attuati sulle strutture costituenti gli edifici, sulle vetrate, su porte e cancelli, sulle recinzioni e così via, al fine di rendere più difficoltose le intrusioni di estranei e/o di aumentare la resistenza contro proiettili, bombe, azioni di sfondamento, ecc. In concreto, i più correnti tipi di difesa passiva consistono nell'adozione di:
— recinzioni;
— barriere;
— pareti, porte e vetrate con caratteristiche antisfondamento e antiproiettile;
— camere blindate.

Al limite, può essere considerata misura anti-effrazione di tipo passivo una adeguata illuminazione delle opere o aree da proteggere, sia come deterrente contro le intrusioni, sia per facilitare gli interventi contro le stesse.

MISURE ANTI-INTRUSIONE ATTIVA

Le misure di tipo attivo utilizzano sensori di vario tipo atti a costituire fasce di rilevazione invisibili, mono-bi- e tri-dimensionali, lungo le possibili linee di intrusione. I tipi di sensori (o rivelatori) più interessanti sono i seguenti:
— contatti meccanici o magnetici;
— sensori di vibrazioni meccanici od elettronici;
— sensori a microonde;
— sensori volumetrici a radar o a raggi infrarossi.

Tutti questi sensori sono comunemente dotati di protezioni contro la manomissione e l'asportazione; l'allarme proveniente dagli stessi viene portato a distanza e in zona protetta. Poiché, in genere, la pro-

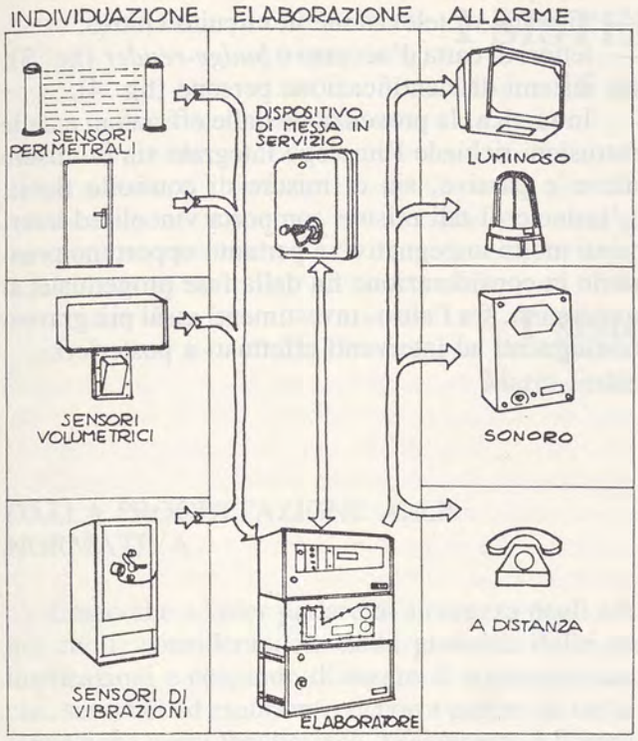


Fig. 1 - Schema tipo di un impianto di rivelazione ed allarme.

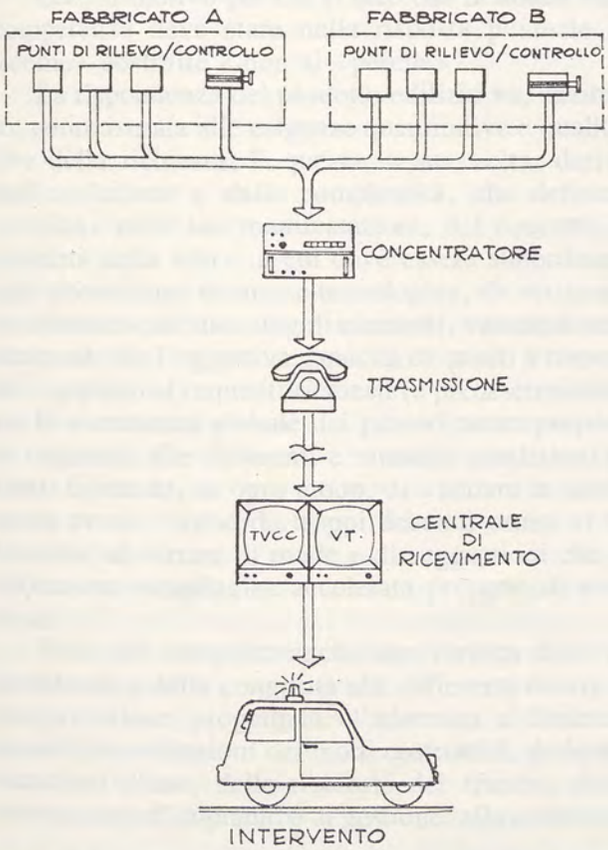


Fig. 2 - Schema di un sistema centralizzato per il controllo delle misure di sicurezza ed il pronto intervento.

Fig. 3 - Lettore di carte d'accesso.

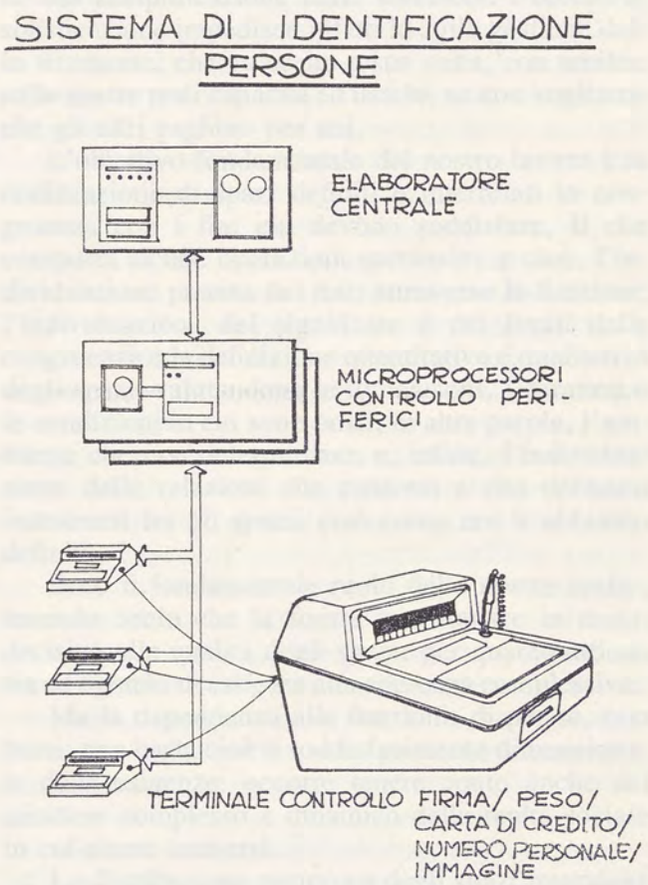


Fig. 4 - Sistema di identificazione persone.

tezione attiva è affidata a più sensori, questi sono collegati mediante reti elettriche ad una unità centrale in grado di elaborare, catalogare, smistare ed interpretare le informazioni ricevute (fig. 1).

Nel caso di impianti estesi e complessi, i sensori periferici fanno prima capo a sottostazioni decentrate, che a loro volta sono collegate all'unità centrale:

questa provvede ad informare tempestivamente il personale addetto alla sicurezza ed eventualmente contribuisce ad una rapida eliminazione delle cause di allarme (fig. 2).

CONTROLLO FLUSSI

Il controllo dei flussi di persone e mezzi è normalmente affidato a:

— barriere meccaniche (bussole o tornelli);
— impianti di televisione in circuito chiuso;
— lettori di carta d'accesso o *badge-reader* (fig. 3);
— sistemi di identificazione persone (fig. 4).

In pratica, la prevenzione dalle effrazioni e dalle intrusioni richiede l'impiego integrato sia di misure attive e passive, sia di misure di controllo flussi. L'insieme di tali misure comporta vincoli ed interventi molto impegnativi: è pertanto opportuno prenderle in considerazione fin dalla fase progettuale; si eviteranno, fra l'altro, investimenti assai più gravosi conseguenti ad interventi effettuati a posteriori.

I SISTEMI EDILIZI
15 marzo 1984

I sistemi edilizi

Mario Federico ROGGERO (*)

DALLA PROGETTAZIONE ALLA NORMATIVA

Credo che a voler parlare di sicurezza negli edifici civili, considerandola nella globalità delle sue implicazioni e cercando di essere al contempo concisi, semplici ed esaurienti, occorra partire da un'affermazione quasi lapalissiana: la sicurezza è l'implicito risultato di un corretto modo di costruire, inteso nella più vasta delle sue accezioni. La massima forma di prevenzione consiste dunque nel risolvere con cura tutti i problemi in sede progettuale ed esecutiva: ma se questo è l'obiettivo finale e unitario del nostro lavoro, i modi secondo cui può e deve essere svolto sono svariatissimi, legati ai più disparati parametri.

Ecco il motivo per cui si dice che la nostra vera competenza deve stare nella risposta puntuale al «come» costruire e non al «perché».

La rispondenza del prodotto edilizio va, anzitutto, commisurata alle esigenze quantitative e qualitative della richiesta. E questa, a sua volta, deriva dall'evoluzione e dalla complessità, che definirei «ciclica» nelle sue manifestazioni, del concetto di «qualità della vita»: a cui deve essere subordinata ogni prestazione tecnica e tecnologica, da verificare in laboratori nei suoi singoli elementi, valutando criticamente sia l'oggettiva capacità di questi a rispondere appieno ai requisiti richiesti (e predeterminati), sia la correttezza globale dei procedimenti proposti in relazione alle differenti e mutabili condizioni di fatto. Evitando, in ogni modo, di «andare in scena senza prove» come da troppi decenni ormai si va facendo, al variare di mode e di suggestioni che la evoluzione tecnologica accelerata propone di continuo.

Tutto ciò comporta anche una verifica della rispondenza e della congruità alle differenti chiavi di interpretazione progettuali: l'aderenza e l'adattamento alle evoluzioni dei modi costruttivi, delle destinazioni d'uso, delle richieste dei fruitori, della convenienza d'impianto e di gestione; alla continuità o meno delle prestazioni ed alla condizione storica ed ambientale.

E invita con insistenza a tendere sotto ogni profilo alla semplificazione delle soluzioni: l'eccessiva sofisticazione impedisce infatti la agile gestione dello strumento: che va scelto a sua volta, con umiltà, sulle nostre reali capacità ad usarlo, se non vogliamo che gli altri paghino per noi.

L'obiettivo fondamentale del nostro lavoro è la realizzazione di spazi definiti e interrelati in congruenza con i fini cui devono soddisfare. Il che comporta alcune operazioni successive e cioè, l'individuazione precisa dei fini, attraverso le funzioni; l'individuazione del significato e dei limiti della congruenza e la definizione quantitativa e qualitativa degli spazi; valutandone le dimensioni, i caratteri e le condizioni in cui sono posti; in altre parole, l'ambiente che essi determinano; e, infine, l'individuazione delle relazioni che possono e che debbono instaurarsi tra gli spazi, così come noi li abbiamo definiti.

Ecco il fondamentale ruolo delle nostre scelte, tenendo conto che la forma contribuisce in modo decisivo alla qualità degli spazi, per quanto attiene sia ad ognuno di essi, sia alla coerenza complessiva.

Ma la rispondenza alle funzioni, di per sé, non basta: non basta cioè il soddisfacimento dimensionale delle esigenze: occorre tenere conto anche del carattere complesso e dinamico della realtà sociale in cui siamo immersi.

La distribuzione reciproca degli spazi interviene a rendere elastici tali loro aspetti complessi e notevoli: rendendoli congruenti alla realtà: ma tale distribuzione trova i limiti alla propria libertà totale nei vari vincoli statici e tecnologici. Il cui superamento può essere realizzato non considerando ciascun punto dello spazio come dotato di uguali valenze ed uguale potenzialità ma individuando: «punti forti» in cui confluiscono maggiori valenze e potenzialità e concentrando in essi le incognite da risolvere e le scelte da effettuare. Emergono così i nodi dei problemi ed i poli di attrazione dell'intera struttura spaziale. Occorre dunque individuare questi nodi e questi poli in tutta la loro complessità e in tutte le loro

(*) Architetto, professore ordinario di Composizione architettonica, Politecnico di Torino.

possibili alternative, disaggregandone le componenti e ricomponendone la struttura unitaria attraverso specifiche scelte.

Questo modo di procedere annulla la meccanicità del progetto, l'automaticità delle soluzioni nonché l'assunzione incontrollata delle ipotesi e dei dati; consente infine la flessibilità e l'elasticità delle soluzioni, le alternative e le scelte di progetto.

Soltanto assumendo una simile mentalità ed il conseguente comportamento è possibile l'impiego corretto di strumenti e di sussidi per il progetto: strumenti e sussidi, di volta in volta oggetto di critica e/o di supervalutazione e che sono essenzialmente di due tipi: di tipo numerico, gli standards; di tipo organizzativo-schematico, i manuali. I primi intesi come valore minimo o medio a cui fare riferimento nella impostazione e nel dimensionamento di base; derivati dal confronto di esperienze, dalla traduzione numerica di normative di cui è indispensabile richiamare talora la lettera, cioè le prescrizioni precise, ma sempre lo spirito, cioè il fine e la logica che le sorregge. Gli standards vanno intesi come quantificazione temporanea (che potrebbe — e a lungo termine deve — cambiare) di caratteristiche cui il progetto deve rispondere, quasi in una ideale derivazione storica dei moduli.

I manuali, invece, di derivazione trattatistica, raccolgono la mediazione riassuntiva di differenti modelli progettuali; al variare dei quali si modifica la direzione del processo progettuale. I manuali possono contenere il vocabolario, la grammatica, talora elementi (pericolosi!) di sintassi per progettare: ma non devono costituire mai il testo letterario al quale ispirarsi o, peggio, attingere. Vanno intesi quale piattaforma, indicativa e schematica, di base, da cui iniziare l'elaborazione dei termini progettuali specifici.

Gli strumenti numerici e schematici spesso interagiscono e si sovrappongono, col rischio di far considerare la realtà progettuale quale effetto lineare diretto e quasi automatico delle ipotesi e delle premesse assunte anziché quale frutto meditato ma libero delle scelte operate e sempre ri-verificate nel corso dell'operazione.

La preminenza della volontà normativa — soprattutto nell'urbanistica — ha portato alla idealizzazione degli standards; mentre la visione funzionalista del Movimento Moderno ha esaltato le potenzialità dei manuali: la sua recente messa in crisi ha portato al rifiuto dei manuali anche nella loro specifica funzione strumentale. Dopo la fortuna (negli anni '30-'60) dei « caratteri distributivi degli edifici » quale disciplina in qualche misura autonoma nel campo della progettazione; dopo la loro eclisse (anni '60-'80) sul dibattito architettonico che vedeva prevalere le scienze umane nella negazione di ogni norma sistematica e nell'esaltazione della singolarità di ogni caso ritenuto irripetibile, oggi siamo tornati lentamente a riammetterne l'utilità e l'importanza in un superamento di puri dati, sul piano del metodo e quindi della progettazione.

Diviene così evidente la necessità di cogliere la logica del processo da cui emergono i diversi sussidi progettuali; la necessità di assumere l'elasticità d'uso quale parametro per il loro impiego; e, ancor più, la necessità preliminare di conoscerli e di valutarne la portata considerandoli tuttavia sempre come superabili facendo avanzare il dibattito e le analisi critiche e cogliendone tutte le indicazioni, le valenze, le potenzialità insieme ai rapporti, alle interferenze, alle contraddizioni indotte, per far emergere le quali vengono avanzati i vari schemi, funzionali, distributivi, circolatori, dimensionali, quali premesse al progetto intese ad ordinare, sintetizzare e visualizzare sia i problemi colti, sia le soluzioni proposte.

Fra la classificazione tipologica che tende a fissare i caratteri fondamentali e persistenti e la continua mutazione dei modi attraverso cui la fruizione viene ad essere soddisfatta, di volta in volta, si propone così per l'architettura una doppia chiave di lettura e di interpretazione; nella valutazione tanto dei singoli oggetti edilizi, quanto dei più complessi fenomeni territoriali, rilevando in un caso le tipologie in trasformazione, nell'altro le mutazioni morfologiche dell'ambiente costruito.

Il rispetto e l'interpretazione della normativa e l'adeguamento continuo della legislazione costituiscono dunque momenti riflessi, conseguenziali del più ampio processo progettuale, di cui devono rappresentare tuttavia una componente viva e sempre stimolante piuttosto che non il fisso presupposto dogmatico passivo. È dal superamento continuo dei vincoli che nasce e trae la propria forza quel processo progettuale di cui cercheremo di definire più avanti i caratteri e la natura.

SISTEMI EDILIZI E PROCESSO PROGETTUALE

Si è osservato in precedenza come la massima forma di prevenzione consista nel risolvere i problemi edilizi in sede progettuale ed esecutiva. Occorre tuttavia ancora una precisazione in proposito: occorre cioè definire i limiti autentici della progettazione, intesa non quale momento autonomo e settoriale ma quale fase di un processo dinamico unitario, quando — come scrive Devoti — *si attua una successione di fatti o fenomeni aventi tra loro un nesso più o meno profondo;* che, a sua volta, Abbagnano definisce *una concatenazione di eventi, un divenire e uno sviluppo*: e sottolineando così i caratteri dinamici, evolutivi, conseguenziali del processo. Di più, Leibnitz affermava: *l'ordine scientifico perfetto è quello in cui le proposizioni sono situate secondo le loro dimostrazioni più semplici e in modo che nascano l'una dall'altra.*

Ciò richiede l'analisi compiuta dei problemi emergenti, la classificazione delle soluzioni possibi-

li, la scelta della più corretta fra le soluzioni in rapporto all'insieme dei problemi. Dove l'analisi coinvolge (e quanti interrogativi nuovi scatena!) quella specifica del contesto ambientale in cui si edifica.

Dinamicità, concatenazione e semplicità intesi dunque come termini qualificanti dell'insieme di operazioni progettuali che qualcuno vuole ordinare in *sistemi* e che io vorrei invece ribadire come costitutivi essenziali di un *processo*. Perché? Se ci rifacciamo ancora per un momento, e me ne scuso, alle definizioni elementari del dizionario, per Abbagnano *sistema è una totalità deduttiva di discorso, prevalentemente un discorso organizzato deduttivamente, cioè costituente un tutto le cui parti si lasciano derivare una dall'altra*. Ma *deduttivamente* egli dice, e non verificandolo — come invece avviene per l'edificazione — sui fatti emergenti, indotti da una lettura concreta della realtà. Per Devoti *sistema è un insieme di elementi, anche astratti, coordinati e non necessariamente dipendenti; connessione di elementi in un tutto organico, in stretto rapporto tra loro, destinati a costituire una organizzazione tipica*.

Esistono dunque profonde affinità tra processo e sistema: organizzazione, concatenazione, finalizzazione, derivazione da principi unitari, congruenza tra le parti. Ma — differenza sostanziale — mentre il processo è sempre valutabile e modificabile *in itinere*, durante ogni sua fase, il sistema è leggibile soltanto nella sua integrità.

Alcuni anni fa, Lynch riteneva che tutto fosse *sistematizzabile* cioè definibile in *chiave sistemica*. Era la necessità di rendere semplice ciò che nella realtà appariva complesso; facile ciò che sembrava astruso; congruente ciò che pareva contradditorio. Ma nella disaggregazione delle parti venivano a cadere, perdendo molte delle proprie peculiari valenze, le interazioni fra gli elementi, cioè tutto quanto riguardava i problemi di compresenza all'interno dell'insieme, i problemi di correlazione e di reciproca esaltazione. Era un ritorno alla schematizzazione, alla fissità del tipo, la negazione di ogni processo evolutivo.

Mi pare dunque che il concetto di *sistema* applicato all'edilizia si riveli riduttivo nei confronti di un'operazione, qual'è quella progettuale, oltremodo complessa: soprattutto se si vuole, nella *sistematizzazione*, racchiuderla globalmente e renderla in qualche modo ripetibile nel suo insieme. Come si è già detto, i caratteri di un sistema appartengono a due categorie: i caratteri dei singoli componenti e quelli derivanti dalla interazione fra i diversi componenti. Se questi ultimi, in presenza di una qualsiasi delle innumerevoli variabili che l'edificazione ogni volta introduce come valenza libera, non possono venire valutati esattamente, la congruenza necessaria fra le due categorie si rende labile e quindi incontrollabile. In tal modo viene annullata ogni possibilità di verifica sistematica (e sistemica) sull'insieme dell'operazione per recuperare la quale, nelle sue fasi finali, che sono anche le più concrete, oggi si ricorre al concetto di *ricaduta* della teoria sulla pratica; che è un modo implicito per riconoscere ed affermare la separazione e l'autonomia tra le fasi progettuali e quelle esecutive, con conseguenze gravissime e invalidanti per ogni metodologia progettuale.

Nella corrente tradizione edilizia, infatti, si è costantemente separati (affidandolo persino a figure diverse) ogni singolo compito: e nelle interrelazioni via via più complesse che si sviluppano attorno ai fatti edificatori, la stessa progettazione viene disaggregata per parti (strutture, impianti tecnologici, rispondenza alle funzioni, risultato complessivo formale); la direzione lavori, l'esecuzione si riducono sempre più a fatti separati, solo conflittualmente tangenti fra di loro e scomposti in una parcellizzazione incontrollabile (e nasce così, fra l'altro, la figura ibrida ed ambigua del capo-commessa).

Tutto ciò accade, a mio avviso, perché la globalità del processo progettuale non è stata recuperata ancora nella ricchezza del suo potenziale espressivo. E nella disaggregazione dei vari momenti (e delle varie responsabilità tecniche) emerge quale elemento unificante — quasi fosse super partes — e condizionante, il fornitore di capitali. Lo chiamo volutamente così, poiché in nessuna attività come nell'edilizia si rivelano tanto frequentemente la miopia, l'arroganza e la settorialità d'interessi di chi apporta il denaro senza una visione complessiva del processo che si innesca. Tanto è vero che, nella stragrande maggioranza dei casi, il denaro investito viene, largamente rimunerato, ritirato prima del compimento della fase conclusiva. Si continua (anzi lo si fa sempre di più) a considerare il progetto e l'esecuzione (e, di conseguenza, la direzione lavori) quali momenti avulsi dalla fruizione e dalla gestione.

Se invece si valutasse il processo progettuale nella interezza e compiutezza di tutte le sue fasi, il risultato, a mio sommesso parere, restituirebbe dignità a ciò che quasi ci si vergogna (a ragione, per lo più) di considerare come un'arte, rifiutandosi di parlare di architettura, con distinzioni sottili e capziose fra questa e l'edilizia. Un processo progettuale che partendo dalla enucleazione di ipotesi specifiche attraversi l'analisi e la lettura ambientale, da cui si evidenzi la vocazione del sito, veda l'impostazione del progetto in congruenza con ciò che è emerso nella prima fase: e poi la redazione di esso, attraverso una definitiva attuazione delle scelte fondamentali; quindi l'esecuzione dell'opera, nel coordinamento logico-temporale degli interventi settoriali e con la correzione *in itinere* delle alternative ancora emergenti, conduca come ad un risultato naturale ad una fruizione e ad una gestione del manufatto in sintonia con le ipotesi di partenza, riduce anzitutto le conflittualità al proprio interno, oggi enormi per divergenza sugli interessi di fondo da parte di cia-

scuno degli operatori coinvolti; eppoi nel confluire d'intenti tra fruitori, committenti e imprenditori verrebbe riconosciuta la propria natura dinamica, le proprie capacità di trasformazione, nella manutenzione ordinaria e straordinaria, sistematica o eccezionale, annullando — al limite — attraverso di queste ogni necessità di restauro (che è sempre operazione di recupero a tempi lunghi, susseguente ad abbandono ed a caduta di interesse per il manufatto). Rimarrebbero solo possibili — sempre a tempi lunghi e quindi fuori dai normali limiti del processo — operazioni di riuso con destinazione diversa, alle quali soccorrono tuttavia una preliminare flessibilità d'impostazione ed una elasticità di soluzioni che può essere verificata in ogni momento attraverso operazioni di feed-back.

Questa impostazione dinamica del processo progettuale — che l'ultimo numero di « Casabella » sottolinea in un'accorata drammatica denuncia collettiva degli errori che si sono fin qui commessi ignorandola — mi pare che, fra l'altro, illumini i problemi della sicurezza, le condizioni della normativa di una luce e di una funzionalità assolutamente nuova.

Se è vero infatti che oggi ciò che occorre è una normativa di tipo metodologico, indirizzata più ad ottenere (attiva) che ad evitare (passiva), non attraverso la quantificazione numerica bensì attraverso la individuazione del processo edificatorio nelle sue fasi progettuale, esecutiva e gestionale; e se è vero che tale processo si è venuto complessificando per le interferenze tra le diverse fasi; soltanto recuperando il processo progettuale nella sua definitiva globalità, si riesce ad individuare una normativa di appoggi anziché preclusiva; un sussidio anziché un ostacolo; un contributo unificante alle ipotesi di progetto ed un criterio discriminante nell'operazione delle scelte, sia che si tratti di soddisfare alle esigenze fondamentali, quelle cioè a cui rispondere in sede progettuale, sia che si configurino, d'improvviso, emergenze accessorie, quelle cioè a cui rispondere in sede esecutiva.

Il ventaglio di tali esigenze nella loro globalità, sia che riguardino la sicurezza statica, nell'uso, nel funzionamento o rispetto agli agenti esterni ed accidentali; sia che tocchino l'uso, la gestione, la manutenzione, come la modificazione o la sostituzione delle parti; sia che contribuiscano al conforto termico, acustico, visivo, olfattivo, dinamico o ambientale; sia ancora che rispondano e soddisfino ad esigenze psico-fisiologiche, sociali o privatistiche, oppure ad aspirazione fin qui latenti ed indistinte, richiede una complessiva regolamentazione organica, coerente e perciò non contradditoria, a cui fare capo come ad una serie d'ipotesi fondamentali che soltanto l'esigenza ineludibile di ottenere risultati concreti e duraturi a più lungo termine riesce a sottrarre alla concitazione conflittuale delle diverse fasi operative, come accade oggi.

Ma tale necessità di inglobare in un processo complessivo unitario a lungo termine le varie fasi, i differenti termini e momenti i disparati e settoriali contributi disciplinari del fare edilizio, può facilmente ingenerare contradditorietà nell'applicazione della normativa se questa, a sua volta, non risponde — nel suo insieme — a precisi caratteri di omogeneità, di consequenzialità e di elementarità.

Solo attraverso una puntuale rispondenza a tali esigenze essa può effettivamente venire assunta nel novero delle ipotesi progettuali da cui tutte le operazioni edificatorie logicamente discendono: e quanto più agevole ne risultano la lettura e l'applicazione tanto più libera ed organica ne deriverà la risposta.

Torna alla mente per la sua esemplarità in proposito la famosa proposta di legge giapponese — tanto bella da sembrare inventata — tesa a risolvere i problemi dell'inquinamento delle acque e consistente in un unico articolo: *le industrie captino il proprio fabbisogno idrico soltanto a valle dei propri scarichi.* Nessuna regolamentazione tassativa riguardo a modi, strumenti, condizioni o vincoli: solo il richiamo ad una precisa responsabilità individuale nei confronti della collettività attraverso il riconoscimento della propria partecipazione, attiva e diretta, alla condizione comune che ognuno contribuisce a determinare.

Condizione comune che tuttavia pretende da ogni progettista qualificato, quasi a corollario conclusivo, non soltanto il regolare sistematico aggiornamento nelle nuove tecniche, sulle innovazioni strumentali, sulle esigenze via via emergenti, a livello informativo, ma pure la formazione di un proprio metodo operativo ed ancor più il mantenimento o l'acquisizione — non è mai troppo tardi — di una mentalità evolutiva, in continua rielaborazione, di principi e di atteggiamenti progettuali, capace di assorbire mutamenti, e le trasformazioni via via emergenti in una responsabile e consapevole disinvoltura. È questa la sola condizione che può rendere efficace, definitivo ed esaustivo il gesto progettuale, inteso nella sua globalità organica quale si è cercato in questa sede di delineare sia pure per grandi e sommarie linee.

La sicurezza negli edifici civili secondo la normativa vigente, compatibilità delle norme con la funzionalità ed economia degli edifici

Pier Giovanni BARDELLI (*)

DALLA NORMATIVA ALLA PROGETTAZIONE

È sempre maggiore la preoccupazione degli operatori nei confronti dell'adeguamento dei criteri di progettazione, di realizzazione e di gestione di un edificio, alla normativa ed in particolare alle richieste per una corretta prevenzione e per una adeguata sicurezza. Il sottotitolo della memoria sottolinea in particolar modo come questa preoccupazione si estenda ai riflessi sulla funzionalità e sulla economia degli edifici. Credo però che dal nostro punto di vista sia opportuno ampliare il tema estendendolo anche all'esame della «disponibilità» dell'edificio esistente a ricevere interventi di adeguamento, alla difficoltà di gestire interventi di questo tipo ed allo scrupolo nei confronti del valore e del significato storico-documentario e ambientale proprio dell'edificio singolo o di più edifici legati in un tessuto.

Le esigenze di sicurezza per il solito vengono espresse attraverso una norma, vedremo però come dovere del progettista, del realizzatore e del conduttore dell'opera sia proprio quello di integrare la norma, dove questa sia scopertamente carente o dove di questa si debbano escogitare gli adeguamenti necessari nei confronti dei diversi sistemi edilizi.

La norma può assumere ruoli diversi: può essere passiva-deterrente, oppure attiva-propositiva. Anche se è molto più frequente la prima situazione non si possono escludere taluni casi che potrebbero essere citati con valori di emblematicità per la seconda.

Ogni tipo di norma è caratterizzata dal proprio diverso livello di cogenza. Si può passare da una norma che è legge o che consegue ad una legge (ad esempio i regolamenti di applicazione attraverso i quali si attua la legge stessa) ad una norma che per assumere valore cogente deve essere richiamata in altro contesto. Esempi, per quest'ultima categoria, possono essere ripresi dalla normativa che sovraintende alla qualità del prodotto edilizio, presente, in ambito nazionale, attraverso la UNI ed in ambito europeo ed internazionale attraverso enti come C.E.N., E.N., I.S.O. Queste norme infatti sono prodotte e verificate con una intesa fra le parti e divengono cogenti solo in quanto richiamate in un contratto o richiamate in un capitolato d'appalto che a sua volta confluisca in un contratto per divenirne parte integrante. In altre parole esiste la normativa che può essere invocata ed adottata oppure no, grazie all'intesa rappresentata da un contratto, ed esiste la normativa che comunque non può essere ignorata in quanto è legge. Ne discende che per ottenere il rispetto di norme tanto diverse deve essere prevista l'attivazione di meccanismi altrettanto differenti. Particolarmente nel settore edilizio sarebbe auspicabile che potesse sempre e serenamente essere pretesa l'applicazione della norma in quanto meditata, redatta e verificata nelle reali implicazioni tecniche progettuali, realizzative e di gestione, grazie alla costante presenza di tecnici.

I tecnici, con sempre maggior frequenza, infatti sono chiamati a divenire normatori o per lo meno a collaborare alla stesura di norme ed anzi, ogni giorno di più, questo aspetto del ruolo del tecnico diviene un dovere. Sembra infatti evidente, ed è indispensabile, che alla stesura di una norma debbano partecipare le diverse componenti che si troveranno ad agire nell'ambito di applicazione della norma stessa. Le diverse componenti riunite attorno al tavolo, reale o simbolico, della normazione debbono rappresentare, via via, gli interessi economico-politici; gli interessi dell'utenza; le esperienze della progettazione e della produzione; le preoccupazioni del settore tecnico-amministrativo per la produzione e per la successiva gestione, in un giusto equilibrio fra loro.

Nel campo particolare della sicurezza è chiaro che componente fondamentale è costituita dai tecnici responsabili della prevenzione, i quali, molto opportunamente, almeno nel settore della produzione civile sono anche i tecnici responsabili degli interventi. Proprio in questo settore la norma nasce per proteggere l'utente che raramente è consapevole delle proprie esigenze di sicurezza, non conoscendo o non sapendo valutare, il più delle volte il rischio al quale è soggetto. In effetti ogni nostra azione dovrebbe essere decisa solo dopo un bilancio dei rischi che a questa possono essere collegati. Tutto ciò, nella maggioranza dei casi, non può essere fatto e pertanto, pur con tutti i limiti, a queste carenze viene a supplire la norma. Solo in questo modo la normativa può divenire rappresentativa delle esigenze di ogni soggetto o *componente* e quindi essere più facilmente rispettata, sia nel caso di norma assunta in una legge, sia nel caso in cui la norma rimanga al

(*) Ingegnere, professore Dipartimento di Ingegneria dei sistemi edilizi e territoriali, Politecnico di Torino.

livello di *agreement*. Molti temi anche al di fuori della sicurezza potrebbero e dovrebbero essere affrontati, a livello normativo, in questo modo.

Difficoltà di applicazione della norma

È auspicabile che ogni singola norma non contenga contraddizioni. È peraltro certo che tra diversi ambiti normativi e pure all'interno di uno stesso ambito, tra norma e norma, possono verificarsi contraddizioni o per lo meno disomogeneità. Le contraddizioni possono derivare da deprecabili carenze di coordinamento o da carenze costituzionali dovute alla necessità di dare risposta ad esigenze che si contrappongono. Oltre alle incompatibilità che possono nascere nell'applicazione di normative diverse, si possono rilevare incompatibilità tra la applicazione della normativa ed il rispetto di esigenze di tipo diverso. Non si può, ad esempio, trascurare la difficoltà di ottemperare ai criteri ed alle indicazioni normative relative alla prevenzione incendi quando queste debbono essere applicate ad un edificio vincolato ex lege 1089. D'altra parte è noto come può risultare difficile, almeno in taluni casi, realizzare proposte edilizie per prevenire le aggressioni e contempoaneamente salvaguardare condizioni di vivibilità e di operabilità all'interno di determinati locali.

Trasferimento della norma al progetto

La norma può essere avvertita come *vincolo* alla progettazione e non solo a questa, ma anche alla produzione ed alla gestione del bene edilizio. *Vincolo* però, può non significare impedimento, anzi in una corretta progettazione, ogni vincolo può e deve divenire stimolo e pretesto per soluzioni alternative. Ove la norma non sia subita, ma conosciuta in modo approfondito e discussa fino a comprenderne il significato, si possono certamente ipotizzare soluzioni progettuazioni efficaci ed interessanti nel rispetto della norma stessa. Va però aggiunto che comunque nella progettazione, e particolarmente in tema di progettazione attenta alla prevenzione ed alla sicurezza, non è metodologicamente soddisfacente la semplice applicazione della normativa. Frequentemente poi, la normativa non è completa o non è completamente esaustiva. Occorre allora saper introdurre una sorta di *sperimentazione mentale* che aiuti ad immaginare ipotesi di rischio anche al di là dell'esperienza assimilata, con uno sforzo di estrapolazione.

Certamente può derivare un utile apporto metodologico ad una impostazione di tipo scientifico-sperimentale della progettazione. Personalmente credo di più ad una soluzione frutto di una ricerca progettuale approfondita, che sappia sistematicamente porre in discussione e risolvere diverse ipotesi di rischio, piuttosto che ad una soluzione che sia la banale traduzione in edilizia di un burocratico regolamento.

È evidente che scelte di questo tipo richiedono una non indifferente fatica progettuale, una fattiva collaborazione da parte di chi è preposto alla prevenzione ed al controllo e soprattutto una disponibilità ad assumersi responsabilità sia da parte del progettista, sia da parte del *burocrate*. In certi casi un controllore illuminato dovrebbe sapere e potere optare, assumendosene la quota parte di responsabilità, per una soluzione del problema al di fuori della prassi normativa, purché la scelta sia progettata in modo rigoroso e coinvolga nella responsabilità il progettista, il realizzatore ed il *conduttore* dell'opera.

In effetti, per certi versi, ciò è previsto dall'istituto della deroga alla norma con motivate giustificazioni e con soluzioni alternative nell'intorno di un grado di sicurezza confrontabile. Quale esempio tipico della difficoltà a controllare il rapporto normativa-progetto-gestione si può citare il caso di allestimento di mostre e fiere dove la precarietà e la breve durata di vita dell'oggetto, insita nell'allestimento, potrebbe indurre ad un rigetto della prassi e del rigore normativo. Per questi casi diviene indispensabile una stretta collaborazione tra progettista, realizzatore, controllore e conduttore dell'opera. Questa volta: il progettista, per quanto di sua competenza, dovrebbe essere chiamato, non tanto all'applicazione della norma (ove questa esista), quanto ad escogitare ridondanza di sicurezza grazie a rigorose schematizzazioni di percorsi, chiarezza nei richiami segnaletici, modalità di installazione *ad hoc* per impianti, materiali, manufatti, ecc.; il conduttore, per la parte di sua competenza, dovrebbe essere chiamato a curare la organizzazione con squadre addestrate con compiti estremamente semplificati e schematici, con pianificazione dell'afflusso del pubblico, con riduzione della libertà nei percorsi durante particolari punte di affollamento, ecc. Credo che in questi casi la flessibilità del sistema costruttivo e la semplicità dell'impianto distributivo possono proporsi come il contributo più efficace dal punto di vista della progettazione architettonica.

Altro esempio specifico è desumibile dal campo della sicurezza nei confronti degli infortuni sul lavoro ed investe una situazione comportamentale che ritengo didatticamente valida e che potrebbe essere assunta quale proposta per molti altri settori. Può succedere, e succede frequentemente, che talune operazioni, taluni interventi eccezionali, non possono per loro natura rientrare nella prassi prevista dalla normativa che pure nel settore specifico degli infortuni è molto avanzata. Il progettista è l'esecutore sono chiamati a predisporre, in questi casi, una sorta di *capitolato delle attività* da svolgere per compiere l'intervento *fonte di rischio*. Queste attività vengono disarticolate in operazioni elementari che possono giungere a descrivere esattamente i movimenti che il singolo operatore deve mano a mano compiere. Questo metodo raggiunge un duplice scopo: da un lato, costringe progettista e realizzatore ad appro-

fondire la conoscenza delle varie fasi dell'intervento per poterlo descrivere, riducendo così la possibilità di imprevisti; dall'altro lato, consente al controllore di valutare la entità del rischio (passo per passo) e di poter controllare in ogni momento l'effettivo rispetto dei criteri di sicurezza. Il metodo richiamato con gli esempi potrebbe consentire di sbloccare non pochi *impasses* burocratici; sempre, ovviamente, a condizione che venga attribuita la giusta dose di responsabilità ad ogni singolo operatore del processo.

Considerazioni metodologiche per interventi sul patrimonio edilizio-esistente e sulle attività in svolgimento

Le considerazioni sino ad ora svolte hanno carattere generale e sono applicabili sia ad interventi di nuovo impianto sia ad interventi sul patrimonio edilizio esistente. In particolare però il metodo adombrato circa la progettazione della sicurezza nella giusta interpretazione della normativa credo possa essere sicuramente vincente in tema di intervento su edifici esistenti. In un'ottica di sicurezza gli interventi sul patrimonio esistente sono forse quelli che maggiormente preoccupano gli operatori e che peraltro divengono sempre più frequenti. Infatti, motivazioni di ordine culturale ma anche politico ed economico, giocano oggi un ruolo a favore di scelte per il recupero. Agli interventi di recupero si aggiungono numerosissimi gli interventi di adeguamento alla normativa per la sicurezza, e non solo a quella, su tutti quegli edifici che ospitano attività o che hanno caratteristiche che li portano a rientrare nel novero di edifici da sottoporre a controllo.

Intervenire in questi casi con soluzioni anche solo non perfettamente calibrate potrebbe rovinare situazioni tecnico-giuridico ed amministrative in precario equilibrio.

Si pensi ad esempio alle responsabilità di cui possono essere investiti: sindaci (in quanto responsabili di un patrimonio vastissimo che può comprendere scuole, ospedali, uffici, musei, impianti sportivi, locali di spettacolo e ritrovo, residenze, ecc...); presidi e direttori didattici; responsabili di musei e di gallerie; responsabili della organizzazione interna di ospedali, ecc. Particolarmente in queste situazioni conviene adottare un metodo progettuale che sappia prescindere da *ricette*; che sia impostato su analisi puntuali che consentano di valutare l'opportunità dell'intervento e le modalità da utilizzare per lo stesso; che sappia gestire una grande messe di dati e di informazioni di scienza tecnica ed esperienza (inclusa la conoscenza dell'universo normativo esistente); che sia dotato di fantasia, di creatività e di capacità di semplificazione.

Applicabilità di una metodologia generale ad interventi sul patrimonio edilizio esistente

Ritengo che in questa sede sia interessante esaminare con particolare attenzione le fasi del complesso *iter* progettuale che ci dovrebbero consentire di individuare la fattibilità di una operazione di adeguamento alla sicurezza per un edificio esistente, soprattutto tenendo in conto che l'edificio può essere da tempo inutilizzato, oppure può rendersi temporaneamente vuoto, oppure ancora può ospitare una attività in pieno svolgimento e che non può essere interrotta. Possono presentarsi diverse situazioni.

Può succedere che per un edificio esistente venga mantenuta la destinazione di uso in atto. Si dovrà allora esaminare sia la adeguabilità ai nuovi *standards* aggiornati per la specifica destinazione, sia la adeguabilità alla normativa ed in particolare alla normativa per la sicurezza.

Può succedere, però, che per un edificio esistente, si intenda variare la destinazione d'uso in atto. Si deve approntare, allora, la verifica della *vocazione* dello stesso edificio ad ospitare eventuali nuove organizzazioni distributive, nuove esigenze impiantistiche, nuove predisposizioni per la sicurezza, ecc.

È probabile che per talune tipologie edilizie l'evoluzione od il cambiamento delle attività ospitate si configuri come un *aggiornamento* anche profondo, ma non come una vera e propria *rivoluzione*.

Peraltro anche l'adeguamento alle diverse normative per la sicurezza agli infortuni, per la sicurezza agli incendi, per la ospitabilità di un portatore di handicap, ecc., può essere contenuto nei limiti di un *aggiornamento* e non divenire una vera e propria *rivoluzione* nei criteri di progettazione, in particolar modo, a livello distributivo.

Per altre tipologie invece assistiamo ad una vera e propria *rivoluzione* che può investire la distribuzione, la tecnologia e le risorse relative divendendo problema di sicurezza ambientale (1).

(1) Sarebbe interessante esaminare sino a qual punto era prevedibile la situazione socio-politica che ha portato al notevolissimo incremento della popolazione universitaria e sino a qual punto sono attualmente prevedibili i riflessi che la legge n. 382 potrà avere sulla edilizia universitaria stessa. Peraltro anche le strutture sanitarie, ed ospedaliere in particolare, che evolgono tecnicamente e tecnologicamente in modo rapido ma forse ancora prevedibile, possono essere scosse da leggi quale quella per l'assistenza ai portatori di handicap mentali. Leggi che possono sovvertire qualsiasi previsione seppur lungimirante. Al di fuori della influenza della normativa si può constatare una evoluzione degli standards che può divenire vera e propria rivoluzione. Ad esempio il metodo di lavoro nel terziario può essere rivoluzionato dalla evoluzione dell'assistenza elettronica in modo forse paragonabile all'evoluzione prodotta dall'avvento della macchina nei confronti dell'artigianato. Può essere emblematica la concatenazione: adozione di *monitor*, incremento di calorie prodotte negli ambienti di lavoro, aumento di frigorie richieste, e di conseguenza, notevolissimo aumento di quantità d'acqua di refrigerazione assorbita. Da tale concatenazione deriva che, in relazione anche al depauperamento delle risorse idriche, per garantire il funzionamento dei centri di calcolo, ma anche di molti uffici, si deve pensare a costituire riserve d'acqua od a refrigerare con condensazione ad aria, progettando nuove tipologie di attrezzature di sussidio.

Ne deriva che per un edificio esistente si può valutare la *vocazione* a ricevere un nuovo tipo di attività (nuova destinazione d'uso) ma anche la *vocazione* a mantenere gli usi in atto (conferma della destinazione d'uso) quando, per quella specifica destinazione, i criteri distributivi, *gli standards* e le richieste contenute nella norma, risultino evoluti in modo radicale ([2]).

Protocollo di analisi mirate ad individuare specifiche vocazioni

Con questa premessa chi si trova ad operare nell'esistente deve strutturare la propria attività in modo da poter conoscere a fondo le esigenze e le implicazioni di norme proprie delle varie possibili destinazioni d'uso; conoscere a fondo la rapidità dell'evolvere delle caratteristiche e delle esigenze dell'utenza rispetto a previsioni pur ampie; condurre analisi per conoscere in modo approfondito e finalizzato le caratteristiche e le potenzialità in atto in tema di strutture portanti, di impianti, di organizzazione distributiva, per poter valutare la disponibilità del sistema ad adeguarsi alla normativa tecnica vigente in generale ed a quella per la sicurezza in particolare; indagare a fondo sul valore compositivo, storico, filologico dell'oggetto dell'intervento; saper valutare di massima l'onere dell'intervento. In particolare per gli operatori i problemi e le soluzioni tecniche debbono sempre essere verificate e valutate nei confronti dei risvolti economici ed amministrativi.

Diviene sempre più importante adottare il criterio del *costo globale* dell'intervento ove si mette in conto la sommatoria del costo iniziale, del costo dell'intervento di adeguamento, e dell'intervento di ristrutturazione, del costo di gestione e di manutenzione successive.

Non si può, peraltro, trascurare, che l'onere economico può essere ammortizzato su sistemi edilizi di diversa natura e può interessare interventi con caratteristiche diverse dal punto di vista della gestione amministrativa.

È infatti possibile, in quest'ottica, distinguere tra due grandi famiglie di sistemi edilizi:

— sistemi nati per fornire servizi e che, per il solito, godono di sovvenzioni da parte della finanza pubblica (ospedali, scuole, biblioteche, musei, attrezzature per lo sport, alcuni tra i locali per i pubblici spettacoli, ecc.) e per i quali può anche non essere in pareggio il bilancio costi-benefici;
— sistemi nati per produrre reddito in cambio di servizi o di prestazioni diverse (alberghi, grandi magazzini, cinematografi, industrie, uffici, ecc.) e per i quali, invece, deve risultare attivo il bilancio costi-benefici.

L'UTENTE ED IL TECNICO NELLA NUOVA CULTURA DELLA SICUREZZA

Educazione alla utilizzazione di nuove soluzioni architettoniche risultato della nuova cultura della sicurezza

Abbiamo analizzato come sia probabile dover affrontare nuove configurazioni di sistemi ambientali e per taluni aspetti nuove tipologie in relazione a diverse motivazioni: mutamento nell'organizzazione distributiva all'interno di molte tipologie edilizie; aggiornamento degli standards acquisiti in relazione alla evoluzione socio-culturale, codificati e molte volte imposti dalla normativa; evoluzione della tecnologia che in taluni casi può essere rivoluzione rispetto al passato; profonda evoluzione dei criteri di progettazione e di produzione. Ne può derivare una radicale alterazione dei criteri di funzionalità e di gestione del sistema edilizio.

Non è pensabile che in una simile situazione l'utente non venga in qualche modo aiutato sia a livello informativo, sia a livello psicologico e, più in generale, a livello culturale, a comprendere e quindi ad accettare più facilmente queste nuove proposte, o addirittura questi nuovi sistemi che possono configurarsi come vere e proprie macchine per abitare, per imparare, per produrre, per socializzare, per divertirsi.

Mi sembra innanzitutto indispensabile una informazione dell'utente mirata alla comprensione dello spirito più che della lettera della norma. Ad esempio, poco a poco si sta acquisendo il principio che non è solamente la semplice (o complessa) attrezzatura antincendio a dover essere collaudata e provata periodicamente, e neppure è sufficiente programmare la simulazione di incidente; è piuttosto la nuova *organizzazione ai fini antincendio* che deve essere messa a punto ed assimilata a livello di orari, di simultaneità e coordinazione dei movimenti, di accettazione di taluni apparenti disagi nei percorsi, ecc.

Non si può trascurare peraltro la difficoltà, di chi non ha seguito la genesi del progetto, a capire il perché di determinati percorsi, il perché di certi disagi, il perché di nuove organizzazioni distributive dei mezzi di comunicazioni verticali o il significato e la funzione di certi ostacoli apparenti; né si può ignorare il dovere e la responsabilità di illustrare e rendere di uso corrente queste situazioni da parte di chi ne ha curato la scelta e la realizzazione.

([2]) Per completezza va ricordato che anche per un lembo di tessuto urbano, o più in generale per un ambiente, si può parlare di *vocazione* a ricevere un nuovo intervento edilizio oppure nuove attività, nuovi insediamenti, rispetto a quelli tradizionalmente presenti. Il progettista quindi, e non lui solo, deve sapersi assumere responsabilità culturali che devono estendere i loro confini dall'intervento all'interno dell'involucro edilizio sino all'intervento che può coinvolgere l'ambiente nel senso più esteso.

Il ruolo del tecnico nell'iter edilizio (con particolare riguardo alla interpretazione ed alla utilizzazione della norma)

Al di là di ogni pretesa di definizione circa la figura del tecnico a livello di processo globale, potrebbe essere utile meditare su quale dovrebbe essere il ruolo del tecnico (preferirei dire, su quali debbono essere i doveri del tecnico), all'interno di questo particolare *scambio* tra processo edilizio e normativa e, più puntualmente, tra processo edilizio e sicurezza. Mi sembra di poter dire che la figura del tecnico, nel caso specifico, ha il dovere di costituire un punto di riferimento, un catalizzatore per amalgamare le varie componenti, per equilibrare le diverse esigenze (attribuendo il giusto peso alle singole componenti e specializzazioni), per approfondire la conoscenza dello spirito della norma, dell'insieme di norme ed assimilarne i criteri, per mediare discrepanze fra disposti normativi e tra questi e le esigenze specifiche, per suscitare fantasie nell'ipotizzare le condizioni anche più remote che possono porre in crisi la sicurezza, per stimolare la *creatività* nel trasferire la prescrizione normativa in fatto architettonico con particolare scrupolo di semplificazione.

Al fine di responsabilizzare la progettazione e la produzione, è dovere dell'operatore tecnico di porre in discussione la norma in modo costruttivo dopo averne approfondita la conoscenza, senza arrendersi e subirla, senza obbligarsi alla ricerca di proposte che per essere compatibili con la normativa possono risultare artificiose e labili dal punto di vista della gestione futura. Salvo casi encomiabili, è pericolosamente diffuso un senso di passività, di rassegnazione quasi di *alibi culturale* nell'accettare proposte che, qualora realizzate, potrebbero costituire scempio del bene edilizio esistente, con la semplice giustificazione di dover soddisfare ad una determinata norma.

Il progettista, di fronte ad un universo di specificità così ampio, quale è quello rappresentato dalla normativa e dalle specializzazioni da questa coinvolte deve, al contrario, sviluppare una *vivacissima attenzione* ai più diversi settori tecnici, tecnologici, senza rinunziare ad impostare l'iter progettuale in modo tale da avere disponibilità a ridiscutere criticamente le proposte di volta in volta emergenti, rifuggendo da soluzioni precostituite ed anzi introducendo, anche in un ambito per taluni aspetti così arido, doti di fantasia e di creatività.

L'affrontare il tema della sicurezza e la progettazione relativa diviene, in ultima analisi, più che in altri settori un problema morale. Si deve accettare di dover effettuare continuamente scelte circa il livello di sicurezza ed il complementare grado di rischio. In una continua tensione verso il limite irrangiungibile di *rischio zero*, si cercano soluzioni sempre più sicure compatibilmente con l'aspirazione e con la responsabilità di dover favorire, all'interno del sistema edilizio, il miglior livello di vita possibile.

Il ruolo dell'architettura è quindi non particolare rispetto alla (oggi) pressoché totale utilizzazione dell'organizzazione di servizi o di prestazioni diverse (alberghi, ospedali, magazzini, cinematografi, industrie, uffici, ecc.).

Abbiamo di fronte pertanto di definire nuova la figura del tecnico a livello di processo globale: ipotesi che deve essere utile indicare su quale dovrebbe essere il ruolo del tecnico (preferirei dire, su quali debbono essere i compiti del tecnico) all'interno di questa particolare scansione: processo edilizio, organizzativo e, più puntualmente, tra processo edilizio e sicurezza. Mi sembra di poter dire che la figura del tecnico, nel caso specifico, ha il dovere di costituire un punto di riferimento, un catalizzatore per amalgamare le varie componenti, per equilibrare le diverse esigenze (abbiamo accennato prima alle singole categorie, ma anche alle esigenze), per approfondire la conoscenza della tipologia della normativa dell'ingegneria, ecc. ecc. insomma per mantenere un equilibrio di sintesi, per rendere specifiche le esigenze, per adattare le normative, per sviluppare nell'operatore la capacità di sintesi, per sostituire la normativa nel rapporto tra le parti, per consentire un rapporto più scorrevole e più fluido tra operatore e utente, con particolare riguardo al livello psicologico.

Una delle cose che può facilitare la progettazione è la produzione e dovuta dall'operatore necessità di porre in discussione la norma in modo che non debba essere applicata in condizioni che, a rischio di subirne una obbligatorietà, ne rendano dannosa, sia a livello informativo, sia a livello psicologico e, più in generale, a livello culturale, a comprendere e quindi ad accettare più facilmente queste nuove proposte, o addirittura questi nuovi sistemi che possono configurarsi come vere e proprie macchine per abitare, per imparare, per produrre, per socializzare, per divertirsi.

Mi sembra innanzitutto indispensabile una informazione dell'utente mirata alla comprensione dello spirito più che della lettera della norma. Ad esempio, poco a poco si sta acquisendo il principio che non è solamente la semplice (o complessa) attrezzatura antincendio a dover essere collaudata e provata periodicamente, e neppure è sufficiente programmare la simulazione di incidente; è piuttosto la nuova *organizzazione ai fini antincendio* che deve essere messa a punto od assimilata a livello di orari, di simultaneità e coordinazione dei movimenti, di accettazione di taluni apparenti disagi nei percorsi, ecc.

Non si può trascurare peraltro la difficoltà, di chi non ha seguito la genesi del progetto, a capire il perché di determinati percorsi, il perché di certi disagi, il perché di nuove organizzazioni distributive dei mezzi di comunicazioni verticali o il significato e la funzione di certi ostacoli apparenti; né si può ignorare il dovere e la responsabilità di illustrare e rendere di uso corrente queste situazioni da parte di chi ne ha curato la scelta e la realizzazione.

I SISTEMI COSTRUTTIVI

22 marzo 1984

La sicurezza dei sistemi costruttivi: concetti generali ed applicazioni al calcolo delle strutture in calcestruzzo armato e precompresso

Luigi GOFFI (*)

La sicurezza strutturale è il requisito fondamentale che il progettista statico, nel dimensionamento dell'opera, deve perseguire con carattere di priorità assoluta, rispetto a qualsiasi altra esigenza.

Osservazione preliminare circa il problema in oggetto è che la garanzia della sicurezza si basa necessariamente su considerazioni di tipo probabilistico; non si può cioè garantire la sicurezza assoluta, bensì un elevato grado di probabilità di sicurezza.

Il dimensionamento di una struttura fa infatti riferimento a determinate ipotesi circa il comportamento dei materiali, circa l'entità delle forze o più in generale delle azioni in gioco. La resistenza dei materiali e le azioni nelle strutture sono generalmente variabili aleatorie. Ad es.: le resistenze dei materiali possono essere descritte mediante una rappresentazione di tipo statistico, ossia attraverso un istogramma, legato alla variabilità da punto a punto delle caratteristiche dei materiali stessi. Così avviene che, mediante un'indagine sperimentale su campioni del materiale in esame, dai valori medi di resistenza e dalla dispersione rispetto a tale media, si ricavi un parametro *Resistenza caratteristica* di cui è ben noto il significato in termini probabilistici. Analogamente per le azioni sulle costruzioni in quanto variabili aleatorie (si pensi alle azioni sismiche e del vento) si possono definire i valori caratteristici come valori che hanno una prefissata probabilità di essere superati durante la vita di progetto della struttura. Dimensionando la struttura sulla base dei valori caratteristici predetti, di fatto si accetta un rischio (con livello di probabilità sia pure molto basso) di collasso strutturale. I rischi di collasso strutturale rientrano pertanto nel novero dei rischi connessi a qualsiasi altra attività dell'uomo (infortuni, malattie, ecc.), che si possono rendere minimi ma non totalmente annullare.

(*) Ingegnere, professore ordinario di Tecnica delle Costruzioni, Politecnico di Torino.

Una presa in conto consapevole del carattere probabilistico della sicurezza ha luogo con l'adozione in sede di progettazione del metodo semi-probabilistico agli stati-limite.

Prima di descriverne i tratti essenziali con riferimento alle costruzioni in c.a. e in c.a.p., premettiamo un breve accenno al metodo più tradizionale delle tensioni ammissibili (entrambi i metodi sono consentiti dalla normativa).

Il metodo delle tensioni ammissibili fa riferimento alle condizioni di esercizio della struttura. In quest'ambito si ritengono valide le ipotesi di elasticità dei materiali; di conseguenza si calcolano le sollecitazioni nelle sezioni e le conseguenti distribuzioni delle tensioni che vengono poste in relazione con le resistenze caratteristiche dei materiali, mediante le ben note formule della normativa. Va notato che il collegamento dei tassi di lavoro alle resistenze caratteristiche mostra già un evidente riferimento a concetti probabilistici. Le obiezioni principali sul metodo di cui sopra sono numerose e soprattutto legate alla considerazione che l'esame di una configurazione di esercizio nell'ipotesi elastica non può sostanzialmente fornire indicazioni probanti dell'effettivo coefficiente di sicurezza a rottura della struttura stessa. In altri termini il coefficiente di sicurezza, che con il metodo in oggetto viene implicitamente assunto relativamente ai materiali, e cioè il rapporto tra le resistenze caratteristiche e le tensioni ai carichi di esercizio, non coincide affatto con il coefficiente di sicurezza a rottura della struttura, cioè ad esempio il rapporto tra il momento ultimo ed il momento di esercizio nel caso di struttura inflessa.

Il metodo agli stati limite si propone una più rigorosa impostazione del problema della sicurezza prendendo in considerazione i cosiddetti stati limite intesi come le configurazioni, raggiunte le quali, la struttura non può più svolgere le sue funzioni. E ciò non soltanto dal punto di vista della sicurezza, ma anche della funzionalità. Così si hanno stati limite ultimi (che in pratica corrispondono al collasso della

struttura) e stati limite di esercizio che corrispondono a configurazioni limite raggiunte le quali vengono compromesse le esigenze funzionali della struttura (configurazioni che implichino ad es. deformazioni, fessurazioni, vibrazioni eccessive, ecc.). Cercheremo di richiamare il principio generale di sicurezza del metodo degli stati limite basato sulla verifica della disuguaglianza

$$S_d \leq R_d$$

nei singoli stati limite considerati. In questa espressione innanzi tutto S_d è la sollecitazione cioè la forza o l'insieme di forze (N, M, T, M_t) prodotte dalle azioni di calcolo (ove azione a sua volta si intende ogni causa o insieme di cause applicate alle strutture dalle quali consegue uno stato di sollecitazione S_d), R_d è la resistenza di calcolo cioè la misura della capacità della struttura di far fronte ad una determinata sollecitazione o insieme di sollecitazioni.

Si tratta ora di procedere al calcolo di S_d e di R_d. I valori di S_d conseguono dal calcolo dei valori caratteristici delle azioni; si procede cioè, in possesso di dati statistici della distribuzione delle azioni applicate, a calcolarne il valore caratteristico definito (in analogia alla resistenza caratteristica) come quel valore che presenta una probabilità prefissata di essere superato, dal lato dei valori più sfavorevoli, durante la vita della struttura.

Le azioni caratteristiche vengono poi moltiplicate per opportuni coefficienti γ_f e trasformate nelle cosiddette azioni di calcolo, a loro volta da porsi in relazione con le resistenze di calcolo. I moltiplicatori γ_f tengono conto della probabilità che i valori delle singole azioni si scostino in senso sfavorevole rispetto ai valori caratteristici; essi considerano inoltre la probabilità della concomitanza di intervento simultaneo di tutte le azioni con i loro valori caratteristici.

Le resistenze di calcolo R_d vengono a loro volta determinate con questo criterio: la resistenza della sezione viene valutata con riferimento ad opportuni schemi di calcolo ipotizzando per i materiali le cosiddette resistenze di calcolo, cioè le resistenze caratteristiche già prima definite, divise per coefficienti γ_m opportunamente fissati per ciascun materiale. I coefficienti γ_m tengono conto essenzialmente dei possibili scarti sfavorevoli tra la resistenza del materiale rispetto ai valori caratteristici ed inoltre della possibile differenza di resistenza tra il materiale in opera e quello dei provini (sui quali viene determinata la resistenza caratteristica).

A parte qualche aspetto di convenzionalità del metodo agli stati limite, legato ad assunzioni almeno in parte arbitrarie circa i valori dei γ_f e γ_m, occorre riconoscere che l'introduzione di tali distinti coefficienti parziali di sicurezza consente di separare le cause di rischio per le incertezze sull'entità delle azioni dalle incertezze sulle resistenze dei materiali, discriminando inoltre nel merito delle singole azioni e dei singoli materiali. Al contrario è evidente che con le tensioni ammissibili non si introduce alcuna considerazione sulla diversa frequenza delle azioni che intervengono sulla struttura, nonché sulla probabilità del superamento dei loro valori, riassumendone le varie incertezze, unitamente a quelle sui materiali, in pratica in un unico coefficiente, tramite le formule della normativa.

Per quanto concerne l'applicazione del metodo in oggetto al cosiddetto stato limite di servizio legato ai limiti di funzionalità della struttura (deformazioni, fessurazioni, vibrazioni, ecc.), si assumeranno i valori di calcolo delle azioni, questa volta praticamente coincidenti con i valori caratteristici, cioè per $\gamma_f = 1$. Intuitivamente si comprende che, non essendo in gioco aspetti di sicurezza, non sia utile appesantire la verifica ipotizzando azioni di calcolo superiori ai valori caratteristici. Di conseguenza si calcoleranno le corrispondenti grandezze influenti nello stato limite di esercizio: ad esempio, si calcolerà sotto le azioni caratteristiche, l'ampiezza delle fessure o l'entità delle frecce secondo le formule proposte ad esempio dalle *Istruzioni CNR*.

Circa il livello di rischio accettato nell'impostazione probabilistica della vigente normativa, opportuni calcoli mostrano che i fattori di sicurezza usualmente adottati per le strutture in c.a. e c.a.p. dovrebbero teoricamente garantire una sicurezza allo stato limite ultimo dell'ordine di 1.10^{-5} (cioè un caso di crollo su centomila).

Invece le statistiche degli organi di controllo dimostrano che gli incidenti che rientrano effettivamente nel quadro degli eventi analizzabili probabilisticamente non superano la probabilità di 1.10^{-7}, in quanto le nostre ipotesi di calcolo sono sempre ampiamente dal lato della sicurezza. Eppure il numero effettivo di casi in cui si raggiunge lo stato limite è effettivamente di uno su centomila, a causa dell'intervento concomitante di fenomeni fortuiti che la teoria non considera, quali grossi errori progettuali o esecutivi, azioni o condizioni eccezionali ecc. Peraltro non appare corretto perseguire una riduzione dei rischi appesantendo uniformemente i coefficienti di sicurezza applicati alle azioni o alle resistenze di deduzione probabilistica.

Una proposta consiste nel definire, per le varie categorie di opere, classi di rischio differenti. Le *Istruzioni CNR*, riferite al metodo degli stati limite per il c.a. e il c.a.p., recepiscono questo concetto introducendo in particolare correzioni ai coefficienti γ_f da applicarsi nel caso di strutture di tipo particolare e destinati a tener conto dell'entità delle conseguenze cui può dar luogo il raggiungimento di uno stato limite, in rapporto a particolari rischi a carico della comunità.

Peraltro la via per superare il divario tra rischio teorico e quello effettivo consiste nella rimozione all'origine di molte delle cause di rischio fortuite

attraverso un controllo esauriente di tutti gli aspetti del processo edilizio con un più ampio coinvolgimento di tutte le parti interessate, dalla committenza all'impresa costruttrice, ai fornitori, ecc. Secondo questa impostazione presso i singoli operatori si individuano organismi di controllo che seguono accuratamente tutte le fasi del processo edilizio mediante criteri di controllo codificati in appositi manuali e procedure di garanzia di qualità.

I lavori di particolare impegno proposti dalle grandi committenze pubbliche e private dovrebbero rientrare nell'ambito dei controlli di garanzia di qualità; ed è attualmente il caso in Italia dei lavori per le centrali nucleari sottoposti a siffatti controlli.

Sicurezza e normativa, nelle costruzioni in muratura e nelle costruzioni metalliche

Vittorio NASCÈ (*)

COSTRUZIONI IN MURATURA, VECCHIE E NUOVE

È ben noto che la sicurezza di tutte le costruzioni, fino alla metà del secolo diciannovesimo, era valutata empiricamente. Così era per gli edifici ma anche per le costruzioni più ardite, come ad esempio le cattedrali. La sicurezza era implicita nel rispetto delle *regole dell'arte*; quando un costruttore voleva superare ciò che era stato fatto prima di lui e fidando nell'intuito e nella esperienza personale pretendeva di uscire dalle tipologie consolidate dalla tradizione o di modificarne le proporzioni, si esponeva al rischio di dissesti, crolli, o di pesanti interventi riparatori.

La Mole di Torino di Alessandro Antonelli costituisce un chiaro esempio al riguardo, uno degli ultimi fra le grandi costruzioni.

A partire dalla metà del secolo scorso la concezione della sicurezza ha subito una svolta: all'esperienza ed all'intuizione sono venuti a sostituirsi via via dei metodi e dei procedimenti di uso generale, capaci, apparentemente, di svincolare in modo completo il problema della sicurezza dalla appartenenza della costruzione a determinate tipologie e dalla sua realizzazione con determinati materiali. In realtà Scienza e Tecnica delle Costruzioni — le discipline all'interno delle quali si è prodotta questa rivoluzione — sono cresciute anch'esse con riferimento a determinati tipi di costruzioni e determinati materiali: in linea di massima si è trattato di costruzioni dotate di *ossatura*, nei materiali acciaio e cemento armato.

La cultura degli ingegneri e degli architetti d'oggi, calibrata su questi riscontri costruttivi — nella istruzione universitaria, nella trattatistica e nella normativa tecnica — è pertanto in larga misura inadeguata per affrontare i problemi delle vecchie costruzioni in generale, le quali sono prive di *ossatura* e non sono né in acciaio né in cemento armato. E di tale inadeguatezza sono proprio le vecchie costruzioni in muratura a rappresentare il più chiaro esempio: la loro estraneità alla nostra cultura si riflette nella difficoltà che oggi incontriamo ogni qual volta siamo chiamati ad intervenire su di esse.

Le strutture, nel loro insieme, paiono estranee ai nostri usuali modelli di schematizzazione; i materiali estranei ai nostri usuali parametri di identificazione; le disposizioni costruttive estranee alle tecniche di intervento oggi economicamente possibili. Non deve dunque sorprendere se ancora oggi non esiste alcuna norma (con l'eccezione di qualche cenno nel D.M. 3/3/1975 per le costruzioni in zona sismica) né alcuna opera organica in tema di interventi strutturali e più in generale di sicurezza delle vecchie costruzioni in muratura. Eppure in questo campo si lavora molto oggi nel nostro Paese, da un punto di vista sia pratico sia teorico come è stato anche ampiamente dimostrato dalla partecipazione italiana all'ultimo simposio IABSE di Venezia nell'autunno scorso. È quindi lecito sperare che tutta questa esperienza possa confluire, nell'arco di alcuni anni, in una prima norma quadro in argomento.

Sarebbe ora interessante entrare dettagliatamente nel merito dei problemi di sicurezza delle vecchie costruzioni in muratura; un breve elenco degli inconvenienti ricorrenti e delle difficoltà tipiche di schematizzazione statica e di organizzazione degli interventi è peraltro tutto quanto posso fare nel breve spazio concessomi:

(*) Ingegnere, professore ordinario di Tecnica delle Costruzioni, Politecnico di Torino.

— rilievo del degradamento del materiale di natura chimico fisica; determinazione sperimentale per via distruttiva e non distruttiva delle sue caratteristiche meccaniche;
— modello matematico del legame sforzo-deformazione e del comportamento a rottura del materiale;
— rilievo del degradamento della costruzione per le vicissitudini subite; cedimenti di fondazione, aperture e chiusure di vani nei muri, nuove canne fumarie e tracce per impianti, cedimenti o allentamenti di catene di sistemi spingenti (volte, coperture a capriata ecc.), deviazioni della verticalità dei muri ecc.;
— ricerca storica, in particolare sui criteri e procedimenti che furono seguiti all'atto della fabbricazione. La ricerca storica è essenziale per indirizzare la schematizzazione della struttura ai fini delle verifiche di sicurezza oltre che per l'adozione di tecniche di intervento coerenti e corrette dal punto di vista più generale del restauro;
— definizione di uno o di più schemi statici della struttura — nell'insieme e nei suoi elementi — capaci di inquadrarne il comportamento in servizio ed a collasso, coerenti con il complesso dei dati del rilievo e con le previsioni dell'eventuale intervento di restauro;
— compatibilità statica dell'intervento di restauro con la costruzione originaria, in corso d'opera e nel tempo; demolizioni e puntellamenti, ancoraggi e forzamenti, iniezioni, tracce ed aperture nei muri portanti per l'inserimento di solai, collaborazione della muratura con elementi aggiunti di calcestruzzo armato e di acciaio ecc.;
— problemi organizzativi e professionali legati all'intervento di restauro statico. Troppo spesso, anche negli edifici di proprietà pubblica, lo strutturista è chiamato in causa quando già il progetto architettonico del riuso è stato definito e finanziato, senza riguardo ad eventuali necessità di ordine statico. La salvaguardia della sicurezza, in queste condizioni, diviene cosa non agevole né gratificante per lo strutturista: se non se la sente di fare l'acrobata avrà molte probabilità di apparire un rompiscatole.

Se ora ci rivolgiamo alle nuove costruzioni in muratura, possiamo rilevare che per queste esistono varie norme di sicurezza in campo internazionale, ma tutt'altro che indifferenti ai problemi di tipologia e di materiale già evidenziati per le vecchie costruzioni.

La più autorevole norma internazionale in materia, per le possibilità italiane di riferimento, è rappresentata dalle CIB, *International Recommendations for masonry structures*, (1980), redatte dalla Commissione W 23 A del CIB (Conseil International du Batiment). Tale norma ha il carattere di una norma quadro specialmente intesa quale modello di riferimento per norme nazionali, basata sui medesimi principi generali di sicurezza cui si ispirano le norme internazionali per le costruzioni di calcestruzzo armato e di acciaio. Il metodo contemplato per le verifiche di sicurezza è quello semiprobabilistico agli stati limite. La costruzione cui la norma si riferisce è delineata da un complesso di caratteristiche fra le quali si rilevano in particolare le seguenti:
— la muratura è considerata quale *materiale da costruzione* per cui possano definirsi, a partire da risultati sperimentali, i valori delle resistenze caratteristiche a compressione, taglio, flessione;
— la struttura costituisce un sistema tridimensionale composto da solai in piastre o travi, muri portanti e muri di controvento;
— la struttura deve essere in grado di fronteggiare azioni accidentali di carattere eccezionale con danni solo locali, e deve essere perciò provvista di incatenamenti di acciaio, perimetrali ed interni, inseriti nei cordoli dei solai in corrispondenza dei muri.

È dunque evidente che si tratta di una norma per costruzioni nuove e di tipologia strutturale ben definita la quale non può offrire che deboli riferimenti ai giudizi di sicurezza che si richiedono per casi generici e tipicamente per vecchi edifici in muratura.

Ma anche per i nuovi edifici la norma non è di facile applicazione, imbattendosi continuamente nelle difficoltà che conseguono alla schematizzazione stessa della muratura quale *materiale da costruzione* nello spirito di altri materiali, quali il calcestruzzo o l'acciaio. Una impostazione questa che è concettualmente corretta, ma certo difficile ad articolarsi, per le particolarità della muratura, in strumenti e metodi semplici ed utili da un punto di vista applicativo. Ecco qualche aspetto di tale difficoltà, tolto dalla lettura della Norma e qui riportato a titolo d'esempio:
— la resistenza caratteristica della muratura dipende dalla qualità delle malte e dei laterizi, dalla conformazione dell'apparecchio murario, dallo spessore dei giunti e dalla dimensione e geometria del saggio sottoposto a prova. È evidente la difficoltà ed il costo di una determinazione sperimentale veramente significativa per questo parametro, posto dalla norma a base di tutte le verifiche di sicurezza;
— nel calcolo dei muri portanti l'interazione flessionale fra muro e solaio, nello schema a nodi rigidi o semirigidi, chiama in causa la relazione fra coppia e rotazione del muro, relazione non lineare in generale per la influenza della fessurazione;
— nel calcolo dei muri di controvento, l'azione orizzontale è ripartita dai solai fra i muri in funzione delle loro rigidezze. L'ipotesi generalmente assunta, negli edifici a struttura di acciaio o di cemento armato, di indeformabilità dei solai nel loro piano ai fini della ripartizione, può essere criticabile in molti casi per costruzioni in mura-

tura; inoltre si hanno ben poche informazioni sulla rigidezza a flessione ed a taglio di pareti in muratura sollecitate nel loro piano e tali valori di rigidezza sono indispensabili per impostare le verifiche.

Queste poche osservazioni sono forse sufficienti ad illustrare i limiti e le difficoltà che ancora oggi incontra qualsiasi tentativo (e quello del CIB è certamente il più riuscito) di inquadrare le costruzioni in muratura alla luce dei moderni metodi della sicurezza, elaborati con riferimento alle costruzioni di acciaio e di calcestruzzo armato. Il grande obiettivo di una normativa generale di sicurezza per le costruzioni in muratura, simile a quella oggi disponibile per le costruzioni di acciaio e di cemento armato, è ancora assai lontano.

Per intanto, in quanto siano applicabili, possiamo cominciare ad utilizzare le norme CIB, od altre analoghe, pur coi loro limiti quasi tutti impliciti nella particolarità di questo *materiale da costruzione*. In questo spirito sono state pubblicate in Italia, per cura dell'ANDIL, le *Raccomandazioni per la progettazione ed il calcolo delle costruzioni a muratura portante in laterizio* (settembre 1980), per edifici fino a 6 piani in località non dichiarate sismiche. Sono raccomandazioni e come tali non rivestono alcun carattere impegnativo; sono aderenti alla impostazione CIB, se pur tradotte nel linguaggio delle tensioni ammissibili. Trattandosi della prima proposta di norma italiana in questo campo queste raccomandazioni sono state opportunamente semplificate rispetto a quelle CIB, se pure questo giusto orientamento ha lasciato qualche traccia di oscurità. Ad esempio:

La verifica dell'azione orizzontale del vento può essere omessa in zone non particolarmente battute per costruzioni fino a 3° piano fuori terra, a condizione che la funzione di controventamento possa essere svolta da muri aventi adeguate caratteristiche resistenti ed adeguato sviluppo planimetrico. Chi giudicherà e come le adeguate caratteristiche e l'adeguato sviluppo...?

Per le costruzioni in località sismiche vige, come è noto il D.M. 3/3/1975, in applicazione della legge n. 64 del 2/2/1974, *Approvazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche* (Suppl. G.U. n. 93 del 8 aprile 1975). Tali Norme, per quel poco che dicono sulle costruzioni in muratura, sono tuttavia l'unico documento con valore di legge per quanto riguarda la sicurezza di questo tipo di costruzioni. L'intento di queste Norme è quello di giungere ad una struttura il più possibile scatolare mediante una serie di prescrizioni sulla necessità di muri maestri longitudinali e trasversali, sull'interasse di essi, sui cordoli ed i loro collegamenti ai solai, sulla integrità degli incroci fra muri ecc. Garantita così una impostazione del progetto *sicura* attraverso delimitazioni di carattere tipologico, resterebbe al progettista la libertà di sbagliare nel proporzionamento dei muri qualora, malauguratamente, si mettesse a fare dei calcoli. Ma la norma lo previene imponendogli, per tutto l'edificio, interasse massimo dei muri e loro spessore minimo, piano per piano, dal coperto alla fondazione. La sicurezza delle costruzioni in muratura torna ad essere nel 1975, nell'unica legge italiana che se ne occupa, una questione da risolversi con *regole*: regole calibrate su costruzioni già fatte e che hanno dato buon esito. Potremmo dunque ripetere ciò che diceva Séjourne nel 1914, parlando di costruzioni in muratura: *On fait une voute d'après les voutes faites, c'est affaire d'expérience*. Ma non vorrei essere frainteso.

Non intendo affatto esprimere un giudizio critico sulla norma sismica del 1975: solo rilevare che anche le norme di sicurezza fanno quello che possono, in rapporto alle difficoltà di inquadramento dei problemi ed all'avanzamento degli studi relativi. E se, per un determinato campo di costruzioni — come ad esempio le costruzioni di muratura in zona sismica — i moderni criteri di verifica della sicurezza non sono ancora riusciti ad articolarsi in procedimenti e metodi di calcolo di validità generale, cosa può fare di meglio la norma se non riparare nei vecchi criteri empirici riutilizzando le regole dell'arte?

COSTRUZIONI METALLICHE

Passando dalle costruzioni in muratura a quelle di acciaio entriamo in un mondo completamente diverso. Scienza e Tecnica delle Costruzioni sono di fatto nate con la costruzione metallica e si sono in larga misura sviluppate, fino ai primi decenni di questo secolo, per corrispondere proprio alle esigenze di essa.

Dopo circa 150 anni di ricerche in questo campo i principali problemi della sicurezza delle costruzioni metalliche sono stati classificati e studiati in ogni dettaglio sicché per ciascuno d'essi — come peraltro nelle costruzioni di cemento armato — esiste o dovrebbe esistere un appropriato strumento di interpretazione e di valutazione numerica ed una norma specifica da seguire. Questo probabilmente è ciò che si attende oggi qualunque persona non specificamente competente; ed è anche ciò cui aspirano legittimamente gli Enti normatori.

In realtà, l'articolazione del campo disciplinare, la ricchezza della trattatistica e della normativa moderna della costruzione metallica, sono enormi al paragone della costruzione in muratura; ma sarebbe una grave ingenuità pensare alla sicurezza delle costruzioni metalliche (e di quelle di cemento armato, naturalmente) come ad una specie di edificio compiuto. Pensiamola piuttosto come un cantiere permanente, che lavora febbrilmente, sospinto da problemi sempre nuovi, posti in continuità dalla evoluzione della produzione siderurgica, delle tipologie costruttive e delle esigenze della industria delle co-

struzioni, che oggi ormai si pongono ad un piano internazionale.

La normativa non può che partecipare di questo carattere di *questione aperta* che riveste oggi il problema della sicurezza, adeguandosi e rinnovandosi con continuità. Ciò spiega la particolare struttura organizzativa dell'attuale corpo di norme sulla sicurezza, da un punto di vista più generale.

Il compito di definire il complesso delle prestazioni cui una costruzione deve soddisfare — per numerose ragioni d'ordine economico e sociale — iniziò ad essere assunto, a partire dalla fine del secolo scorso, ed in misura via via più ampia, da parte di organismi pubblici. Nel 1893 uscirono le prime norme italiane sulle costruzioni metalliche e nel 1907 le prime sulle costruzioni di cemento armato. Alla impostazione primitiva del tipo *regola* o *regolamento* si è venuta a sostituire, in tempi relativamente recenti, una impostazione più aperta, che vorrebbe la norma concepita esclusivamente in termini esigenziali. Non dovrebbero cioè essere indicati i caratteri cui le opere debbono uniformarsi ma le prestazioni, le esigenze; non i procedimenti né i mezzi ma gli scopi. Tale tendenza, comune alla maggioranza dei paesi industrializzati, ha il pregio di evitare intralci all'inventiva ed al progresso tecnico e di proporsi quale unica soluzione per una unificazione normativa, soprattutto in sede internazionale. Ciò presuppone tuttavia conoscenze tecniche e scientifiche molto più approfondite da parte dei progettisti ed anche dei controllori; per questa ragione una esigenza parallela si è manifestata: quella di assicurare la reperibilità di testi i quali, pur privi di valore normativo in senso stretto, forniscano modelli ed illustrino procedimenti aggiornati ed affidabili per una valutazione corretta della sicurezza.

Secondo criteri approvati dal CNR una decina di anni or sono e più recentemente accolti dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, le direttive alla progettazione strutturale sono dunque espresse in Norme ed Istruzioni. Le Norme, emanate ed aggiornate con Decreti Ministeriali ed in forza di leggi specifiche, raccolgono prescrizioni obbligatorie su argomenti di carattere fondamentale. I problemi particolari inerenti le disposizioni od i procedimenti di costruzione e di calcolo sono trattati, a complemento delle Norme, nelle Istruzioni o Raccomandazioni, documenti completi ma privi di valore legale, pubblicati dal Consiglio Superiore dei LL.PP., dal CNR o da altri eventuali Enti.

Quanto alla genesi di questo corpo normativo — e con riferimento agli Enti normatori più importanti — la situazione può riassumersi in modo schematico come segue:

Raccomandazioni Internazionali

Si tratta di documenti quadro, ad uso di quanti siano chiamati a redigere testi di norme nazionali, formulati allo scopo di assicurarne un allineamento delle norme dei diversi paesi, in rapporto alla dimensione ormai internazionale sia della ricerca applicata sia della industria delle costruzioni. Queste Raccomandazioni sono il frutto del lavoro di organismi ed associazioni quali ad esempio, per le Costruzioni metalliche, la ECCS (1) (European Convention for Constructional Steelwork) e la CEE (2) (Comunità Economica Europea). Altre norme sugli edifici a struttura metallica che, per la loro larga diffusione ed applicazione, svolgono praticamente un ruolo di norme internazionali (3).

Istruzioni del CNR

Derivano in larga misura, soprattutto nella impostazione, dalle Raccomandazioni internazionali ma sono *calibrate* sulle condizioni dello sviluppo industriale e dell'aggiornamento professionale del nostro Paese. Queste Istruzioni sono redatte da commissioni nominate dal CNR e composte da universitari, professionisti, rappresentanti di enti pubblici, associazioni tecniche ed industriali. Esse costituiscono il corpo fondamentale della normativa: pur essendo prive di valore legale possono essere richiamate nei capitolati; in ogni caso esse costituiscono la base delle Norme ministeriali. Scopo delle Istruzioni è idealmente quello di coprire in modo completo ed articolato tutto il campo della sicurezza delle costruzioni. Per il solo settore degli edifici a struttura metallica (civili ed industriali) sono di fatto disponibili, pubblicati sui bollettini del CNR, testi di Istruzioni sui seguenti argomenti:

— calcolo, esecuzione e manutenzione delle strutture metalliche in generale (col metodo delle tensioni ammissibili; col metodo semiprobabilistico agli stati limite; con l'impiego di acciai ad elevata resistenza);
— azioni sulle costruzioni;
— strutture composte di acciaio e calcestruzzo;
— fatica ed apparecchi di sollevamento;
— costruzioni in profili formati a freddo;
— strutture provvisionali per i cantieri (in corso di preparazione);
— nervature di irrigidimento delle anime di travi a parete piena;
— verifica allo stato limite di collasso plastico;
— apparecchi d'appoggio in gomma;

e ben cinque delle Istruzioni citate sono attualmente in corso di aggiornamento.

(1) ECCS (European Recommendations for steel construction), (ECCS-EG 77-2E, March 1978).

(2) CEE Eurocode 3- Common Unified Code of Practice for Steel Structures) (Draft, November 1983).

(3) Esse sono: AISC (American Institute Steel Construction), *Specifications for the Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Buildings*.

REGLES C.M., *Règles de calcul des constructions en Acier*.

B.S. 449, British Standards, *The Use of Structural Steel in Buildings*.

Norme ministeriali

Si tratta delle Norme tecniche ben note, emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici ogni due anni (teoricamente), in applicazione della legge 5 novembre 1971 n. 1086 ([4]). E si tratta ancora delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche, già richiamate a proposito delle costruzioni in muratura, emanate in applicazione della legge 2 febbraio 1974, n. 64 e prossime ad un aggiornamento. Non mi è possibile, evidentemente, analizzare in questa sede, un corpo normativo così ampio ed articolato.

Una osservazione però vorrei fare, relativa alla filosofia di base di tutte queste norme: parlo del metodo semiprobabilistico agli stati limite, per ora introdotto in parallelo al metodo tradizionale delle tensioni ammissibili, quasi in via sperimentale, ma ritengo in vista di una progressiva sostituzione. Nel campo delle costruzioni metalliche, se si assume, come è stato proposto, che lo stato limite ultimo è raggiunto quando la fibra più sollecitata perviene alla tensione di snervamento, e se inoltre si assume, come da più parti si va proponendo, di unificare il coefficiente parziale gammaeffe delle azioni, allora è evidente che nessuna differenza più sussiste fra i due metodi di verifica ora posti in alternativa ed il vecchio avrebbe il sopravvento. Tutto sarebbe così apparentemente semplificato ma dobbiamo essere favorevoli? Ritengo di no, sia in rapporto alla necessaria uniformità con le norme di sicurezza per costruzioni di altro tipo (di cemento armato in particolare), sia per la maggiore chiarezza concettuale e convenienza politica del nuovo metodo, ormai adottato dalle maggiori Associazioni Tecniche internazionali.

Certo, il nuovo metodo richiede ai progettisti un notevole sforzo di assimilazione e di disponibilità a riconsiderare concetti per noi tutti fondamentali e profondamente ancorati sul modo di definire i fenomeni e le funzioni che interessano le costruzioni, stimare i rischi, impostare il nostro lavoro. Ma al di là delle iniziali difficoltà di applicazione è questo un impegno cui possiamo guardare con fiducia, come ad una grande occasione, anche da un punto di vista professionale, per rilanciare i nostri interessi e ringiovanire la nostra attività.

([4]) *Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche* (D.M. LL.PP. 1° aprile 1983; suppl. G.U. 17/8/1983 n. 224).

I Sistemi Costruttivi

Piero CONTINI (*)

La verifica della sicurezza delle costruzioni contro gli incendi non è attualmente ancora normata da una Legge dello Stato. La Legge n. 64 del 12 febbraio 1974, relativa ai Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche, sancisce che in tutti i Comuni della Repubblica le costruzioni dovranno essere realizzate in conformità a delle norme tecniche, i cui argomenti prevedono la *protezione delle costruzioni contro gli incendi*. Il problema è attualmente allo studio da parte di una Commissione interministeriale LL.PP. e Interni (alla quale collaboro) che sta per predisporre le norme tecniche su citate.

L'esposizione verrà divisa in tre sezioni:
— la prima, riguarderà l'impostazione generale del problema;
— la seconda, i criteri di approccio;
— la terza, i metodi di verifica.

È necessario stabilire anzitutto *gli obbiettivi* e in seguito *la strategia*.

(*) Ingegnere, Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Politecnico di Torino.

La protezione contro il fuoco delle strutture ha come obbiettivi, non dimenticando il problema economico:
— la salvezza della vita umana;
— una adeguata protezione delle cose:
  - scatola
  - contenuto
  - fabbricati vicini.

Questo si realizza per mezzo della (ecco la strategia):
— protezione attiva;
— protezione passiva.

La protezione attiva tende a ridurre la probabilità dell'evento incendio grave [P(incendio)]; la protezione passiva tende a ridurre la probabilità di collasso strutturale allorquando l'incendio scoppia [P(collasso/fuoco)].

PROBABILITÀ DI NASCITA DI UN INCENDIO

La probabilità di un incendio dipende a sua volta dalla probabilità con la quale si realizzano eventi consecutivi e precisamente:

— *probabilità di accensione* e sviluppo del fuoco;
— *probabilità di sviluppo* fino all'esplosione.

Probabilità di accensione

Ci sono fattori esterni e interni, rispetto al fabbricato, che influenzano la *probabilità di accensione e sviluppo* e precisamente:
— fattori esterni:
  - utilizzo o eventuale cattivo utilizzo del fabbricato (destinazione a magazzino, industria, uffici, ...);
  - tipo di attrezzatura (macchinari, impianti, ...);
  - tipo di materiale dentro il fabbricato (il «contenuto») (mobili, rivestimenti, materiali strutturali);
— fattori esterni:
  - collegati alla posizione del fabbricato e a ciò che sta nelle vicinanze;
  - fattori naturali (condizioni climatiche, esposizione al sole, ...);
  - fattori opera dell'uomo (organizzazione del lavoro, condutture).

Non va peraltro dimenticato che la probabilità di sviluppo possa essere ridotta ponendo cura:
— alla dislocazione;
— alla configurazione dell'edificio;
— alla scelta dei materiali;
— all'uso corretto dello stesso fabbricato.

Probabilità di sviluppo

Per quanto riguarda invece la *probabilità dello sviluppo di un incendio fino alla sua esplosione* si può affermare che il controllo dello sviluppo stesso dipende essenzialmente:
— dalla rapidità di diffusione, e dalla intensità nel tempo della pressione del fumo e dei prodotti della combustione; e questo dipende a sua volta:
  - dal carico di fuoco (quantità del materiale e sue caratteristiche di infiammabilità);
  - condizioni al contorno del compartimento (capacità di essere tagliafuoco, di isolare);
— dal tempo che passa prima che entrino in azione le squadre antincendio; e questo dipende:
  - dalla presenza e dalla affidabilità di apparecchi di segnalazione (fumi, temperatura, calore, diminuzione di ossigeno);
  - dalla tempestività di avviso alle squadre antincendio e (dal loro arrivo sul posto) dalla loro entrata in azione;
— dalle attrezzature in lotta contro il fuoco; e questo dipende da:
  - quantità degli impianti (sprinkler) e loro affidabilità;
  - affidabilità delle squadre antincendio (pubbliche e/o private).

PROBABILITÀ DI COLLASSO A CAUSA DELL'INCENDIO

La probabilità di un collasso strutturale a causa di un incendio [P(collasso/fuoco)] dipende ovviamente dalla resistenza al fuoco che viene definita:
— idoneità di un elemento costruttivo a sopportare le combinazioni di carico di esercizio previste (stabilità);
— capacità di un elemento costruttivo a impedire il passaggio di fiamme-gas-fumi (tenuta);
— capacità di contenimento della temperatura della superficie di un elemento costruttivo, opposto a quella esposta all'incendio, entro un certo limite (isolamento).

Definiti così gli obbiettivi e la strategia per raggiungerli a mezzo della protezione attiva e della protezione passiva analizziamo quali debbano essere i requisiti da richiedere alle strutture.

REQUISITI RICHIESTI ALLE STRUTTURE

1° requisito: La resistenza al fuoco

Essa è intesa, come definizione generale, come la capacità della struttura sia nel suo insieme che in ogni suo singolo elemento di conservare per il tempo di resistenza richiesto la capacità portante, l'isolamento e la tenuta. Conservare la capacità portante significa che la struttura sia nel suo insieme che ogni suo elemento costituente devono conservare tale requisito per il periodo prescritto di resistenza al fuoco, in modo tale da mantenere entro limiti accettabili la probabilità di un collasso parziale o totale. La capacità portante è definita per mezzo dei seguenti stati limite ultimi di:

— Resistenza (propriamente detta): per il tempo di resistenza al fuoco richiesta la struttura sia nel suo insieme che ogni suo elemento componente deve conservare una sufficiente resistenza contro tutte le azioni esterne e interne che nascono durante un incendio, con una probabilità accettabile di non-collasso; viene fatto pertanto preciso riferimento agli stati limite ultimi per sollecitazioni normali, sforzi taglianti, azioni torcenti, effetti di punzonamento, azioni flettenti.

— Stabilità: per il tempo di resistenza richiesto la struttura sia nel suo insieme che ogni suo elemento componente deve mantenere una sufficiente stabilità sotto tutte le azioni esterne in dipendenza delle deformazioni che nascono durante il fuoco. Inoltre la struttura deve conservare una sufficiente robustezza per prevenire il collasso progressivo; viene fatto pertanto riferimento anche agli effetti del 2° ordine.

— Duttilità: per il tempo di resistenza richiesto la struttura sia nel suo insieme che ogni suo elemento componente deve avere una sufficiente duttilità

per consentire quelle deformazioni che nascono durante l'esposizione al fuoco prima della perdita delle loro capacità di carico.

COMPARTIMENTAZIONE

Conservare l'isolamento e la tenuta significa fare in modo che i compartimenti impediscano l'insorgere dell'incendio (e quindi impediscano il propagarsi del fuoco e/o dei fumi e limitino in modo opportuno la trasmissione di calore) nei settori contigui dell'edificio con una probabilità accettabile. I limiti per le temperature sulla faccia non esposta sono di 140°C con un massimo di 180°C, ma su un'area molto limitata. È da rimarcare che:

— i requisiti per la tenuta e l'isolamento degli elementi di separazione devono essere diversi da quelli relativi alla capacità portante;
— componenti quali finestre, porte, ecc., possono perdere la loro funzione di separazione prima del tempo di resistenza richiesto.

Questo è importante al fine di definire una strategia di difesa.

2° requisito: La rimessa in servizio

In relazione a esigenze economiche, sociali, funzionali, di particolare importanza può essere richiesto che il fabbricato venga danneggiato entro certi limiti, così che si possa provvedere, con piccoli interventi, alla sua rimessa in esercizio.

ESPRESSIONE DELLA RESISTENZA AL FUOCO

La resistenza al fuoco viene espressa attraverso il confronto fra il tempo di resistenza calcolato (t_{ev}) e il tempo di resistenza richiesto (t_{re}), cioè:

$$t_{ev} - t_{re} \geq 0 \qquad [1]$$

due osservazioni:

— il tempo di esposizione al fuoco che passa prima che sia raggiunta la resistenza richiesta dipende sia dall'azione del fuoco che dalla resistenza al fuoco;
— il tempo di resistenza richiesto è collegato a:
  - tipo e utenti del fabbricato
  - densità del carico di fuoco
  - importanza degli elementi strutturali
  - facilità dello sfollamento ordinato e delle operazioni di soccorso.

Viene espressa in *minuti primi*.

LOGICA DELLA SICUREZZA

Da quanto precede si può dedurre che:

1) il livello di sicurezza è collegabile e quindi definibile per mezzo del tempo richiesto di esposizione al fuoco;
2) per una data situazione, richiedere un tempo di esposizione maggiore implica automaticamente un maggior grado di sicurezza.

Utilizzando il concetto di probabilità di collasso si può dire che il grado di sicurezza accettato contro il fuoco è correlato al grado di sicurezza richiesto in situazioni non accidentali a mezzo dell'espressione:

$$P(\text{collasso/fuoco}) = \frac{P(\text{collasso non accidentale})}{P(\text{fuoco})}$$

dove Probabilità di collasso non accidentale significa Probabilità di collasso accettabile in situazioni non accidentali (persistenti e/o transitorie).

In questo modo la scelta di una probabilità accettabile di collasso consente al progettista di valutare sia le probabilità rimanenti di incendio grave [P(fuoco)] dopo la messa in conto delle misure di protezione attiva, e sia la probabilità di collasso strutturale richieste agli elementi resistenti in forza della quale sono stati progettati [P(collasso/fuoco)].

A probabilità di collasso accettabili differenti occorrerà fare corrispondere differenti gradi di sicurezza in funzione delle possibili conseguenze determinate dal collasso.

E infine poiché sia il tempo richiesto che il tempo valutato di resistenza al fuoco sono grandezze variabili casuali (random) sarà necessario introdurre nell'equazione [1] $t_{ev} - t_{re} \geq 0$ dei coefficienti parziali di sicurezza per tenere in conto le corrispondenti incertezze.

È peraltro ovvio che in funzione di diverse classi di sicurezza si possono assegnare probabilità di collasso accettabili diverse.

METODI DI ACCERTAMENTO DELLA RESISTENZA AL FUOCO

Il concetto è:

— valutare il tempo di esposizione al fuoco;
— controllare il livello di sicurezza.

Sono percorribili tre strade illustrate nello schema in tabella:

Secondo l'approccio del primo tipo la valutazione della resistenza al fuoco viene determinata:

a) *Prove sperimentali specifiche* condotte nelle condizioni di carico che determinano uno stato di tensione dello stesso ordine di grandezza di quello previsto nelle condizioni progettuali;
b) *Relazioni empiriche fondate su prove e esperienze* che consentono di estrapolare e generalizzare i risultati di prove sperimentali in modo da evitare costose determinazioni e prove specifiche su ciascun elemento da verificare;
c) *Calcolazioni* che consentono la determinazione analitica della resistenza di elementi strutturali

Metodo di approccio	Tempo di esposizione *richiesto*	Tempo di esposizione *calcolato*
1	Indicato nelle norme dello Stato.	Secondo la relazione tempi-temperatura (norme ISO 834) a mezzo di: *a*) prove sperimentali; *b*) relazioni empiriche desunte da prove ed esperienze; *c*) calcolazioni; utilizzato come fondamento per graduare la resistenza al fuoco degli elementi strutturali.
2	Indicato nelle norme, ma corretto in funzione di situazioni particolari per mezzo dell'algoritmo: Tempo Equivalente.	
3	Valutato per mezzo di modelli matematici che tengono conto di esposizioni al fuoco ben definite e delle corrispondenti resistenze della struttura.	

sotto la condizione di carico standard (relazione tempi-temperatura ISO). Ma oggi solo limitatamente alla *resistenza* (non sono ancora completamente chiarite le calcolazioni relative alla *tenuta* e all'*isolamento*).

In sostanza si tende a sostituire la prova sperimentale con calcolazioni valutando:

— il quadro termico in funzione:
- delle caratteristiche strutturali;
- delle caratteristiche termiche dei materiali resistenti;
- dei parametri di trasmittanza termica delle varie superfici di contorno della struttura;

— la resistenza ultima, nel tempo, in funzione:
- delle caratteristiche dei materiali;
- delle condizioni di carico.

Naturalmente nelle messa in conto della resistenza dei materiali dovremo adottare dei coefficienti parziali di sicurezza:

$$f_d = \frac{fk}{\gamma m} \qquad [2]$$

mentre nell'espressione della combinazione dei carichi

$$S_d = \gamma_1 \cdot S\,(G + P + \Sigma Q\ ik)$$

$$\gamma_1 \text{ è posto} = 1.$$

In questo modo di procedere il livello della sicurezza è direttamente compreso nel *tempo di resistenza richiesto*; tutte le incertezze sono coperte senza quindi dovere introdurre dei coefficienti di sicurezza parziali nell'equazione

$$t_{ev} - t_{re} \geq 0.$$

Secondo l'approccio del 2° tipo (metodo del tempo equivalente) la resistenza al fuoco viene determinata modificando la resistenza al fuoco richiesta dalle norme con la messa in conto delle *reali* densità di carico di fuoco, condizioni di ventilazione e proprietà termiche dell'edificio.

Si rende necessario allora definire il concetto di *tempo equivalente*. Per meglio chiarire il significato rammento di fare riferimento al concetto della tensione ideale nei criteri di resistenza.

Il tempo equivalente di resistenza al fuoco è definito come il tempo di riscaldamento secondo la legge standard che conduce agli stessi effetti di danneggiamento prodotti da un incendio reale.

Poiché ciò coinvolge la messa in conto di *incertezze*, diventa necessario introdurre, nell'equazione fondamentale, dei fattori di sicurezza parziali, vale a dire:

$$t_{ev} - \gamma \cdot t_{re}^{eq} \geq 0 \qquad [3]$$

γ dipende ovviamente dalle incertezze derivanti dall'indagine sul carico di fuoco, ventilazione, ecc.

Che se poi si vuole mettere in conto, da un lato, la diminuzione di probabilità di incendio grave dovuta all'affidabilità degli impianti di segnalazione e spegnimento e, dall'altro, le incertezze derivanti dalle condizioni al contorno della struttura, dalla risposta della struttura sotto carico, ecc., l'equazione generale diventa

$$\gamma_1 \times t_{ev} - \gamma \cdot \gamma_n\, t_{re}^{eq} \geq 0 \qquad [4]$$

L'approccio del 3° tipo si basa su modelli di bilancio termico e coinvolge, oltre alla determinazione dei carichi di incendio, dei fattori di ventilazione, anche le relazioni in funzione del tempo della variabile gas-temperatura oltreché la variabilità delle condizioni di resistenza delle proprietà termiche e meccaniche della struttura. Questo tipo di approccio non è ancora messo completamente a punto e pertanto ci si limita a quanto accennato.

DEFINIZIONE DI ALCUNE GRANDEZZE

Densità di carico di fuoco

$$q_f = \frac{1}{Af} \sum_{i=1}^{i=n} m_{vi} \times H_{vi}$$

$$q_t = \frac{1}{At} \sum_{i=1}^{i=n} m_{vi} \times H_{vi} \qquad [5]$$

dove:

q_f = densità di carico di fuoco riferito al solo pavimento (area di base) del compartimento espressa in [MJ · m²];

q_t = idem, ma riferita a tutta l'area perimetrale del compartimento, espressa in [MJ · m²];

m_{vi} = peso totale del combustibile iesimo, espresso in [kgf];

H_i = potere calorifico del combustibile iesimo, espresso in [MJ · Kgf $^{-1}$];

Af e At = area del pavimento e area totale, espressa in [m²].

Fattore di ventilazione

$$V = \frac{A \cdot \sqrt{h}}{A_t} \qquad [6]$$

dove:

A = area apertura ventilanti (porte, finestre, ecc.) [m²];

h = altezza ponderale media delle superfici ventilanti [m];

A_t = superficie totale di contorno del compartimento, incluse le aree ventilanti [m²].

Incendio reale

Attraverso la soluzione di equazioni di bilancio termico delle energie che si sviluppano nel corso di un incendio, con certe assunzioni semplificative, e per condizioni al contorno del compartimento ben definite, è possibile tracciare la corrispondente relazione temperature-tempi.

Incendio standard

È l'incendio di riferimento.

È l'incendio, meglio dire, la relazione temperatura-tempo utilizzata nel forno sperimentale di prova.

L'equazione che lo rappresenta è:

$$T - To = 345 \log_{10} (8t + 1)$$

dove:

t = tempo, espresso in minuti;

T = temperatura nel forno, al tempo t, espressa in °C;

To = temperatura nel forno, al tempo t = 0, espressa in °C.

Tempo equivalente

Si definisce come tempo equivalente di esposizione al fuoco standard la lunghezza di esposizione che conduce agli stessi danneggiamenti, con riguardo al collasso strutturale, prodotti dall'incendio reale.

La presa in conto di differenti condizioni al contorno per i compartimenti viene superata introducendo nelle [5] e [6] un fattore correttivo k_f funzione delle caratteristiche termiche del contorno stesso.

COMPORTAMENTO DEI MATERIALI ALLE ALTE TEMPERATURE

Calcestruzzo

È chiaro che le caratteristiche meccaniche, nel corso di un incendio, subiscono delle modifiche dovute ai mutamenti fisici che avvengono nel calcestruzzo sotto temperature elevate. In aggiunta agli effetti sugli aggregati, il tipo e la quantità di cemento, il rapporto A/C, il processo di maturazione e il contenuto di umidità, il comportamento è influenzato sia dalla velocità di riscaldamento, sia dal valore massimo della temperatura raggiunta. Inoltre va considerato lo stato tensionale durante il riscaldamento e l'influenza del fluage e del rilassamento. La variazione della resistenza a compressione in funzione della temperatura di un calcestruzzo a inerte normale siliceo e di un calcestruzzo a inerte leggero è rappresentata nelle figure 1 e 2.

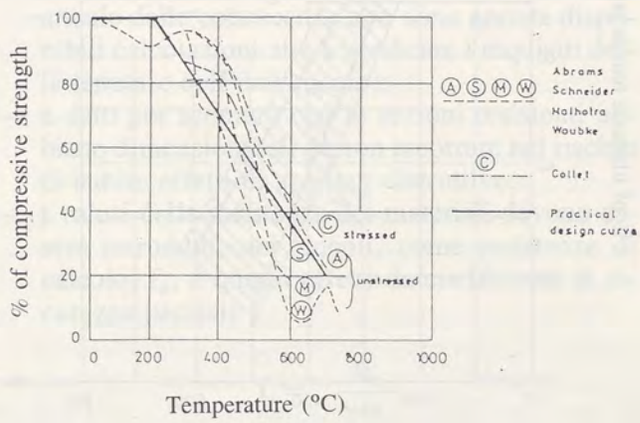


Fig. 1 - Compressive strength of normal dense concrete (siliceous) under elevated temperature.

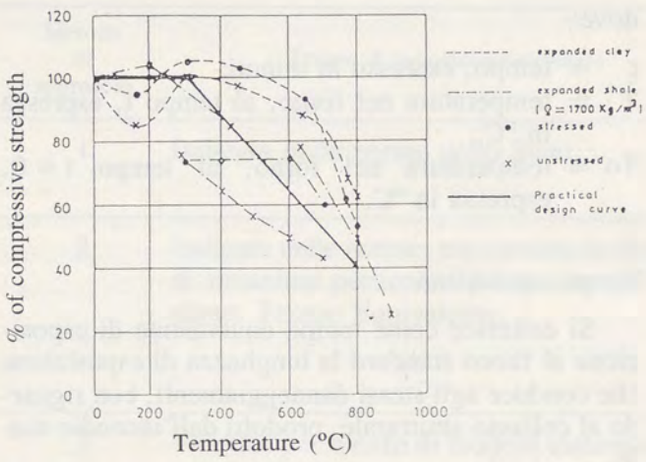


Fig. 2 - Compressive strength of lightweight concrete under elevated temperature.

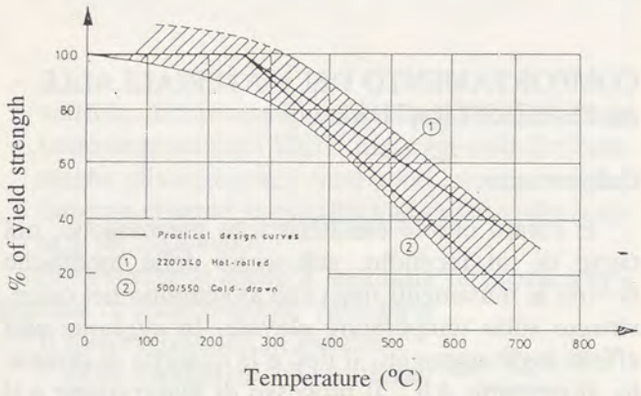


Fig. 3 - Decrease of field strength of reinforcing steels caused by heating.

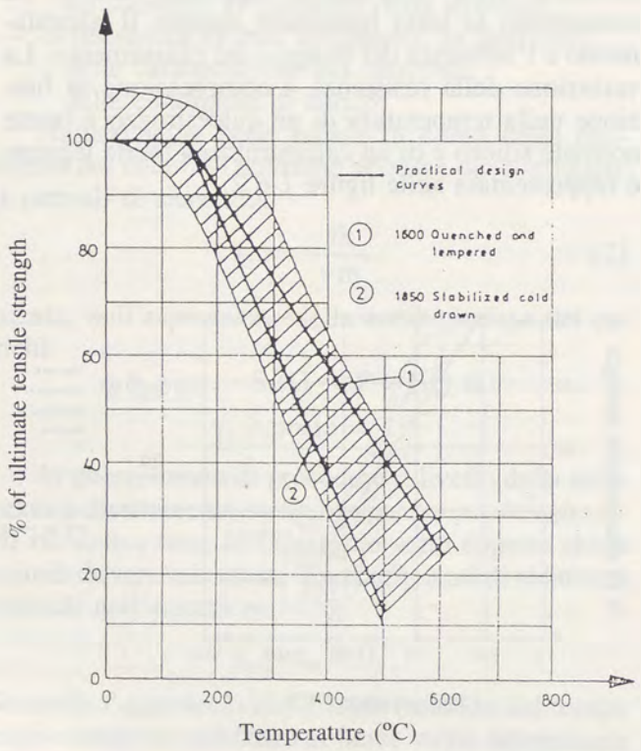


Fig. 4 - Decrease of ultimate tensile strength of prestressing steels caused by heating.

Acciaio

In genere, sia che si tratti di c.a.o. o c.a.p., è lecito trascurare le caratteristiche termiche dell'acciaio in quanto l'influenza dell'acciaio stesso sulla distribuzione delle temperature nella sezione è di modesta importanza, sebbene, in modo rigoroso, le proprietà termiche del calcestruzzo di una sezione armata sono influenzate dalla percentuale dell'acciaio. Come per il calcestruzzo occorre mettere in conto la massima temperatura raggiunta, la velocità di riscaldamento e lo stato tensionale. Per molti tipi di acciaio il processo produttivo e la composizione ne influenzano il comportamento. A circa 350 °C comincia il processo di ricristallizzazione che conduce a una diminuzione dell'effetto di indurimento. Per la resistenza alla trazione dell'acciaio per cemento armato ordinario, si veda la figura 3; per la resistenza alla trazione dell'acciaio da pretensione, si veda la figura 4.

Occorre infine dire che anche per l'acciaio assumono una certa importanza i fenomeni di fluage e rilassamento. In particolare quando occorre verificare la riammissibilità al servizio delle strutture in cemento armato precompresso.

VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA AL FUOCO

Richiamandoci a quanto detto, abbiamo a disposizione tre strade:

— la sperimentazione diretta in un forno di prova;
— la valutazione a mezzo di relazioni empiriche fondate su prove ed esperienze;
— la valutazione a mezzo del calcolo.

Il *primo metodo*, anche se apparrebbe il più certo, ha ovviamente i limiti derivanti da condizioni di prova che sono diverse da quelle reali, che possono differire tra le varie stazioni sperimentali, che limita la sperimentazione a un numero piccolo di campioni.

Il *secondo metodo*, traendo origine da una notevole messe di risultati sperimentali, consente di definire forma, dimensioni e spessori di ricoprimento per le barre di armatura o per gli acciai da c.a.p. e di mettere in conto altri fattori di comodo utilizzo. I valori che ne risultano sono, di solito, prudenziali cioè a favore della sicurezza. In sostanza, è stata compilata tutta una serie di tabelle dalle quali si traggono i valori richiesti. Occorre ancora però introdurre il concetto di *temperatura critica*.

Temperatura critica è la temperatura, raggiunta la quale, una sezione qualunque di un elemento costruttivo, o questo stesso nel suo insieme, raggiunge uno stato limite. Per quanto concerne l'acciaio, come *temperatura critica*, viene assunto il valore di 500 °C, poiché a questo valore si è prossimi al collasso di una trave, armata con acciaio dolce, in con-

dizioni di semplice appoggio, sottoposte al suo carico caratteristico, vale a dire quel carico che produce tensioni nell'acciaio di circa il 57%ndella corrispondente tensione di snervamento. La tensione critica cambia al variare della qualità di acciaio. L'acciaio per c.a.p. ha temperature critiche più basse dell'acciaio normale. Il valore di Tc aumento qualora l'acciaio non sia sottoposto alle tensioni di progetto.

Infine occorre illustrare un fenomeno tipico di danneggiamento del cls., a carattere superficiale, denominato *effetto spalling*. In seguito all'esposizione al fuoco, gli elementi strutturali in calcestruzzo possono essere colpiti da scheggiamento, fessurazione, e anche, in alcuni casi particolari, dall'azione dei gas contenenti acido cloridrico, come ad esempio quelli liberati dalla combustione del PVC.

Dobbiamo distinguere tre tipi di scheggiamento:
— scheggiamento degli inerti;
— esplosione interna;
— sfaldamento.

Lo scheggiamento degli inerti è provocato dallo scoppio o dalla frantumazione dei granuli degli inerti, a causa delle trasformazioni fisiche e chimiche che avvengono alle alte temperature. Solitamente, tale fenomeno è di scarsa entità e avviene limitatamente alla zona superficiale dell'elemento in calcestruzzo. Le cause principali dell'esplosione interna sono gli sforzi di trazione, causati dal vapore acqueo, indotti all'interno degli elementi, e dalla deformazione impedita, legata all'aumento della temperatura, che si verifica inevitabilmente durante un incendio. Gli sforzi di trazione causati dallo sviluppo del vapore acqueo dipendono in gran parte dal contenuto di umidità e quindi, dall'età del calcestruzzo. Poiché il processo di idratazione non è ancora giunto a termine nel calcestruzzo giovane, nel caso di incendio durante la fase costruttiva, si avrà un contenuto di umidità relativamente alto con il conseguente probabile insorgere di elevati sforzi di trazione. L'esplosione può lasciare esposti alcuni tratti di armature importanti ai fini strutturali. Negli elementi sottili si possono inoltre creare delle cavità, tali da ridurre gravemente la sezione trasversale del calcestruzzo. Lo sfaldamento è il distacco di strati o frammenti di calcestruzzo di svariate dimensioni quale si verifica in seguito a un'esplosione al fuoco di notevole durata. È influenzato dalla frantumazione e fessurazione del calcestruzzo e si verifica, con maggiori probabilità, al crescere delle deformazioni.

La fessurazione è provocata da sforzi di coazione in seguito alle differenti dilatazioni termiche collegate alla distribuzione non uniforme del calore nella sezione trasversale dell'elemento, ed è provocata dalle reazioni vincolari dovute alla dilatazione differenziale del calcestruzzo rispetto alle barre d'armatura. Anche l'apertura di fessure può, a sua volta, provocare l'esplosione interna o il distacco di strati di calcestruzzo. I fumi di acido cloridrico, che si liberano dal PVC nel corso di un incendio, reagiscono con la pasta cementizia del calcestruzzo indurito, dando origine alla formazione di cloruro di calcio. In uno strato superficiale dello spessore di circa 10 mm, la concentrazione di cloruro che ne risulta, è tuttavia molto bassa, nella maggioranza dei casi. Si dovrà tener conto della possibilità che quantità rilevanti di cloruro penetrino più a fondo nel calcestruzzo, e quindi costituiscano un serio pericolo per l'armatura solamente nei casi in cui la combustione di ingenti quantità di PVC dia luogo a concentrazioni molto elevate di acido cloridrico nei gas di combustione, o, altrimenti, nel caso in cui i fumi dell'acido possano agire sul calcestruzzo per parecchi giorni o qualora il calcestruzzo sia costantemente saturato con acqua, dopo l'esposizione a tali fumi.

Il *terzo metodo* che, come già anticipato, è il metodo che consente la valutazione della resistenza al fuoco, per mezzo del calcolo, di elementi strutturali in c.a.o. e/o c.a.p.; rimarcando ancora, soggetti alla legge temperatura-tempi standard. Questo metodo coinvolge la determinazione:
— della distribuzione della temperatura, in funzione del tempo, nelle sezioni trasversali delle strutture, con condizioni al contorno ben definite e, in seguito;
— dell'analisi della risposta termica della struttura stessa.

La ricerca delle distribuzioni della temperatura (in altre parole, l'individuazione delle isoterme) può essere condotta:
— utilizzando grafici e tabelle di sezioni prototipo;
— utilizzando un metodo semplificato per problemi monodimensionali;
— utilizzando un metodo del tutto generale che consente la soluzione con qualsivoglia condizione al contorno.

La determinazione della risposta strutturale all'azione termica si riconduce alla valutazione della resistenza dei materiali in condizioni di alta temperatura. Con le osservazioni:
— per ora ci si limita alle strutture isostatiche;
— per ora ci si limita a verificare, per mezzo del calcolo, il solo requisito della stabilità (allo stato attuale delle conoscenze non sono ancora disponibili calcolazioni atte a verificare i requisiti della tenuta e dell'isolamento);
— è dato per scontato che le sezioni resistenti abbiano dimensioni tali da non incorrere nel rischio di subire effetti di spalling distruttivo;
— i valori della resistenza dei materiali devono essere introdotti, nei calcoli, come resistenze di calcolo, f_d, e quindi effetti da coefficienti di sicurezza parziali:

$$f_d = \frac{fk}{\gamma m}$$

che per il calcestruzzo è 1,2; per l'acciaio (da c.a.o. e/o c.a.p.) è 1,0;

— il valore γ_1 introdotto nella combinazione dei carichi è posto = 1 (sia per carichi permanenti che variabili, sia per i valori della precompressione).

Risposta strutturale

La capacità portante ultima è ovviamente dipendente dal verificarsi del collasso strutturale per:
— azioni flettenti;
— azioni taglianti;
— cedimenti di ancoraggi;
— spalling distruttivo.

Fra tutti riveste particolare importanza la caratteristica flettente e su questa la calcolazione offre risultati soddisfacenti; al contrario non ne esistono altrettanti, fino ad ora, per le altre condizioni e occorre allora fare in modo, con interventi locali, con particolari costruttivi specifici, di ridurre la probabilità di collasso per causa di questi ultimi a fronte quella dipendente dalle azioni flettenti.

La verifica nei riguardi di azioni flettenti, carichi assiali e la loro combinazione si fonda sull'ipotesi:
— che il calcestruzzo, la cui temperatura sia stata inferiore a 500 °C, abbia la stessa resistenza di quella a temperatura ambiente;
— che le sezioni vengano ridotte di tutte quelle zone in cui la temperatura sia stata superiore ai 500 °C;

sia che l'esposizione al fuoco sia stata simmetrica o no.

Riassumendo occorrerà:
— determinare le isoterme corrispondenti alla temperatura di 500 °C;
— determinare le nuove dimensioni (dimensioni ridotte) della sezione;
— determinare la temperatura raggiunta dall'armatura tesa e compressa;
— determinare la tensione critica, in funzione della temperatura, per l'armatura tesa e compressa (per quest'ultima il suggerimento è di non utilizzare tensioni superiori a quelle corrispondenti alla deformazione di 0,5%);
— calcolare nel modo convenzionale la capacità portante ultima della sezione ridotta con le sollecitazioni ridotte per l'armatura e
— infine confrontare la capacità portante risultante con quella prevista o il tempo di resistenza al fuoco calcolato con quello richiesto.

GLI IMPIANTI TECNOLOGICI

29 marzo 1984

Indicazioni progettuali per la sicurezza degli impianti elettrici negli edifici civili

Roberto POMÈ (*)

Il tema della correlazione tra gli impianti elettrici e la sicurezza dell'edificio, in cui essi sono installati, costituisce indubbiamente uno dei contenuti più importanti del capitolo degli impianti di distribuzione in B.T.; di conseguenza, esso richiederebbe, anche solo per sintetizzarne le problematiche fondamentali, uno spazio per la trattazione che supera almeno di un ordine di grandezza quello che è disponibile in questa sede. Questa constatazione obbliga a rinunciare preventivamente ai due requisiti, che dovrebbero invece caratterizzare la trattazione di un problema importante e delicato come quello in oggetto, e cioè la completezza e l'approfondimento. Di conseguenza, per evitare che, nel tentativo di realizzare un compromesso tra una ovvia esigenza di completezza ed i limiti di spazio disponibili, si riduca il contenuto di questa esposizione al semplice riepilogo di notizie generiche (per altro già largamente diffuse anche presso le persone non specializzate), si cercherà piuttosto di fissare l'attenzione su alcuni temi particolari, che sembrano di maggiore interesse, sotto il profilo del guadagno di sicurezza.

RICHIAMO SULLE SORGENTI DI RISCHIO DI TIPO ELETTRICO

È noto che il non corretto funzionamento di un sistema elettrico può produrre, verso l'ambiente in cui esso si trova installato, situazioni di pericolo che grosso modo sono associabili alle seguenti classi di fenomeni fisici:

a) presenza di tensioni di contatto;
b) innesco di regimi locali di sovratemperatura;
c) produzione di sforzi meccanici anomali tra gli elementi percorsi da corrente.

Nella realtà, gli eventi critici associati alle tre categorie di fenomeni, molto spesso non si presentano disgiunti; tuttavia allo scopo di abbreviare la trattazione si considereranno separate le tre classi di fenomeni *a*, *b*, *c*, definite in precedenza; ed all'interno di queste, si darà attenzione alle considerazioni inerenti alle misure di prevenzione degli eventi critici associati alla classe *b* di fenomeni (sovratemperature).

GLI EVENTI CRITICI DI TIPO TERMICO CHE POSSONO ESSERE PRODOTTI DA UN SISTEMA ELETTRICO

Un impianto elettrico può produrre verso l'ambiente situazioni di rischio termico a seguito del verificarsi di una o più di queste condizioni:

1) surriscaldamento degli elementi attivi dei componenti (cavi, trasformatori, ecc.);
2) surriscaldamento locale del mezzo attraverso il quale passa una corrente di guasto.

Il primo tipo di eventi risulta generalmente distribuito su una certa zona fisica dell'impianto, e può prodursi sia per l'insorgere di un guasto, sia a causa di un non corretto proporzionamento in sede di progetto; il secondo tipo di eventi è invece strettamente correlato al determinarsi di condizioni anomale di guasto locale. È ovvio che questo secondo tipo di evento innesca quasi sempre fenomeni che rientrano nell'altra categoria; può essere vero anche il viceversa.

GLI INTERVENTI PER LA PREVENZIONE DEGLI EVENTI CRITICI

In termini pratici, il problema della prevenzione degli eventi critici, si caratterizza in termini diversi a seconda che il problema stesso sia proposto in sede di:

a) progetto di un nuovo impianto;
b) gestione di un impianto preesistente, con l'obiettivo di ricuperare un accettabile livello di sicurezza.

Si consideri il primo caso; le soluzioni progettuali che risultano efficienti per ridurre i rischi, si collocano a due livelli:

(*) Ingegnere, professore, Politecnico di Torino.

— scelta di opportune tipologie per i componenti;
— controllo accurato della qualità dei componenti attraverso la verifica delle garanzie tecniche: collaudi e certificazioni;
— corretto proporzionamento e coordinamento dei componenti stessi.

Per riferire le considerazioni ad un esempio concreto, si prenderanno in esame, all'interno dell'impianto elettrico di un edificio civile alimentato in M.T., due sottosistemi: la cabina di trasformazione e la rete di distribuzione B.T.

Cabina di trasformazione

La sua collocazione, all'interno di un edificio civile, risulta particolarmente delicata ai fini della sicurezza, e richiede di utilizzare in pieno le soluzioni tecnologicamente più evolute oggi disponibili; questa indicazione contrasta con una impostazione tradizionale, che generalmente vorrebbe attribuire l'uso dei componenti più qualificati all'utilizzo in cabine «pesanti» di tipo industriale.

Si riepilogano brevemente, con riferimento ai principali componenti di cabina, le soluzioni che si ritengono più efficaci per garantire la massima sicurezza.

1) Quadro M.T.

Si raccomanda il ricorso a quadri prefabbricati di tipo protetto; è consigliabile l'utilizzo di strutture certificate rispetto alla prova contro arco interno, secondo una delle procedure definite nelle pubblicazioni IEC 298. Di fatto, tali prove sono state definite per garantire la protezione fisica delle persone eventualmente presenti in cabina al momento del guasto; tuttavia esse in pratica pongono un limite severo alle manifestazioni esterne (emissione di gas ionizzati, aria calda ed irraggiamento) provocate dalla realizzazione di un arco elettrico internamente al quadro. In sostanza, la certificazione contro arco interno garantisce che, anche nel caso dell'evento più disastroso che si può realizzare all'interno di un quadro M.T., la propagazione all'esterno dell'effetto termico e meccanico resti contenuta entro limiti che non danneggino le altre apparecchiature e l'ambiente.

Ulteriori certificazioni che si ritengono particolarmente significative ai fini della qualificazione di un quadro M.T., in termini di sicurezza, sono le seguenti:
— prove di tenuta alla corrente di breve durata per i circuiti principali e per quelli di terra;
— prove elettriche di tenuta e frequenza industriale ed a impulso.

Si ritiene che le suddette certificazioni debbano essere richieste, almeno a livello di prove di tipo.

Le apparecchiature di protezione e manovra dovrebbero essere scelte in modo congruente con l'obiettivo di eliminare, per quanto possibile, la correlazione tra l'efficienza della apparecchiatura e la frequenza e la qualità della manutenzione.

In questa linea, può apparire consigliabile, anche contro un maggior costo, l'impiego di interruttori in esafluoruro, in luogo di quelli tradizionali, in olio ridotto, in quanto le prestazioni di questi ultimi possono dipendere sensibilmente dalla accuratezza della manutenzione. Per potenze modeste resta comunque sempre valida la soluzione del sezionatore sottocarico combinato con i fusibili.

2) Trasformatori.

È in corso da qualche anno un largo ricorso a trasformatori a secco per l'impiego di edifici civili. I motivi di questo orientamento sono in sintesi i seguenti:
— si è riconosciuto un elevato grado di pericolosità nella concentrazione di masse relativamente elevate (qualche centinaio di kg) di olio infiammabile nei trasformatori tradizionali;
— è stato pressoché abbandonato, per motivi di carattere ecologico, l'impiego dei liquidi isolanti sintetici non infiammabili (apirolio).

I trasformatori a secco presenti sul mercato sono di due tipi:
a) con avvolgimenti impregnati in vernice isolante;
b) con avvolgenti inglobati in resina.

L'indirizzo attuale sembra favorire l'impiego del secondo tipo, anche se mediamente più costoso del primo. I motivi di questo orientamento risiedono nel fatto che strutturalmente il primo tipo appare più vulnerabile rispetto a situazioni ambientali critiche (atmosfera inquinata, umidità, cicli termici che possono produrre la formazione di condensa). È opportuno però richiamare l'attenzione sul fatto che i trasformatori con avvolgimento inglobato in resina sono un componente caratterizzato da una tecnologia piuttosto delicata; in altre parole, se la colata della resina non viene eseguita in modo tecnicamente impeccabile, e con tutti i necessari controlli di qualità, nella massa della resina può rimanere localizzata una certa quantità di residui gassosi. In questo caso, quando il materiale in esercizio è soggetto al campo elettrico, nei punti nei quali sono presenti i suddetti residui gassosi, si può innescare un processo di degradamento del dielettrico, che può abbreviare anche drammaticamente la vita del trasformatore.

La prova che può servire a dare una indicazione circa la qualità di un trasformatore in resina è quella della misura delle scariche parziali; purtroppo però le norme IEC 726 definiscono le modalità di esecuzione di questa prova senza fissare i limiti di accettazione.

In conclusione: la minore sensibilità agli agenti ambientali rende ragionevole la scelta del trasformatore a secco con avvolgimenti inglobati; è opportuno però che ci si rivolga a costruttori primari, che possano documentare con certificati la prova a scariche parziali.

3) Quadro generale B.T.

È consigliabile che il quadro generale B.T. di cabina sia caratterizzato da una struttura a segregazione completa; in altre parole, ogni interruttore dovrebbe essere ubicato in un cubicolo metallicamente segregato; anche le sbarre omnibus e le derivazioni da tali sbarre dovrebbero essere completamente segregate, ed il canale sbarre diaframmato ermeticamente in corrispondenza di ogni unità del quadro. Questo tipo di struttura, combinato con l'impiego di materiali autoestinguenti, garantisce la limitazione drastica degli effetti di un guasto interno e dei pericoli verso l'esterno, indotti da guasti interni o da malfunzionamento degli apparecchi di protezione.

Si richiama anche in questo caso l'importanza delle prove di tenuta alla corrente di corto circuito.

COORDINAMENTO TRA PROTEZIONI E CONDUTTORI

In qualsiasi impianto, ma in particolare modo negli impianti civili, il componente fisicamente più diffuso sull'area interessata è indubbiamente costituito dai conduttori di distribuzione; di conseguenza, risulta di importanza prioritaria, ai fini della sicurezza, poter garantire, che, in nessun punto, la rete dei cavi possa entrare in un regime di temperature superiori a quelle ammissibili. Le indicazioni per il conseguimento di questo obiettivo sono enunciate nelle norme CEI 64-8 per gli impianti elettrici utilizzatori.

Gli eventi critici contro i quali i conduttori devono essere protetti sono classificabili in due categorie:
— sovraccarichi: sovraccorrenti in un circuito elettricamente sano;
— corti circuiti: sovraccorrenti che si verificano in un circuito a causa di un guasto di impedenza trascurabile tra due punti tra i quali esiste tensione.

La protezione contro i sovraccarichi si ottiene scegliendo opportunamente la taratura termica degli interrutori di protezione, secondo lo schema richiesto dalle norme precitate.

In questa sede si vuole però prestare maggiore attenzione al problema della protezione contro corto circuito, in quanto tale problema è correlato ad una serie di problematiche progettuali di calcolo e di verifica indubbiamente più articolate e complesse. Le regole fissate nella normativa CEI precisata sono, in sintesi, le seguenti:

a) l'apparecchio di protezione deve avere potere di interruzione non inferiore alla corrente di corto circuito nel punto di installazione;

b) l'energia termica che l'interruttore lascia fluire nella conduttura sottesa, durante il corto circuito, deve essere soggetta ad un vincolo imposto dal tipo e dalla sezione del cavo.

Si ricorda che l'energia passante è proporzionale all'integrale di Joule: $J = {}_0\int^T i^2(t)dt$, dove i è la corrente e T è la durata del corto circuito.

Il vincolo richiesto dalle norme risulta espresso dalla relazione:

$$J \leq K^2 S^2 \qquad [1]$$

dove K è un coefficiente che tiene conto del tipo di isolamento e del materiale conduttore, mentre S è la sezione del cavo.

Nel caso di protezione con interruttori automatici magnetotermici, si può dimostrare che, per verificare il rispetto della precedente relazione, diventa necessario calcolare le correnti di corto circuito massime e minime della conduttura, che corrispondono a guasti all'inizio ed al termine della conduttura stessa; nel caso di protezioni con fusibili, basta calcolare la corrente di corto circuito minima. Le procedure di verifica della [1] sono dettagliatamente esposte nelle precitate norme CEI 64-8.

È importante ricordare che la verifica del valore minimo di corrente deve, secondo le normative, tener conto non solo del guasto trifase, ma anche delle altre alternative, e cioè:
— guasto fase-fase;
— guasto fase-neutro;
— guasto fase-massa.

Questa prescrizione può, in alcuni casi, rendere necessaria l'installazione di protezioni omopolari anche del tutto indipendentemente dalla finalità di protezione contro contatti diretti.

CONSEGUENZE PRATICHE DEI VINCOLI IMPOSTI DALLE NORME PER IL COORDINAMENTO TRA PROTEZIONI E CONDUTTORI

Per i nuovi impianti, le prescrizioni ricordate in precedenza richiedono necessariamente di sviluppare, in sede di progetto, *precisi calcoli di proporzionamento e di verifica in tutti i punti della rete*. Questi calcoli coinvolgono quali variabili essenziali, le correnti di corto circuito, le sezioni e le lunghezze dei cavi, il tipo e le caratteristiche di intervento delle protezioni. Si ricorda che il proporzionamento dei cavi è soggetto altresì alle seguenti verifiche:
— limitazione delle cadute di tensione;
— limitazione dell'impedenza dell'anello di guasto (per i sistemi TN).

La scelta finale dei cavi deve quindi soddisfare a tutti questi vincoli.

Le suddette esigenze creano in generale problemi piuttosto critici quando si tratta di verificare la congruenza con le normative nel caso di impianti già esistenti da tempo, per i quali le regole di coordinamento tra protezioni e conduttori risultano per lo più

disattese, a causa della minore attenzione che in passato si attribuiva a questa problematica progettuale. Anche in questo caso di rende necessario effettuare i calcoli di verifica di tutte le linee, e provvedere, dove è necessario, ad interventi correttivi che possono consistere nel cambiare la taratura dell'apparecchio di protezione, o nel sostituirlo, o nel sostituire i cavi.

UTILIZZO DI CAVI SPECIALI PER INCREMENTARE LA SICUREZZA

La protezione dei cavi, nel caso in cui è definita con le regole di coordinamento ricordate prima, garantisce efficacemente contro ogni evento critico di tipo termico che può riguardare la rete, salvo che nel caso di un cattivo funzionamento degli organi di protezione.

Se ci si vuole cautelare maggiormente anche contro questo margine di rischio, e/o si desidera altresì prevenire le conseguenze dannose di un incendio di origine esterna, che coinvolga la rete elettrica, il mercato rende disponibili cavi speciali con interessanti prestazioni ai fini della sicurezza. Tali cavi possono essere grosso modo classificati in tre categorie; allo scopo di fornire indicazioni più come ai fini pratici della identificazione, si preciseranno anche le loro denominazioni di uso commerciale del maggiore costruttore italiano (Pirelli):

a) cavi non propaganti l'incendio tipo Sintenax-Flam (Pirelli) (Norme CEI 20-22);
b) cavi non propaganti l'incendio e con limitata emissione di gas corrosivi, tipo Retox (Pirelli) (Norme CEI 20-22);
c) cavi non propaganti l'incendio (verificati secondo normativa IEEE std 383-74-Vertical Flame Test) ed inoltre con:
— ridotta emissione di fumi
— minima emissione di gas tossici e corrosivi, tipo Afumex (Pirelli).

Particolarmente interessante, ai fini della sicurezza negli edifici, appaiono i cavi di cui al punto *c*, che garantiscono una emissione di fumi di circa 10 volte inferiore a quella di un normale cavo in PVC, ed una emissione pressoché nulla di gas tossici e corrosivi.

Se si pensa che dalla combustione di una miscela in PVC si sviluppa circa il 30% in peso di gas acidi (soprattutto HC1), si può apprezzare il guadagno in sicurezza così ottenibile; importante è anche la prestazione della ridotta emissione di fumi, che costituiscono di regola un elemento di panico e di ostacolo per i soccorsi.

La sicurezza negli edifici civili secondo la normativa vigente: gli impianti termici

Vincenzo FERRO (*) e Guido STANCHI (*)

ORGANI NORMATORI IN MATERIA DI SICUREZZA NEGLI IMPIANTI TERMICI

Parlare della normativa vigente in materia di sicurezza negli impianti termici è cosa alquanto complessa, perché in questo campo si sono incrociate le competenze di diversi legislatori e di vari organismi normatori.

Hanno trattato infatti il tema sicurezza negli impianti termici per gli edifici civili in particolare, non soltanto leggi specifiche, per la verità poche, ma anche leggi che avevano per oggetto principale altri argomenti, sia pure a questo collegati, quali la sicurezza nel lavoro, la tutela dell'atmosfera e delle acque dall'inquinamento, il risparmio energetico; a queste vanno aggiunti numerosi Decreti Ministeriali e Decreti del Presidente della Repubblica.

Oltre ai dettati legislativi vi sono le Circolari emesse per delega dal Potere Esecutivo (e qui elenchiamo fra gli autori di queste i Ministeri dell'Interno, dei Lavori Pubblici, della Sanità, del Lavoro e della Previdenza Sociale) nonché le norme tecniche aventi, ciascuna nel proprio settore, valore di legge, emesse da Enti come ANCC, CEI, UNI-CIG, per non parlare, infine, delle sentenze della Magistratura sull'argomento.

L'operatore in campo termotecnico, pertanto, si trova di fronte ad una congerie di disposizioni quanto mai disaggregata ed intricata, in evoluzione continua e non sempre facilmente controllabile e correlabile, vista la varietà delle fonti con interessi convergenti sull'argomento.

(*) Dipartimento di Energetica, Politecnico di Torino.

LA SICUREZZA NEGLI IMPIANTI TERMICI E LA PREVENZIONE DEGLI INFORTUNI

Un aspetto sotto il quale è stato trattato il tema sicurezza negli impianti termici è connesso con la prevenzione degli infortuni sul lavoro, e pertanto con la prevenzione di incendi, scoppi ed esplosioni sempre possibili in questo tipo di apparecchiature.

Sotto questo aspetto possiamo considerare i decreti e le norme derivati dalla legge n. 51 del 12/2/1955, *Delega al Potere esecutivo ad emanare norme generali e speciali in materia di prevenzione degli infortuni e di igiene sul lavoro*, primo fra tutti il D.P.R. 27/4/55 n. 547, *Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro*. In questo Decreto si parla di difesa contro gli incendi e le scariche atmosferiche, si fissano le operazioni preliminari per l'accensione dei focolari e dei forni contro il pericolo di esplosioni, e si danno disposizioni relativamente ai collegamenti elettrici in luoghi ove esistono pericoli di esplosione o di incendio e in particolare, quindi, nelle centrali termiche.

Della stessa natura sono le due circolari del Ministero degli Interni n. 68 del 25/11/69, *Norme di sicurezza per impianti termici a gas di rete* e n. 73 del 29/7/71, *Impianti termici ad olio combustibile e gasolio; disposizioni ai fini della prevenzione incendi*, emanate dalla Direzione Generale della Protezione Civile e dei Servizi antincendi. In queste circolari vengono indicate le caratteristiche costruttive cui deve rispondere la centrale termica, la sua ubicazione, la posizione dei serbatoi di combustibile e la loro capacità, oppure, se l'impianto è alimentato a gas, le modalità costruttive delle tubazioni di adduzione del combustibile. Le circolari prescrivono inoltre, per ogni bruciatore, un interruttore automatico di blocco per controllo fiamma, che interviene nel caso di spegnimento della fiamma o di sua mancata accensione al momento dell'entrata in funzione dell'apparecchio, per evitare l'esplosione dovuta alla formazione, in caso di mancato arresto dell'afflusso del combustibile, di miscele esplosive fra l'aria e l'idrocarburo che hanno un campo di esistenza molto ampio (da un valore minimo del 4÷5% sino ad un massimo di circa il 70% a seconda del combustibile) e una temperatura di ignizione molto bassa.

Oltre a queste disposizioni ne esistono numerose altre, ma solo in parte interessano gli impianti termici civili, come quella in cui si fissano i termini per le visite di controllo di prevenzione incendi (per gli impianti di riscaldamento centralizzati a combustibili liquidi ogni 3 anni, art. 4, par. 78, legge n. 966 del 27/7/65), o altre contenenti modalità e adempimenti formali sempre nell'ambito della prevenzione incendi.

Tutta questa materia risulta non raccolta e disciplinata in modo organico e di consultazione complicata.

LA SICUREZZA NEGLI IMPIANTI TERMICI ATTRAVERSO I SUOI COMPONENTI: LE RACCOLTE «R» E «H» DELL'A.N.C.C.

L'argomento sicurezza negli impianti termici civili è stato trattato con sistematicità dalla Associazione Nazionale per il Controllo della Combustione, che dal Decreto Ministeriale del 1/12/75, *Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione*, ha ricevuto mandato per la pubblicazione di specifiche tecniche note come *Raccolta R* e *Raccolta H*, dedicate ai generatori di calore degli impianti centrali di riscaldamento utilizzanti acqua calda sotto pressione con temperatura rispettivamente non superiore e superiore a quella di ebollizione a pressione atmosferica. Questa normativa è comparsa in Italia con un certo ritardo rispetto agli altri paesi europei, ma ha subito in questi anni numerosi aggiornamenti e adeguamenti tecnici volti a renderla sempre più aderente alle svariate situazioni cui deve essere applicata.

In queste norme viene subito messa in evidenza la differenza fra dispositivi di sicurezza e dispositivi di protezione.

Il dispositivo di sicurezza è azionato dallo stesso mezzo controllato, ed è a sicurezza positiva se entra in funzione non solo in caso di variazione del parametro controllato oltre il valore desiderato, ma anche nel caso di guasto del dispositivo stesso.

Sono dispositivi di sicurezza positiva la valvola di sicurezza, che in caso di rottura della molla antagonista resta aperta, la valvola di scarico termico, dotata di interruttore che, in caso di apertura arresta il bruciatore, la tubazione di sicurezza, che collega la parte superiore del generatore di calore con l'atmosfera, le valvole di intercettazione del combustibile.

Sono invece dispositivi di protezione quelli che svolgono azioni destinate a prevenire l'entrata in funzione dei dispositivi di sicurezza, e sono ad azione positiva se il funzionamento avviene anche nel caso di rottura del sistema sensibile. Dispositivi di protezione sono gli interruttori termici automatici sia di regolazione che di blocco. Il primo interrompe l'apporto di calore al generatore quando la temperatura del fluido termovettore raggiunge un valore limite prefissato, e ne consente il ripristino quando la temperatura del fluido è scesa al di sotto di un valore prestabilito di sicurezza, mentre il secondo, una volta interrotto l'apporto di calore, ne consente il ripristino solo se il reinserimento avviene manualmente. Altro dispositivo di protezione è il pressostato di blocco, che agisce sempre sull'apporto di calore che, se interrotto, può essere ripristinato solo manualmente.

Oltre ai dispositivi citati, vi sono i dispositivi di controllo, che servono solo per la lettura dei parametri da sorvegliare, temperatura e pressione, e che

inducono una azione di protezione svolta da parte dell'operatore.

La *Raccolta R* e la *Raccolta H* specificano inoltre come deve essere corredato, fra i dispositivi sopra menzionati, un generatore di calore, sia nel caso che l'impianto abbia vaso chiuso che vaso aperto e i criteri di dimensionamento e costruzione dei vasi, in particolare il vaso chiuso.

Le norme fissano anche la resistenza meccanica del generatore, che deve essere in grado di resistere ad una pressione 1,5 volte più grande della pressione massima di esercizio cui è abilitato, e questa prova di resistenza, eseguita dal costruttore, deve essere dallo stesso certificata.

Le raccolte «*R*» e «*H*» descrivono, inoltre, i criteri di dimensionamento degli organi di sicurezza delle caldaie e i criteri di prova, in quanto l'ex-A.N.C.C. era, per queste apparecchiature, pure l'Ente omologatore. La norma si occupa anche dei collegamenti fra i vari organi, nelle varie soluzioni possibili, nonché delle modalità di esecuzione di controlli e verifiche sull'impianto e sui singoli componenti. Le raccolte *R* e *H* costituiscono quindi, un insieme di norme e di accorgimenti dettati dalla buona tecnica e dall'esperienza per giungere ad una corretta messa in opera di un generatore di calore, corredato con gli strumenti necessari per la sicurezza, collegati e dimensionati convenientemente.

Queste norme si sono avvalse dell'esperienza di paesi stranieri, in particolare scandinavi, che hanno elaborato normative analoghe, nonché dell'esperienza della stessa A.N.C.C. maturata in più di 50 anni nel campo dei recipienti sotto pressione. Queste norme, quindi, avendo per oggetto specifico il dimensionamento delle apparecchiature aiutano, se osservate e se associate ad una certa diligenza nella conduzione della caldaia, ad evitare gli scoppi cosiddetti «duri», per pressione nella caldaia più elevata di quella della resistenza organica (e quindi dell'esercizio) e «morbidi» dovuti ad un indebolimento meccanico delle pareti della caldaia, per abbassamento non rilevato del livello del fluido, per corrosione, per deposizione di incrostazioni, ecc., per cui le pareti non sopportano ulteriormente la pressione di esercizio.

LE NORME UNI-CIG

Mentre l'A.N.C.C. poteva prendere le mosse solo alla fine del 1975 per la stesura delle sue Raccolte «*R*» ed «*H*», dopo cioè la pubblicazione dell'apposito D.M. di delega, limitatamente al campo dei combustibili gassosi le procedure per la normativa di sicurezza erano state iniziate in precedenza con la pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale, della legge n. 1083 del 6/12/71, *Norme per la sicurezza dell'impiego del gas combustibile*. Questa legge è una legge quadro per il settore: in essa si afferma che le installazioni e gli impianti alimentati con gas combustibile per uso domestico e usi similari devono essere realizzati, per la salvaguardia della sicurezza, secondo le regole specifiche della buona tecnica. Tali possono essere considerate le apparecchiature conformi alle norme specifiche per la sicurezza pubblicate in tabelle UNI-CIG, approvate dal Ministero per l'Industria e successivamente pubblicate sulla «Gazzetta Ufficiale».

Questa legge ha consentito, quindi, di dare valore legale ad una procedura, che veniva seguita già da tempo, da quando cioè, nel 1962 il Comitato Italiano per il Gas (CIG) aveva affidato all'Istituto del Marchio di Qualità il compito di sorvegliare la conformità della apparecchiature alle norme per la sicurezza UNI-CIG mediante la concessione del Marchio stesso ai prototipi e mediante la successiva vigilanza sulla produzione.

Col D.M. del 7/7/75 veniva infatti autorizzato l'Istituto del Marchio di Qualità, insieme alla Stazione Sperimentale per i Combustibili di San Donato Milanese, ad eseguire accertamenti per l'applicazione della legge n. 1083 relativa alla sicurezza per l'impiego del gas combustibile.

Così dal 1972 sono stati pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale cinque decreti ministeriali contenenti norme UNI-CIG approvate dalla Commissione Tecnica Ministeriale, e questa procedura è tuttora in vigore per la normativa nuova e per gli aggiornamenti della vecchia.

La normativa UNI-CIG risulta piuttosto ampia in quanto, oltre a prendere in esame gli apparecchi domestici funzionanti a gas, tratta in maniera sistematica e dettagliata gli impianti termici e i loro componenti con i relativi organi per la sicurezza. Particolare attenzione è posta, nelle norme più recenti sui bruciatori, ai dispositivi per la prevenzione delle fughe interne di gas, ai controllori di fiamma, e agli organi di blocco del combustibile nel caso di spegnimento di fiamma contro la formazione di miscele esplosive. Le norme per la sicurezza UNI-CIG costituiscono quindi un approfondimento e un completamento, nel dettaglio delle norme A.N.C.C., in un settore, quello dei combustibili gassosi, particolarmente delicato e impegnativo.

SITUAZIONE NORMATIVA ATTUALE

La situazione attuale relativa agli Enti normatori e di controllo nel settore sicurezza negli impianti termici vede quindi impegnati, per quanto riguarda la prevenzione incendi, i Vigili del Fuoco per l'applicazione delle due circolari 68 e 73 del Ministero degli Interni, di cui si è già parlato, e l'UNI-CIG con l'IMQ e con la Stazione Sperimentale dei Combustibili, per quel che riguarda gli impianti alimentati da Combustibili gassosi.

Per gli impianti termici civili in genere e per

quelli a combustibile liquido e solido in particolare, restano tuttora valide le raccolte «*R*» e «*H*» dell'ex-A.N.C.C., nonché la restante normativa, secondo quanto affermato dalla legge n. 597 del 1982. Questa legge lascia in vigore le vecchie norme e procedure in attesa dell'emanazione di nuovi decreti, non essendo stato rispettato il termine del 31/12/1979 posto dalla legge 833/1978 per la pubblicazione di un testo unico di *Norme di igiene e sicurezza negli ambienti di lavoro e di vita e di omologazione*. Il testo doveva riordinare tutta la materia relativa alla sicurezza e stabilire i criteri e le procedure di omologazione per i prodotti industriali.

Attualmente il problema dell'omologazione dei componenti degli impianti termici resta da risolvere definitivamente nei due aspetti che esso comporta: omologazione di sicurezza e omologazione di qualità. La ormai disciolta A.N.C.C. svolgeva, per delega della legge 373, anche l'attività relativa all'omologazione di qualità di componenti di impianto concepiti ai fini del risparmio energetico nel rispetto delle condizioni di benessere.

La legge 597 affida all'ISPESL (Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro) istituito con D.P.R. 31/7/80 n. 619, la funzione di Ente di omologazione e di controllo. Al momento questo Ente è in via di strutturazione per poter assolvere, sia pure con la collaborazione di altri Ministeri e di altri Enti normatori, i compiti che la legge gli assegna, sfruttando secondo lo spirito della legge stessa, le professionalità disponibili nei vari settori. Con il Comitato Termotecnico Italiano, per esempio, risulta insediata una commissione permanente mista per i problemi di interesse comune.

In conclusione, nelle condizioni attuali, per gli impianti termici occorre tenere presente:

— legge n. 615 del 13/7/1966, *Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico* e il suo regolamento di applicazione;
— D.P.R. 22/12/1970 n. 1391, Regolamento per l'esecuzione della legge n. 615 del 13/7/66 recante provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico, limitatamente al settore degli impianti termici;
— per gli impianti a gas le norme UNI-CIG pubblicate con appositi Decreti Ministeriali nell'ambito della legge 1083;
— le raccolte «*R*» ed «*H*» dell'ex-A.N.C.C.;
— le circolari n. 68 del 25/11/69 e 73 del 29/7/71 del Ministero degli Interni;
— la legge n. 373 del 30/4/76 e il suo regolamento di applicazione;
— D.P.R. 28/6/77 n. 1052;
— D.P.R. 27/4/1955 n. 547, *Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro*;
— norme C.E.I. (Comitato Elettrotecnico Italiano) n. 64-2 del luglio 1973, *Norme per gli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio*, Appendice J.

È da tenere presente, poi, che le attività omologative di primo impianto, relative agli impianti termici regolamentati dalla raccolta «*R*» sono affidate, per conto dell'ISPESL, alle U.S.L., mentre l'approvazione preliminare del progetto è affidata all'ISPESL stessa.

AREE LIBERE

La normativa italiana per la sicurezza negli impianti termici civili, pur facendo registrare in questi ultimi anni, dei progressi rilevanti in estensione e in qualità, presenta ancora delle aree scoperte, sia pure su argomenti nei quali le tecnologie impiantistiche non sempre sono pienamente consolidate. È questo il caso degli impianti a gas, nei quali è sentita la necessità di disporre in centrale termica, e comunque, più in generale, nei locali contenenti apparecchi utilizzatori alimentati con combustibili gassosi, oltre ai normali dispositivi di sicurezza, di tempestivi avvisatori di fughe di gas, contro la formazione di miscele esplosive. Sempre contro il pericolo di esplosioni, nelle centrali termiche degli impianti a gas è consigliabile portare il quadro elettrico di comando, le pompe dell'acqua e le apparecchiature di regolazione in un locale separato e stagno rispetto al locale caldaia, nel quale sono presenti, perciò, soltanto caldaia, bruciatore e organi di illuminazione, naturalmente stagni o meglio antideflagranti. Quest'ultimo requisito sarebbe opportuno anche per il bruciatore, ma questa tecnologia è ancora prematura nell'impiantistica termotecnica. È sentita inoltre l'esigenza di una normativa attinente all'isolamento delle varie canalizzazioni (cunicoli convoglianti cavi elettrici, telefonici, reti fluide, ecc.) per renderle impermeabili a fughe di gas da reti circostanti, specialmente nei punti di incrocio di cunicoli o tubazioni diverse.

Nello stato attuale della normativa in materia di sicurezza degli impianti termici, si ritiene opportuno che tutta la normativa sia raccolta e riordinata in modo organico e coerente così da renderla facilmente ed interamente consultabile ed applicabile, corredandola, ove necessario, di schemi di casistica e di esempi. È auspicabile, inoltre, una informazione capillare in questo genere di problemi fatta non solo in modo approfondito, ma anche in modo divulgativo ed accessibile nei riguardi della massa degli utilizzatori. Questo lavoro informativo consentirebbe da un lato una progettazione più completa nel campo della sicurezza e dall'altro una sensibilizzazione del pubblico; ciò renderebbe certamente meno gravosa e meno pressante l'opera degli Enti preposti al controllo della sicurezza degli impianti termici, opera che non può svilupparsi oltre certi limiti di luogo, di tempo e di potenza installata, e soprattutto diminuirebbe i rischi connessi con l'esercizio degli impianti stessi.

Gli impianti antincendio

Marco FILIPPI (*)

LA RIVELAZIONE DELL'INCENDIO

I principi informatori

Nel corso di una reazione di combustione, e quindi nel corso di un incendio, si hanno effetti fisico-chimici fra i quali essenzialmente:
— emissione di energia termica;
— emissione di energia radiante nello spettro visibile (energia luminosa);
— generazione di prodotti della combustione allo stato gassoso (ossido di carbonio, anidride carbonica, vapore acqueo, ecc.);
— generazione di incombusti in sospensione nei prodotti gassosi della combustione (fumi).

I sistemi di rivelazione dell'incendio, che hanno lo scopo di rilevare e segnalare con immediatezza l'insorgere di un fenomeno di incendio, individuando nel contempo la sua ubicazione, sono concepiti in modo tale da risultare sensibili ai seguenti fenomeni:
— variazione della temperatura ambiente, connessa con l'emissione di energia termica;
— presenza di fiamma, connessa con l'emissione di energia radiante nello spettro visibile;
— presenza di fumo, connessa con la generazione di incombusti in sospensione nei prodotti della combustione.

Il manifestarsi nel corso dell'incendio di uno dei suddetti fenomeni prima di un altro dipende dai numerosi fattori che influenzano lo sviluppo dell'incendio stesso.

Se un incendio è caratterizzato da una lunga fase di combustione lenta in assenza di fiamma si ha prima presenza di fumo e successivamente presenza di fiamma e variazione della temperatura ambiente; se invece esso è caratterizzato, fin dall'inizio del focolaio, da una fase di combustione vivace con presenza di fiamma, la variazione di temperatura ambiente e, eventualmente, la presenza di fumo sono conseguenti. Per quanto riguarda l'emissione di energia radiante nello spettro visibile, connessa con la presenza di fiamma, va sottolineato che possono essere presenti in ambienti ostacoli totalmente o parzialmente opachi che impediscono la propagazione della luce o ne riducono fortemente l'intensità energetica. Per quanto riguarda la presenza di fumo va sottolineato che la concentrazione nell'aria dei prodotti della combustione (prodotti allo stato gassoso ed incombusti di piccole e grandi dimensioni) varia approssimativamente con il cubo della distanza dal focolaio ed è sostanzialmente influenzata dall'altezza dei locali e dall'eventuale presenza di impianti di ventilazione artificiale.

I componenti ed i sistemi impiantistici

La classificazione dei vari tipi di rivelatori esistenti sul mercato può essere così effettuata:
— rivelatori sensibili alla temperatura;
— rivelatori sensibili alla fiamma;
— rivelatori sensibili al fumo.

Fra i rivelatori sensibili alla temperatura si distinguono poi i rivelatori termici di massima ed i rivelatori termici differenziali; mentre fra i rivelatori sensibili al fumo si distinguono i rivelatori a camera di ionizzazione ed i rivelatori ottici di fumo, a diffusione o ad assorbimento della luce.

Rivelatori sensibili alla temperatura.

I rivelatori termici possono segnalare il raggiungimento di un valore massimo di temperatura ambiente (r.t. di massima) oppure segnalare l'anomalo incremento nel tempo di detta temperatura (r.t. differenziali, termovelocimetrici).

In ambedue i casi gli elementi sensibili alla temperatura sono dei termistori, dispositivi che consentono di trasformare il segnale termico (variazione di temperatura) in segnale elettrico. Nei rivelatori termici differenziali vengono utilizzati due termistori accoppiati: uno è esposto all'aria e costituisce l'elemento rivelatore vero e proprio, l'altro è posto in un materiale termicamente isolante. Ciò permette di ottenere una sensibilità al gradiente di temperatura, in quanto se la variazione di temperatura è lenta vi è un equilibrio termico fra i due termistori, mentre se la variazione è rapida vi è squilibrio e quindi allarme.

Con un rivelatore termico differenziale si prevede di dare l'allarme in presenza di un gradiente di temperatura dell'ordine di 10 °C al minuto, dopo un tempo di 3 ÷ 4 minuti.

Rivelatori sensibili alla fiamma

I rivelatori ottici di fiamma attualmente in produzione rivelano la quota di energia radiante emessa dalla fiamma nella zona dell'infrarosso, cioè la quota corrispondente a lunghezze d'onda superiori a quelle caratteristiche dello spettro visibile (0,38 ÷ 0,78 μm). Poiché ogni corpo a temperatura superiore allo zero assoluto (−237, 15 °C) emette energia radiante, di cui parte nell'infrarosso, la sensibilità alla radiazione infrarossa è condizione ne-

(*) Ingegnere, professore, Dipartimento di Energetica, Politecnico di Torino.

cessaria ma non sufficiente per effettuare la rivelazione di fiamma ed occorre associare ad essa una ulteriore condizione di vincolo. Detta condizione di vincolo è connessa con l'osservazione che le radiazioni infrarosse emesse da una fiamma non sono stabili, ma risultano modulate in frequenza.

I rivelatori ottici di fiamma sono quindi costituiti da una resistenza fotoelettrica che consente di trasformare il segnale ricevuto (radiazione infrarossa modulata con frequenza tipica di 6 ÷ 30 Hz) in segnale elettrico.

La elevata sensibilità di questo tipo di rivelatori, che debbono funzionare regolarmente anche quando la radiazione emessa dalla fiamma giunge ad essi per via riflessa, può provocare false segnalazioni di allarme ogni qualvolta entrano in campo sorgenti di radiazioni infrarosse modulate, quali ad esempio i fari di autoveicoli in moto, le lampade a scarica nei gas con funzionamento instabile ecc., e non sempre l'inconveniente è eliminabile con il semplice artificio di ritardare la segnalazione di allarme verificando nel contempo il permanere nel tempo (10 ÷ 15 s) delle radiazioni modulate.

Rivelatori sensibili al fumo.

I rivelatori sensibili al fumo possono essere del tipo a camera di ionizzazione oppure del tipo ottico, a diffusione o ad assorbimento della luce.

I primi sono basati sulla variazione di conduttanza elettrica che si registra in una camera in cui è contenuta aria ionizzata in conseguenza della presenza di fumo. Essi sono normalmente costituiti da due camere collegate elettricamente in serie e contenenti ambedue aria ionizzata mediante un elemento radioattivo, una delle due camere è in comunicazione con l'ambiente e l'altra (di riferimento) è a tenuta stagna; la presenza di fumo nella camera in comunicazione con l'ambiente provoca uno squilibrio del circuito elettrico e la conseguente segnalazione di allarme.

I rivelatori ottici a diffusione della luce operano invece con le seguenti modalità: in una camera a labirinto sono collocati una sorgente che emette radiazioni luminose ed un fotodiodo che, schermato rispetto alla radiazione diretta, in condizioni normali non produce alcun segnale elettrico; in presenza di fumo la dispersione delle radiazioni luminose in tutte le direzioni, causata dalla riflessione delle radiazioni stesse sulle particelle di incombusti in sospensione (effetto Tyndall), provoca l'attivazione del fotodiodo e la conseguente segnalazione di allarme.

Un *sistema impiantistico per la rivelazione dell'incendio* è un sistema che consente di rivelare l'insorgere dell'incendio e di segnalare con immediatezza la sua ubicazione ad una unità centrale.

Esso è essenzialmente costituito da:

— rivelatori in campo;
— unità centrale di controllo ed acquisizione dati;

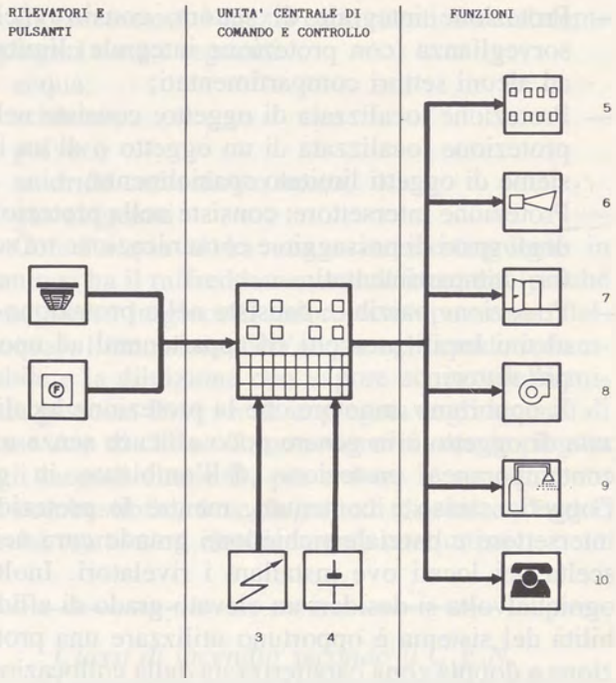


Fig. 1 - Schema funzionale di un impianto di rivelazione d'incendio.
1. Rilevatori; 2. Pulsanti allarme; 3. Alimentazione elettrica dalla rete; 4. Alimentazione elettrica di emergenza; 5. Pannello di segnalazione; 6. Allarme; 7. Comando automatico per chiusura porte; 8. Comando automatico per impianti tecnici; 9. Comando automatico per impianti di estinzione; 10. Chiamata esterna.

— collegamenti fra i rivelatori in campo e l'unità centrale;
— eventuali collegamenti fra l'unità centrale e l'esterno (attivazione di allarmi, attivazione di impianti automatici di estinzione incendio, ecc.).

La scelta dei rivelatori deve essere fatta prefigurando la modalità di sviluppo dell'incendio.

Nel caso di incendi a sviluppo rapido sono consigliabili i rivelatori termici ed i rivelatori ottici di fiamma, meglio se in combinazione, mentre nel caso di incendi a sviluppo lento sono consigliabili i rivelatori di fumo; fra questi ultimi quelli a ionizzazione hanno il più ampio spettro di applicazione, mentre quelli ottici, a diffusione o ad assorbimento, reagiscono solo in presenza di concentrazioni di fumo abbastanza elevate. Altri elementi di giudizio per la scelta dei rivelatori da impiegare sono l'altezza dei locali, la temperatura e l'umidità relativa dell'aria ambiente, la presenza di correnti d'aria, la polverosità dell'ambiente e la presenza di campi elettromagnetici.

La collocazione in campo dei rivelatori deve essere fatta in funzione del grado di protezione che si desidera ottenere; allo scopo si possono distinguere i seguenti casi:

— Protezione integrale: consiste nella sorveglianza di tutti i locali di un edificio, compresi gli spazi tecnici quali i cunicoli, i controsoffitti, i sottopavimenti, i cavedi, ecc.;

— Protezione integrale di settore: consiste nella sorveglianza (con protezione integrale) limitata ad alcuni settori compartimentati;
— Protezione localizzata di oggetto: consiste nella protezione localizzata di un oggetto o di un insieme di oggetti limitato spazialmente;
— Protezione intersettore: consiste nella protezione degli spazi di passaggio e comunicazione tra settori compartimentati;
— Protezione parziale: consiste nella protezione di alcuni locali prescelti ed appartenenti ad uno o più settori.

È opportuno annotare che la protezione localizzata di oggetto è in genere poco efficace senza una contemporanea protezione dell'ambiente in cui l'oggetto stesso è contenuto, mentre le protezioni intersettore e parziale richiedono grande cura nella scelta dei locali ove installare i rivelatori. Inoltre ogniqualvolta si desideri un elevato grado di affidabilità del sistema è opportuno utilizzare una protezione a doppia zona caratterizzata dalla collocazione in campo di due insiemi distinti di rivelatori; ad una segnalazione di preallarme segue una sequenza ordinaria di allarme soltanto nel caso in cui la rivelazione avvenga in contemporanea per ambedue gli insiemi. I rivelatori devono essere installati in posizione facilmente accessibile per il controllo e la manutenzione, le distanze minime fra un rivelatore ed una struttura laterale devono essere dell'ordine di $20 \div 40$ cm e, nel caso di controsoffitti, i rivelatori devono essere collocati sull'intradosso dei controsoffitti stessi. Le superfici in pianta protette da ogni singolo rivelatore e le relative interdistanze variano in funzione dell'altezza del locale e del grado di rischio che si intende accettare; alcune indicazioni emergono dalla normativa e dalla prassi progettuale [4], [7].

Poiché non va dimenticato che la rivelazione dell'incendio può essere effettuata anche da persone presenti nei locali interessati dall'incendio stesso o in prossimità di essi, possono essere installati in ambiente, unitamente ai rivelatori automatici, dei pulsanti di allarme a comando manuale. È opportuno che detti pulsanti di allarme siano collocati nei locali vicino agli eventuali mezzi antincendio ed in prossimità degli accessi, nonché lungo le vie di fuga raggruppati in insiemi di piano, insiemi di scala, ecc.

L'unità centrale di controllo ed acquisizione dati è il cuore del sistema impiantistico per la rivelazione dell'incendio; essa deve essere in grado di valutare separatamente le informazioni provenienti dai rivelatori installati nei singoli locali, segnalare le anomalie riscontrate ed eventualmente attivare sequenze di allarme, impianti automatici di estinzione, ecc. L'unità centrale deve essere installata in un locale presidiato in permanenza ed a sua volta protetto integralmente dal rischio di incendio. A detta unità fanno capo le linee di alimentazione dei rivelatori e dei pulsanti di allarme, fra loro aggregati in gruppi di zona (ogni gruppo di zona può comprendere da 5 a 30 sensori) e collegati elettricamente in serie mediante cavo bipolare. Nell'aggregare i dispositivi di rivelazione in gruppi di zona occorre garantire la immediata localizzazione dell'incendio, evitare l'aggregazione di rivelatori al servizio di settori compartimentati differenti, formare gruppi di zona separati per i sottopavimenti, i controsoffitti, le condotte di ventilazione, ecc., evitare di aggregare rivelatori al servizio di più piani e distinguere i rivelatori automatici dai pulsanti di allarme.

Per quanto riguarda le alimentazioni elettriche è poi opportuno evidenziare che:
— l'unità centrale deve essere alimentata da una linea elettrica preferenziale;
— i dispositivi di rivelazione sono alimentati in bassa tensione (24 V);
— i conduttori devono essere posati in tubazioni protette e ad essi esclusivamente dedicate;
— deve essere prevista l'alimentazione con batterie di emergenza in modo da garantire una autonomia di almeno 12 ore nel caso di unità centrale presidiata e di almeno 48 ore in caso contrario, con ulteriore possibilità di allarme per una durata di 10 minuti, se allarme generale, o di 30 minuti, se allarme selettivo.

La segnalazione di incendio in sede di unità centrale è generalmente di tipo ottico ed acustico; la segnalazione ottica su apposito quadro sinottico consente di conoscere l'ubicazione dell'incendio, mentre la segnalazione acustica richiama l'attenzione del personale di sorveglianza. Sull'unità centrale sono inoltre normalmente previste delle segnalazioni riguardanti la situazione di prova e la situazione di guasto; i possibili guasti riguardano le alimentazioni elettriche, i collegamenti fra i rivelatori in campo e l'unità centrale oppure l'unità centrale stessa.

Gli eventuali collegamenti fra l'unità centrale e l'esterno possono interessare le sequenze di allarme interno (diurna e notturna), la chiusura di porte e serrande tagliafuoco fra settori compartimentati, la disinserzione di motori elettrici ed impianti di ventilazione, il comando di impianti automatici di estinzione incendio e l'allarme per le organizzazioni esterne di pronto intervento. Se la rivelazione di incendio è affidata alle persone (pulsanti di allarme) viene normalmente attivata la sequenza di allarme generale, mentre se essa è affidata a dispositivi automatici (ed è prevista una organizzazione di sorveglianza) si preferisce passare attraverso una preventiva fase di controllo della situazione.

L'allarme generale, indifferenziato e riguardante tutte le persone, al fine di migliorare l'affidabilità del sistema è generalmente effettuato con due apparecchi indipendenti ed operanti in parallelo che emettono segnali ottici e/o acustici. In alternativa all'allarme generale vi è l'allarme selettivo che può riguardare una sola persona in un solo luogo o più

persone in più luoghi in simultanea od in successione temporale; l'impiego di più allarmi selettivi è talvolta preferibile all'impiego di un unico allarme generale per evitare situazioni di panico e rendere più ordinata l'organizzazione dei soccorsi.

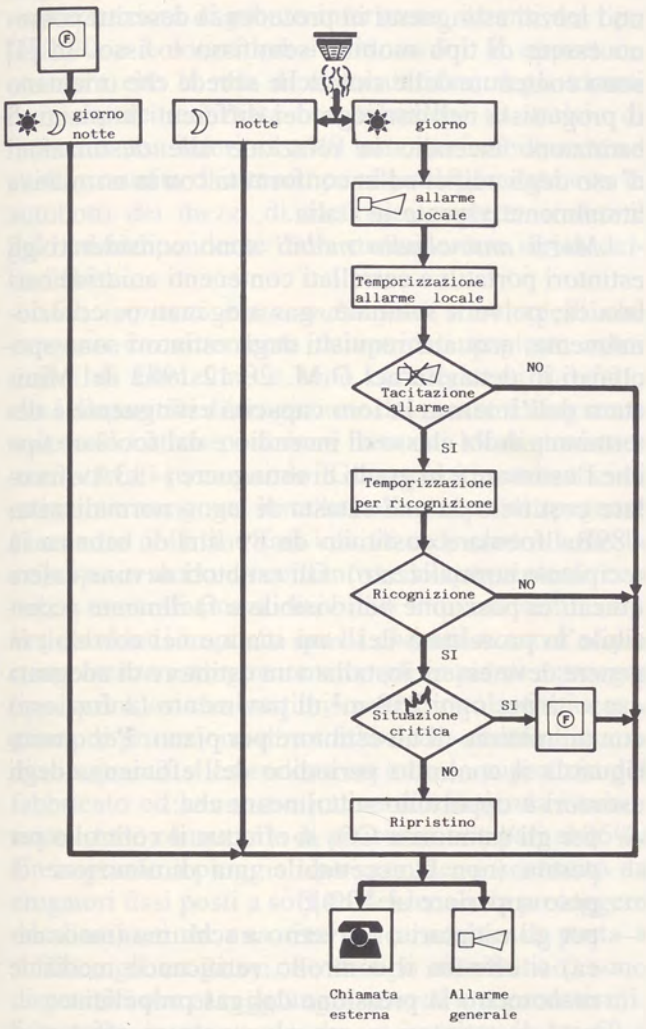


Fig. 2 - Schema dell'organizzazione di allarme e di comando.

L'ESTINZIONE DELL'INCENDIO

I principi informatori

Parlando di estinzione dell'incendio numerosi Autori fanno riferimento al cosiddetto « triangolo del fuoco » per mettere in evidenza che la combustione ha luogo se sono presenti tra elementi: il combustibile, il comburente e la temperatura. A partire dal triangolo del fuoco viene poi evidenziato che le principali azioni di estinzione sono di tre tipi:

— azione di allontanamento del combustibile;
— azione di soffocamento (allontanamento del comburente);
— azione di raffreddamento (abbassamento della temperatura).

Ciò premesso, i mezzi estinguenti normalmente impiegati sono i seguenti:

— acqua;
— schiuma;
— polveri;
— anidride carbonica o azoto;
— gas alogenati.

Con l'acqua si ha una azione estinguente in quanto si ha il raffreddamento dell'incendio (poiché viene messo in gioco il calore di evaporazione dell'acqua), l'emulsione dell'acqua nel liquido infiammabile e la diluizione con vapore acqueo della miscela gassosa. Essa viene impiegata negli incendi di classe A e di classe C, non viene invece impiegata negli incendi classe B, per evitare lo spandimento del combustibile, e negli incendi di classe D ed E perché reattiva ed elettricamente conduttiva.

Classi di incendio secondo il C.E.N. (Comitato Europeo Normalizzazione) [2]

Incendi di classe A
Interessano i materiali combustibili solidi; sono caratterizzati dalla lunga durata della fase di combustione lenta e dal permanere di braci nella fase di regressione della combustione.

Incendi di classe B
Interessano i combustibili liquidi; sono caratterizzati dalla rapidità di sviluppo, dalla notevole produzione di energia termica, dalle violente fiammate e dall'assenza di residui rilevanti.

Incendi di classe C
Interessano i combustibili gassosi; sono caratterizzati dalla rapidità di sviluppo, dalla notevole produzione di energia termica, dalle violente fiammate e dall'assenza di residui rilevanti.

Incendi di classe D
Interessano i materiali violentemente reattivi con l'aria o con l'acqua (metalli alcalini, metalli alcalini-terrosi, titanio, perossidi organici, ecc.) che presentano fenomeni di autoaccensione e pericolo di esplosione.

Incendi di classe E
Interessano le apparechiature elettriche sotto tensione.

L'acqua deve essere distribuita sull'incendio in forma frazionata sia per aumentare la superficie di contatto sia per evitare danni connessi con la pressione esercitata dal getto pieno.

La schiuma, di origine chimica o meccanica, è formata da una moltitudine di bolle di gas racchiuse

da pellicole liquide ed ha azione estinguente in quanto tende a disporsi sopra l'incendio operando una azione di soffocamento per isolamento dal comburente. Essa viene impiegata negli incendi di classe A e soprattutto in quelli di classe B; non viene invece impiegata negli incendi di classe C e di classe D perché inefficiente. Nel caso di combustibili liquidi la schiuma deve essere versata nel modo meno violento possibile al fine sia di evitare un possibile suo imbibimento da parte del combustibile sia di assicurare uno strato di copertura continuo.

Le polveri hanno azione estinguente in quanto raffreddano l'incendio, esercitano un effetto chimico inibitorio della combustione ed operano una azione di soffocamento. Esse vengono impiegate in tutti i tipi di incendio ed in particolare negli incendi di classe D, ove non sono utilizzabili altri mezzi estinguenti. Le polveri, scaricate sul fuoco mediante gas inerti utilizzati quali propellenti (CO_2 o N_2), sono né tossiche né corrosive né abrasive né elettricamente conduttrici ed hanno efficacia ed applicazioni differenti in base alla loro composizione ed agli additivi che le accompagnano; generalmente esse lasciano dei depositi solidi che devono essere rimossi a spegnimento effettuato.

Con l'anidride carbonica, gas inerte nei confronti della reazione di combustione e più pesante dell'aria, si ha azione estinguente in quanto si opera una azione di soffocamento per spostamento (e quindi allontanamento) del comburente. Detto gas è impiegato soprattutto negli incendi di classe A e di classe E. Esso, immagazzinato allo stato liquido in bombole pressurizzate (circa 60 bar), è utilizzato in forma gassosa e per essere efficace deve saturare l'intero volume ambientale oppure essere usato localmente in elevata concentrazione (sono necessarie concentrazioni superiori al 30% in volume).

I gas alogenati sono prodotti che esercitano una azione estinguente a carattere chimico; essi sono derivati dal metano con sostituzione parziale o totale degli atomi di idrogeno con atomi di cloro, bromo e fluoro e sono commercializzati con le denominazioni Halon 1301, Halon 1211 (BCF) e Halon 2402 (fluobrene). I gas alogenati, immagazzinati allo stato liquido in bombole pressurizzate, sono utilizzati in forma gassosa negli incendi di classe A, B, C ed E, sono mezzi estinguenti puliti e sono pericolosi dal punto di vista della tossicità in quanto generano vapori tossici per pirolisi. In locali occupati permanentemente od occasionalmente dalle persone, se confrontato con la CO_2 (per la quale concentrazioni in volume del 10% sono già letali per gli esseri umani) l'Halon 1301 è più sicuro in quanto ha azione estinguente con concentrazioni in volume limitate (pari al $4 \div 7\%$), concentrazioni innocue per gli esseri umani.

In [5] sono riportate alcune interessanti tabelle di corrispondenza fra mezzi estinguenti e classi di incendio, fra mezzi estinguenti e materiali da proteggere e fra mezzi estinguenti utilizzati negli impianti automatici di estinzione e tipi di locali da proteggere, mentre in [7] sono specificati i caratteri fisico-chimici dei vari mezzi estinguenti.

I componenti ed i sistemi antincendio

Gli impianti di estinzione incendio che utilizzano i mezzi estinguenti in precedenza descritti possono essere di tipo mobile, semifisso o fisso. In [4] sono contenute delle sintetiche schede che orientano il progettista nell'impiego dei differenti impianti di estinzione incendio in relazione alle destinazioni d'uso degli edifici ed in conformità con la normativa attualmente vigente in Italia.

Mezzi antincendio mobili sono considerati gli estintori portatili e carrellati contenenti anidride carbonica, polveri, schiume, gas alogenati o, eccezionalmente, acqua. I requisiti degli estintori sono specificati in dettaglio nel D.M. 20.12.1982 del Ministero dell'Interno; la loro capacità estinguente è determinata dalla classe di incendio e dal focolare tipo che l'estintore è in grado di estinguere (« 13A » focolare costituito da una catasta di legno normalizzata, « 89B » focolare costituito da 89 litri di benzina in recipiente normalizzato). Gli estintori devono essere ubicati in posizione ben visibile e facilmente accessibile in prossimità dei vani scala e nei corridoi; in genere deve essere installato un estintore di adeguata capacità per ogni 250 m² di pavimento (o frazione) con un minimo di un estintore per piano. Per quanto riguarda il controllo periodico dell'efficienza degli estintori è opportuno sottolineare che:

— per gli estintori a CO_2 si effettua il controllo per pesata (non è accettabile una diminuzione di peso superiore al 10%);
— per gli estintori a polveri o a schiuma (meccanica) si effettua il controllo verificando mediante manometro la pressione del gas propellente;
— per gli estintori a gas alogenato si effettua il controllo visibile dell'indicatore di carica (manometro).

Gli *impianti antincendio semifissi* sono quelli ad acqua in cui unità terminali mobili (naspo rotante, manichetta e lancia) sono alimentate da una rete idrica fissa. Il naspo è un'attrezzatura costituita da una tubazione semirigida avvolta su una apposita bobina e stabilmente collegata alla rete di alimentazione idrica; la tubazione è dotata di lancia erogatrice. I requisiti dimensionali e funzionali dei naspi antincendio sono specificati in dettaglio nel D.M. 18/7/1980 del Ministero dell'Interno; essi possono essere alimentati dalla normale rete idrica dell'edificio, purché questa sia in grado di alimentare contemporaneamente l'utenza normale e l'utenza antincendi (portata minima di ogni naspo 35 litri al minuto alla pressione di 1,5 bar e con autonomia di 30 minuti). All'interno degli edifici la manichetta e la relativa lancia nebulizzatrice, permanentemente col-

legate, devono essere contenute in una apposita cassetta di custodia munita di vetro trasparente ed avente dimensioni normalizzate; l'idrante di servizio, del tipo UNI 45, deve essere in grado di erogare una portata minima di 120 litri al minuto alla pressione di 2 bar e con autonomia di 30 minuti. All'esterno degli edifici devono essere installate, ad uso delle organizzazioni di pronto intervento, idranti del tipo UNI 70 a colonna od a sottosuolo. È opportuno annotare che la rete di alimentazione degli idranti deve essere realizzata con tubazioni in acciaio di diametro non inferiore a 40 mm, preferibilmente ad anello, munita di attacco per il collegamento con le autobotti dei mezzi di soccorso, protetta contro il gelo ed indipendente dalla normale rete idrica dell'edificio.

Gli *impianti antincendio fissi* sono quelli che vengono correntemente denominati impianti automatici di estinzione e sono caratterizzati dal fatto che i dispositivi di erogazione del mezzo estinguente sono collocati in posizione fissa nei locali protetti e sono attivati su comando. Gli impianti automatici di estinzione vengono installati allo scopo di spegnere l'incendio nelle sue fasi iniziali o di controllarne lo sviluppo in modo da consentirne lo spegnimento con mezzi manuali (mezzi mobili o impianti semifissi). Fra i suddetti impianti quelli che utilizzano l'acqua come mezzo estinguente sono gli impianti a pioggia tipo sprinkler che costituiscono forse la forma migliore di protezione di un fabbricato contro l'incendio in quanto si estendono su tutta la superficie del fabbricato ed hanno un indice di efficienza riconosciuto dalle compagnie di assicurazione pari al 96%. Un impianto a pioggia tipo sprinkler è costituito da erogatori fissi posti a soffitto dei locali da proteggere ed alimentati da una rete idrica anch'essa posta a soffitto; gli erogatori, se di tipo automatico, sono dispositivi che al raggiungimento di una predeterminata temperatura, generalmente compresa fra 60 e 90 °C, consentono la fuoriuscita di acqua. I primi rudimentali impianti di questo tipo furono installati nelle filande di cotone nel XIX secolo; oggi vi è una prassi di progettazione, realizzazione e collaudo consolidata e verificata in ogni dettaglio [6].

I più diffusi fra detti impianti sono quelli denominati:

— impianti a erogatori automatici a umido;
— impianto a erogatori automatici a secco;
— impianti a diluvio con erogatori aperti;

ma in [6] sono elencati ben undici differenti tipologie impiantistiche.

Gli impianti ad umido sono caratterizzati dal fatto che tutta la rete è permanentemente caricata con acqua in pressione sia a monte che a valle della valvola di allarme (cioè della valvola di intercettazione dell'alimentazione idrica), mentre quelli a secco sono caratterizzati dal fatto che la rete a valle della valvola di allarme è caricata con aria in pressione e quella a monte è caricata con acqua in pressione. L'impianto a secco si utilizza quando le tubazioni corrono all'esterno dei fabbricati o comunque in locali non riscaldati con pericolo di gelo.

Negli impianti con erogatori automatici, a umido od a secco, l'intervento di ogni erogatore, causato da elevata temperatura ambiente, è singolo; ciò comporta che per avere una notevole copertura d'acqua occorre attendere lo sviluppo di un incendio esteso spazialmente, prevedendo quindi una notevole riserva idrica.

Gli erogatori automatici possono essere del tipo «a bulbo», in cui l'elemento termosensibile è costituito da una ampolla di vetro speciale contenente un liquido la cui espansione ne provoca la rottura ad una temperatura prestabilita, consentendo così la fuoriuscita dell'acqua, oppure «a lamina», in cui l'elemento termosensibile è costituito da una lamina metallica saldata con lega facilmente fusibile, la cui fusione ne provoca il distacco ad una temperatura prestabilita, consentendo così la fuoriuscita dell'acqua. Vi sono anche erogatori a getti multipli, a getti laterali, da incasso, antigelo, intermittenti, pilota, spray e frazionatori (cfr. [6]).

Un impianto a diluvio è un impianto in cui gli erogatori sono sempre aperti e quindi la rete a valle della valvola di allarme è, per sua natura, a secco. Il comando di detta valvola può avvenire manualmente oppure su segnalazione di un sistema di rivelazione incendio oppure in connessione con un impianto «pilota» a erogatori automatici a secco coprente la stessa area. L'impianto a diluvio viene consigliato laddove si prevedono incendi a sviluppo rapido con grande velocità di propagazione nello spazio. Per quanto riguarda il dimensionamento degli impianti a pioggia si rimanda alle specifiche contenute in [6], annotando soltanto che un erogatore convenzionale copre un'area di circa 9 m² e deve essere alimentato con una portata minima di 50 litri al minuto alla pressione di 2 bar.

Altri impianti automatici di estinzione, tutti collegati con rivelatori automatici di incendio, sono quelli a schiuma, quelli ad anidride carbonica, quelli a polveri e quelli a gas alogenati.

La schiuma utilizzata negli impianti automatici è sempre di origine meccanica, ottenuta cioè attivando una miscela di acqua e schiumogeno mediante un gas propellente inerte (CO_2 o N_2). Vi sono impianti a bassa, media ed alta espansione in relazione al rapporto volumetrico fra schiuma prodotta e miscela concentrata di partenza (acqua più schiumogeno); detto rapporto può variare da 1:6 a 1:1000 e nel caso di alta espansione l'azione di soffocamento dell'incendio non è tanto superficiale quanto a saturazione di volume. Anche nel caso di saturazione di volume non si hanno pericoli per le persone presenti né gravi danni in quanto le schiume normalmente impiegate non bagnano profondamente né sono inquinanti. Gli impianti a bassa espansione sono essenzialmente costituiti da un recipiente per il dosag-

gio e la miscelazione dello schiumogeno con l'acqua, da una rete di distribuzione della miscela così formata e da ugelli erogatori che hanno la funzione di produrre la schiuma ed indirizzarla sulle aree da proteggere. Negli impianti a media ed alta espansione gli ugelli erogatori sono sostituiti rispettivamente da lance generatici di schiuma e da generatori di schiuma.

Gli impianti ad anidride carbonica possono essere del tipo a comando manuale od automatico e sono essenzialmente costituiti da un deposito, da tubazioni di distribuzione metalliche e da erogatori di diffusione del gas a forma conica avvitati sulle tubazioni. Detti impianti sono del tipo a bassa pressione (15 ÷ 25 bar), se il deposito è del tipo refrigerato a − 10 ÷ 30 °C, oppure del tipo ad alta pressione (60 ÷ 70 bar), se il deposito è costituito da una batteria di bombole pressurizzate e mantenute a temperatura ambiente; in ambedue i casi la CO_2 è immagazzinata allo stato liquido, ma nel primo caso i quantitativi immagazzinabili sono di gran lunga superiori. La scarica del gas in ambiente avviene in un'unica soluzione ed in un periodo di tempo limitato (30 ÷ 60 s) e pertanto diventa molto importante la sequenza di allarme, soprattutto se sono presenti delle persone e se si intende operare una saturazione di volume con preventiva chiusura a tenuta di gas dei locali interessati dall'incendio. In ogni caso dopo l'intervento di un impianto automatico di estinzione ad anidride carbonica i locali interessati devono essere ventilati integralmente prima di essere riutilizzati.

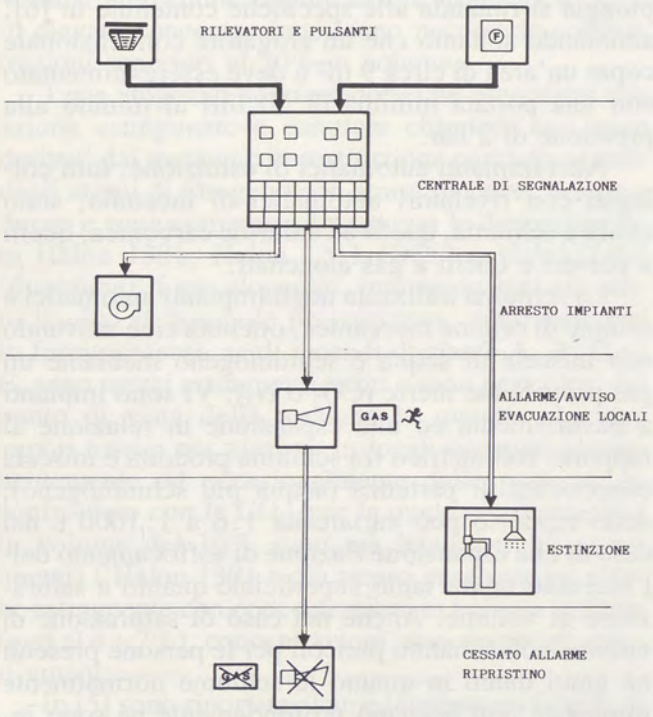


Fig. 3 - Schema funzionale di un impianto di estinzione automatico ad Halon.

Gli impianti a polvere, analogamente agli impianti ad anidride carbonica, sono caratterizzati da una scarica in ambiente del mezzo estinguente breve ed irripetibile (ad eccezione del caso in cui vengono previste riserve). Essi sono essenzialmente costituiti da un serbatoio, da tubazioni di distribuzione e da dispositivi erogatori simili a quelli utilizzati negli impianti a pioggia; il serbatoio può essere permanentemente pressurizzato oppure può essere pressurizzato con bombole di gas propellente (CO_2 o N_2) solo in caso di allarme. Sono necessari da 0,6 a 1,2 kg di polvere per metro cubo di volume protetto.

Molto impiegati negli ultimi anni, soprattutto nel settore civile, sono gli impianti a gas alogenati; la loro diffusione è dovuta alle particolari caratteristiche dell'estinguente gassoso che non lascia tracce né danneggia i materiali contenuti negli ambienti. Svantaggi sono la tossicità e l'elevato costo di impianto.

Se confrontati con gli impianti ad anidride carbonica ad alta pressione, ai quali possono essere assimilati per tipologia impiantistica, gli impianti a gas alogenati richiedono depositi di capacità più limitata, in quanto per la saturazione di volume sono sufficienti 0,3 ÷ 0,4 kg di Halon 1301 per metro cubo (contro 1 ÷ 2 kg per metro cubo di CO_2), e consentono una più semplice manutenzione, in quanto le bombole sono dotate di indicatore di carica e non richiedono pesatura. Le scariche in ambiente di gas alogenati sono normalmente precedute da un allarme sonoro; esso interviene con un anticipo di 15 ÷ 40 s sull'azionamento delle valvole di intercettazione delle bombole pressurizzate di alimentazione dell'impianto.

I SISTEMI DI GESTIONE AUTOMATICA DEL RISCHIO DI INCENDIO

Un cenno meritano in questa sede i sistemi di gestione automatica del rischio di incendio non tanto per la descrizione dei sottosistemi che li compongono (sottosistemi di rivelazione, di allarme e di estinzione automatica già in precedenza descritti) quanto per la descrizione dell'architettura del sistema nel suo complesso. Nella maggior parte dei casi i sistemi di gestione automatica vengono installati per gestire, oltre alla protezione antincendio, anche la sicurezza contro il furto, le intrusioni ed il sabotaggio, nonché, ove opportuno, gli impianti tecnologici (elettrici, di climatizzazione e di elevazione). Le funzioni che vengono espletate da tali sistemi non sono solo funzioni di monitoraggio e di controllo della situazione, ma anche funzioni di telecomando degli impianti sulla base di preordinati programmi di intervento (software operativo).

Il cuore di detti sistemi è costituito da una unità centrale di elaborazione (calcolatore) che colloquia con le unità periferiche (a microprocessore) alle qua-

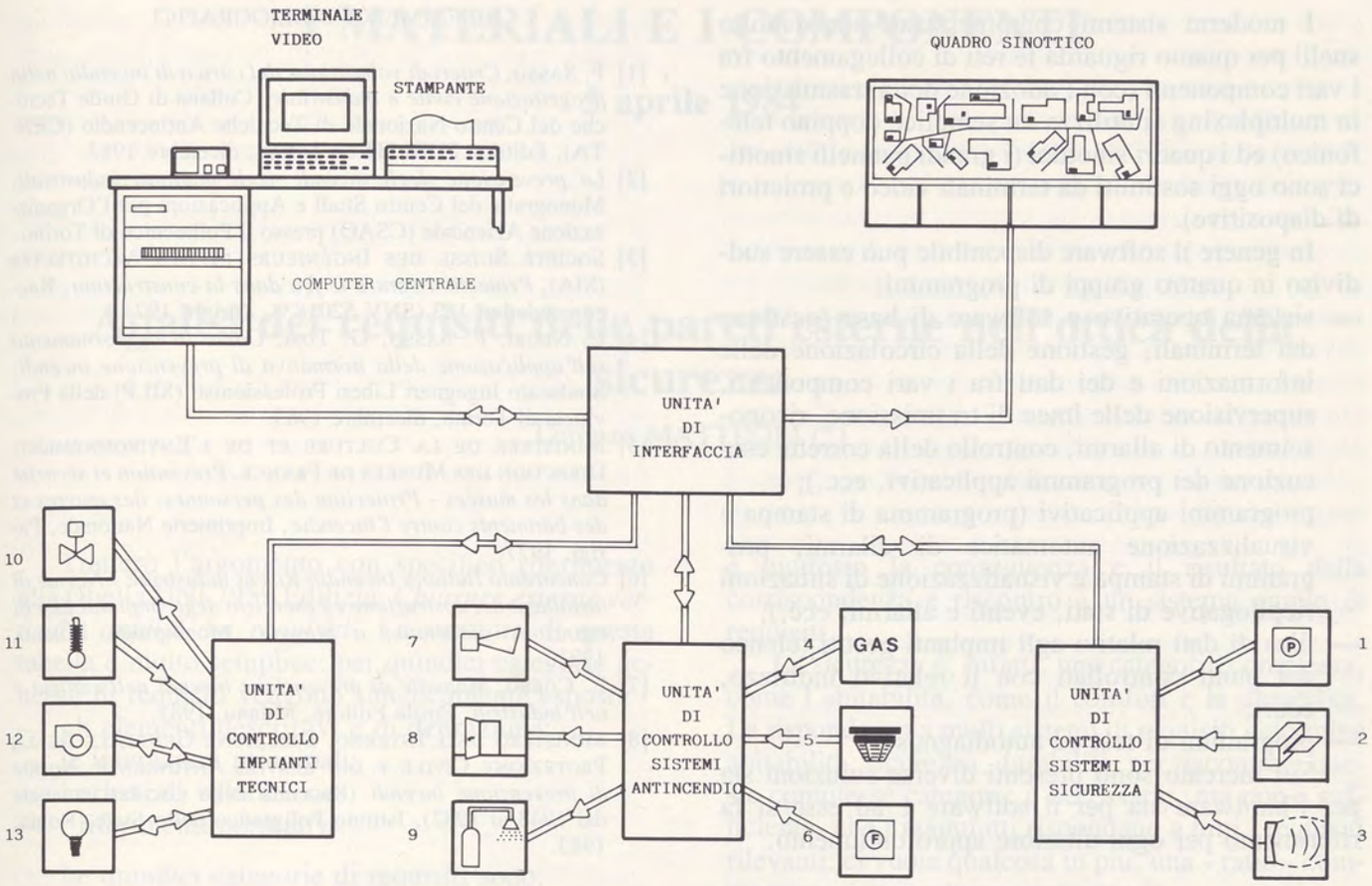


Fig. 4 - Schema di un sistema di supervisione.
Impianti di sicurezza: 1. Pulsanti per segnalazione manuale; 2. Controllo accessi; 3. Sensori antintrusione - *Sistemi antincendio:* 4. Rivelatori fuga gas; 5. Rivelatori incendio; 6. Pulsanti per segnalazione manuale; 7. Allarme; 8. Comando automatico accessi; 9. Chiamata esterna - *Impianti tecnici:* 10. Sistemi di regolazione; 11. Misure analogiche in campo; 12. Controllo impianti di climatizzazione; 13. Controllo impianti elettrici.

li sono delegate le funzioni di supervisione ed attivazione dei sistemi di protezione antincendio in zona.

L'unità centrale (C.P.U.) è generalmente dotata di moduli di stampa dei dati e di registrazione degli eventi, terminali video e quadri sinottici interconnessi con un modulo di processo che gestisce le unità periferiche e consente di utilizzare, ai fini dell'allarme interno ed esterno, sirene e linee telefoniche ed interfoniche.

Le unità periferiche (di concentrazione) sono in grado di assolvere il compito di controllo di zona in quanto sono in grado di acquisire dati dai sistemi di rivelazione dell'incendio, automatici o manuali, azionare dispositivi di allarme ed impianti automatici di estinzione dell'incendio, fermare gli impianti di ventilazione, chiudere le porte antifuoco dei settori compartimentati, attivare eventuali impianti locali di espulsione dei fumi, ecc. Alcune funzioni delle unità periferiche vengono svolte solo se ammesse dall'unità centrale, altre invece vengono svolte autonomamente, senza ricorso all'unità centrale.

Rispetto ai quadri sinottici di controllo-comando o analoghi realizzati in passato con logiche di tipo cablato (collegamenti e contatti a relè) il salto di qualità che si ottiene con i nuovi sistemi di gestione automatica che utilizzano il calcolatore è notevole in quanto la logica di controllo-comando non è più rigida, ma diviene programmabile. La programmabilità rende il sistema «intelligente» in quanto in grado di svolgere funzioni come:

— discriminazione di allarmi secondo la qualità degli stessi e comunicazione all'operatore di opportuni messaggi;
— esecuzione automatica di operazioni adeguate alla gravità dell'evento che si verifica, con possibilità di programmare le cause e gli effetti secondo le esigenze dell'utenza;
— comando di impianti diversi ad orari diversi, in ogni momento modificabili.

I moderni sistemi computerizzati sono molto snelli per quanto riguarda le reti di collegamento fra i vari componenti (con l'adozione della trasmissione in multiplexing si utilizza un semplice doppino telefonico) ed i quadri sinottici (i grandi pannelli sinottici sono oggi sostituiti da terminali video e proiettori di diapositive).

In genere il software disponibile può essere suddiviso in quattro gruppi di programmi:

— sistema operativo e software di base (gestione dei terminali, gestione della circolazione delle informazioni e dei dati fra i vari componenti, supervisione delle linee di trasmissione, riconoscimento di allarmi, controllo della corretta esecuzione dei programmi applicativi, ecc.);
— programmi applicativi (programma di stampa e visualizzazione automatica di allarmi, programmi di stampa e visualizzazione di situazioni riepilogative di stati, eventi e allarmi, ecc.);
— files di dati relativi agli impianti gestiti (elenco dei punti controllati con il relativo indirizzo, ecc.);
— programmi di test ed autodiagnosi.

Sul mercato sono presenti diverse soluzioni sia per l'hardware sia per il software e ad esse si fa riferimento per ogni ulteriore approfondimento.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] F. Sasso, *Criteri di valutazione del carico di incendio nella progettazione civile e industriale*, Collana di Guide Tecniche del Centro Nazionale di Tecniche Antincendio (CENTA), Editrice PUBLITEC, Torino, dicembre 1983.

[2] *La prevenzione degli incendi negli impianti industriali*. Monografia del Centro Studi e Applicazioni per l'Organizzazione Aziendale (CSAO) presso il Politecnico di Torino.

[3] Société Suisse des Ingénieurs et des Architectes (SIA), *Protection contre le feu dans la construction*, Raccomandation 183 (SNV 520183), Zurigo, 1974.

[4] E. Negri, F. Sasso, G. Tosi, *Corso di aggiornamento sull'applicazione della normativa di prevenzione incendi*. Sindacato Ingegneri Liberi Professionisti (SILP) della Provincia di Torino, dicembre 1983.

[5] Ministere de la Culture et de l'Environnement, Direction des Musees de France, *Prévention et sécurité dans les musées - Protection des personnes, des œuvres et des bâtiments contre l'incendie*, Imprimerie Nationale, Parigi, 1977.

[6] *Concordato Italiano Incendio-Rischi industriali - Norme di installazione, costruzione ed esercizio degli impianti fissi di estinzione automatici a pioggia*, Monografia, Milano, 1981.

[7] L. Corbo, *Manuale di prevenzione incendi nell'edilizia e nell'industria*, Pirola Editore, Milano, 1982.

[8] Ministero dell'Interno, Direzione Generale della Protezione Civile e dei Servizi Antincendi, *Norme di prevenzione incendi* (Raccolta delle circolari emanate dal 1948 al 1982), Istituto Poligrafico dello Stato, Roma, 1983.

I MATERIALI E I COMPONENTI

5 aprile 1984

Analisi dei requisiti delle pareti esterne nell'ottica della sicurezza

Lorenzo MATTEOLI (*)

Tratterò l'argomento con specifico riferimento alla tabella UNI 7959 Edilizia, *Chiusure esterne verticali, analisi dei requisiti*. La struttura di questa tabella è molto semplice: per quindici categorie generali di requisiti vengono sinteticamente esposti:
— gli elementi descrittivi e di definizione;
— le interazioni principali;
— i criteri di valutazione;
— i riferimenti normativi.

Le quindici categorie di requisiti sono:
1. requisiti temporanei relativi a fasi preliminari;
2. requisiti di resistenza alle sollecitazioni derivanti dai carichi statici;
3. requisiti di resistenza alle sollecitazioni derivanti dal carico del vento;
4. requisiti di resistenza a fenomeni provocati da effetti collaterali del vento;
5. requisiti di resistenza in caso di incendio;
6. requisiti relativi alle variazioni di temperatura;
7. requisiti acustici;
8. requisiti relativi alla permeabilità all'aria;
9. requisiti di resistenza agli urti;
10. requisiti di tenuta all'acqua;
11. requisiti relativi al contatto con i liquidi;
12. requisiti relativi al comportamento igrotermico;
13. requisiti di affidabilità;
14. requisiti relativi a fenomeni elettrici, elettromagnetici e di irraggiamento;
15. requisiti ottici e visivi.

La tabella, fra i requisiti che analizza, non riporta un «requisito relativo alla sicurezza»: leggendo però oltre i titoli, sotto i diversi paragrafi «interazioni principali» la «sicurezza degli operatori e degli utenti», viene spesso citata ed evidenziata, circostanza che dipende dal fatto che la «sicurezza» non è esprimibile come requisito analitico, come prestazione identificabile in modo schematico e diretto: è piuttosto la conseguenza e il risultato della corrispondenza e riscontro a un sistema ampio di requisiti.

La sicurezza è, infatti, una categoria complessa, come l'abitabilità, come il comfort e la durabilità. La rispondenza a molti sistemi di requisiti determina abitabilità, sicurezza, durabilità; per riscontrare queste complesse categorie è necessario, ma non è sufficiente, che i manufatti rispondano a tutti i requisiti rilevanti: ci vuole qualcosa in più, una «ratio» complessiva, una «cultura» progettuale.

L'analisi di incidenti, o di episodi nei quali la sicurezza degli operatori o degli utenti di un manufatto edilizio è stata violata, porta quasi sempre, in conclusione, a classificare le cause in qualche modo compreso fra le seguenti categorie generali estreme:
— una sequenza fatale di accidenti catastroficamente strutturata, basata su fenomeni, se non totalmente ignoti quantomeno rarissimi, e comunque fuori da qualunque possibilità di previsione;
— un banale errore dovuto a dimenticanza, ignoranza, distrazione, o a dolo.

Credo che la cultura della sicurezza debba assumere, come ipotesi fondamentale di lavoro, che tutti gli incidenti avvengano per cause descrivibili nella seconda generale categoria: l'unica che può essere affrontata in modo sistematico e scientifico, essendo la gestione delle «ineludibili fatalità» campo per altri esercizi.

LE INTERAZIONI «SICUREZZA/REQUISITI» NELLA TABELLA UNI 7959

Requisiti temporanei relativi a fasi preliminari

Le fasi preliminari sono luogo di forte condizionamento per molti aspetti tecnici e di concezione. Per quanto attiene alla sicurezza degli operatori questa è un'area nella quale si concentra la massima pericolosità. La norma riporta una serie di indicazioni molto banali e al limite del corrente senso comune (l'attenzione del *buon padre di fami-*

(*) Architetto, professore straordinario di Tecnologia dell'Architettura, Politecnico di Torino.

glia): tutte si pongono come precisi strumenti di definizione delle responsabilità dei diversi operatori in uno dei tanti campi di *interfaccia* (spazi compresi fra un operatore e l'altro) che costituiscono in genere la matrice di discontinuità sia delle informazioni che della competenza nel processo edilizio.

Requisiti di resistenza alle sollecitazioni derivanti da carichi statici. Requisiti di resistenza alle sollecitazioni derivanti dal carico del vento. Requisiti di resistenza a fenomeni provocati da effetti collaterali del vento

Non c'è molto da notare in più rispetto a quello che, sicuramente, in questo seminario è stato detto e riportato da precedenti interventi: la *firmitas* vitruviana è sempre una fondamentale categoria di valutazione degli edifici. È importante sapere *dove* questa consista e a quale responsabilità faccia effettivamente capo (1).

Ricordo un interessante episodio di qualche anno fa: la parete di un edificio industriale investito da vento crollò verso l'interno, le pareti laterali *esplosero* letteralmente e la grande copertura in struttura reticolare d'acciaio si sollevò e, senza collasso si riappoggiò sui supporti. Anche in quel caso si evocò il fato e l'eccezionalità del fenomeno fisico (tutte le cascine della zona resistettero perfettamente e senza danni). In realtà nessuno aveva calcolato la resistenza alla spinta del vento del tamponamento di mattoni a cassavuota alto 5 metri su due campate di 50 metri l'una, costruito senza legature di collegamento fra il foglio esterno e quello interno perché la D.L. aveva chiesto il paramento esterno senza *teste* e privo di giunti di dilatazione. Infatti notoriamente questo manufatto non deve essere calcolato dal responsabile delle strutture in c.a. Una semplice verifica dimostrò che quel muro non avrebbe potuto sopportare spinte orizzontali superiori a quelle di brezze leggere, un carico di 6 kg/m^2 infatti provocava ribaltamento: la banale dimenticanza associata alla separazione di aree di competenza e di responsabilità è stata la matrice in quel caso della genesi catastrofica. Questo episodio è emblematico di cosa può succedere anche in un campo dove la norma e la prassi sono quanto mai consolidate.

Nei tre paragrafi relativi a questi requisiti la norma ricorda attraverso le « interazioni » e i « criteri di valutazione » una serie di situazioni che dovrebbero sollecitare nei progettisti attenzione e capacità critica.

Requisiti di resistenza in caso di incendio

Credo che valga la pena, per questo caso specifico, riportare per esteso la *descrizione* che del requisito viene data nella tabella UNI: *capacità o attitudine delle chiusure esterne, delle parti e dei componenti che le costituiscono, di consentire, in caso di incendio, operazioni di soccorso conservando una funzionalità di emergenza durante le fasi dell'incendio nelle quali avviene l'evacuazione dell'edificio o vengono portati i soccorsi, controllando l'attacco e la propagazione dell'incendio di provenienza sia interna sia esterna, ammettendo diverse ipotesi di evacuazione di emergenza e di arrivo dei soccorsi.*

Si tratta di una descrizione criticabile sotto molti aspetti, ma che sicuramente induce le parti interessate nel processo edilizio (progettazione, produzione, costruzione, gestione, utenza) a una seria meditazione sulle relative responsabilità. Nell'elenco delle interazioni i suggerimenti per la progettazione sono molto immediati e diretti:

a) collocazione dell'edificio nel contesto territoriale;
b) collocazione dell'edificio nel contesto urbano;
c) relazioni edilizie intrinseche (forma e altezza dell'edificio);
d) movimenti dell'aria e regime di vento attorno all'edificio;
e) attività che si svolgono nell'edificio e concentrazione dell'utenza;
f) forma specifica delle chiusure esterne;
g) tecnologie costitutive, contenute o adiacenti;
h) caratteristiche specifiche dei materiali costituenti le chiusure esterne;
i) modalità di collegamento fra chiusure esterne e orizzontamenti e strutture di impalcato;
l) sicurezza degli utenti;
m) efficienza strutturale.

A loro volta i criteri di valutazione, se verificati specificamente per mezzo di adeguate strutture contrattuali, non lascerebbero molto spazio di responsabilità scoperto:

a) infiammabilità dei materiali costituenti;
b) temperatura di ignizione dei materiali costituenti;
c) propagazione della fiamma sulle superfici esposte;
d) modalità di combustione;
e) prodotti della combustione alle diverse temperature;
f) possibilità di deflagrazione;
g) possibilità di detonazione;
h) formazione di miscele o gas esplosivi;
i) comportamento statico alle varie temperature nel tempo;
l) temperatura di fusione dei materiali costituenti;
m) potere calorifico dei materiali costituenti;
n) criteri statici.

Un lettore attento di questa specifica non può trascurare, nel suo progetto, le informazioni analitiche sui materiali (reazione al fuoco, propagazione della fiamma, prodotti della combustione alle varie temperature), nello stesso tempo la congerie di que-

(1) La comunicazione venne svolta prima del crollo del Palazzo degli Stemmi in Via di Po a Torino, crollo che ha dimostrato drammaticamente la portata di questa banale osservazione.

ste informazioni analitiche non può comportare negligenza su alcuni aspetti del complesso (funzionalità di emergenza, evacuazione, soccorsi, ecc.). L'incendio, e la gestione dell'edificio in caso di incendio sono quindi oggetto di progettazione: a poco possono valere rigorose specifiche analitiche e morfologiche sulla qualità dei materiali e sulla loro reazione al fuoco se l'edificio nel quale questi materiali sono impiegati non può essere evacuato in tempi condizionati dalla sopravvivenza degli utenti e se questi ultimi, prima di essere raggiunti dai soccorsi, sono morti per avvelenamento per effetto di gas tossici emessi senza fiamma da manufatti rigorosamente ignifugati.

Gli altri requisiti specificati nella tabella UNI 7959 sono collegati alla sicurezza in modo più mediato (acustica, igrotermia, requisiti ottici e visivi) oppure sono inerenti a campi coperti da normativa consolidata (fenomeni elettrici ed elettromagnetici).

Vale però forse la pena ricordare, perché evoca il problema di tecnologie inusuali, un altro recente caso verificatosi a Milano. Una intera facciata a sud di un edificio residenziale viene attrezzata con collettori solari. L'edificio è costruito mediante *tunnel* e alto circa 20 piani fuori terra. La parete sulla quale sono previsti i collettori è quella che risulta dal sovrapporsi delle facce chiuse dei *tunnels*. Il calcolatore del cemento armato si informa del peso dei collettori che non pone ovviamente problemi. Una volta attrezzata la parete con i supporti in acciaio per il collegamento dei collettori, per caso, il calcolatore apprende che sussiste l'eventualità che, qualora il sistema di circolazione del fluido termovettore si rompa, i collettori possono raggiungere temperature dell'ordine di 150 gradi centigradi. L'intercapedine d'aria fra collettori e parete dei tunnels è di 50 mm, e non è sufficiente a garantire lo smaltimento per ventilazione indotta da tiraggio naturale del calore. La superficie esterna delle pareti dei tunnels può raggiungere temperature dell'ordine di 80 gradi centigradi. La sicurezza strutturale dell'edificio si troverebbe in condizioni marginali se non critiche, ma anche la sicurezza degli utenti potrebbe venire aggredita: immaginiamo il tranquillo pensionato con qualche problema cardiaco che va a dormire alle 2 del pomeriggio e si trova in una stanza che può raggiungere temperature di 40 gradi centigradi. Il problema è stato risolto con un forte investimento tecnologico: una informazione più precisa e mirata forse avrebbe portato a soluzioni migliori.

Il caso è specificamente previsto nella norma UNI relativa alla integrazione dei collettori solari negli edifici.

Un ultimo caso reale

Concluderò questa breve illustrazione sulla lettura in termini di sicurezza dei requisiti delle pareti esterne con alcune considerazioni che traggo da un caso recentemente verificatosi a Torino e che inquadrerei nella problematica già evocata delle informazioni di collegamento fra i diversi ambiti di responsabilità professionale e d'impresa.

Il caso: piazzando dei bulloni a espansione per sostenere pensili da cucina, l'operaio della ditta fornitrice di mobili intacca con la punta del trapano il tubo del gas, annegato nella parete, provocandovi una lesione e conseguente fuga di gas; l'operaio crede di avere sfiorato un ferro di armatura, la lesione è minima e la fuga di gas non si percepisce immediatamente; durante la notte la padrona di casa avverte l'odore, ma ritiene che sia una perdita di gas che dipende dai fornelli... evita comunque di accendere interruttori elettrici e apre le finestre. Il caso si è risolto senza tragedie, ma se invece di una attenta padrona di casa ci fosse stato un soggetto meno accorto la conclusione poteva essere meno serena.

Chi è il responsabile:
— il padrone di casa?
— l'utente dell'alloggio?
— il progettista del sistema costruttivo?
— il direttore dei lavori?
— l'impresa di costruzioni?
— l'operaio della ditta fornitrice dei mobili?

Il progettista del sistema ha consegnato gli schemi all'impresa e non è tenuto a molto di più. Il direttore dei lavori ha controllato che danni di questo genere non venissero provocati durante la costruzione. L'impresa ha consegnato l'edificio con la documentazione a questo relativa alla proprietà. Questa a sua volta ha consegnato l'alloggio agli utenti/abitanti. Documentandoli o meno?

L'utente della casa, inquilino o proprietario che sia, deve ricevere un *manuale d'uso* nel quale, a fronte di tutte le operazioni che può svolgere nel suo alloggio siano indicate modalità, tecnologie, implicazioni, pericoli e responsabilità. L'impresa con i progettisti deve accertarsi che il manuale d'uso sia compilato in modo leggibile dagli utenti. Le tracce di condutture pericolose non dovrebbero essere raggiungibili da punte di utensili di corrente impiego nella residenza, se inevitabile, la loro indicazione dovrebbe essere riportata sulle superfici a vista. Una copertura assicurativa adeguatamente gestita e condotta potrebbe preoccuparsi della applicazione di procedure di questo tipo.

Tossicità nelle alterazioni di materiali e componenti degli edifici civili

Luigi TROSSARELLI (*)

I materiali che costituiscono le strutture portanti e non degli edifici civili sono in genere di costituzione tale da non subire alterazioni che portino alla formazione di composti nocivi. Per contro molti dei materiali impiegati per particolari scopi tecnici (ad esempio alcuni dei materiali fonoassorbenti o per isolamento termico) oppure quelli usati per l'arredamento o per l'abbellimento dei locali, essendo di natura organica, possono subire profonde alterazioni, in particolare per effetto del calore (essendo quelli di altra natura del tutto irrilevanti), con formazione di prodotti tossici.

Tutti questi materiali appartengono alla grande famiglia dei materiali polimerici, cioè sono costituiti da molecole giganti o macromolecole.

Al fine di una maggior chiarezza, è opportuno esaminare brevemente come materiali in genere di per sé non tossici (a meno ovviamente di un uso improprio) e non infiammabili possano dare luogo, per effetto del calore, a composti tossici e/o combustibili.

Quando un qualsiasi polimero organico viene riscaldato e raggiunge una temperatura di poco superiore ai 100 °C inizia la rottura dei legami chimici più deboli che uniscono gli atomi nella catena macromolecolare. Questo processo, che comporta minori variazioni nella struttura chimica del materiale, ha per effetto di ridurre il grado di polimerizzazione. A temperature più elevate (oltre i 200 °C) ha luogo una rottura più estensiva dei legami chimici con formazione di frammenti a basso peso molecolare che, a causa della loro elevata tensione di vapore, lasciano il polimero (fase condensata) e passano nella fase gas. Queste piccole molecole, a seconda della loro costituzione chimica, possono essere tossiche oppure no e, sempre in dipendenza della loro costituzione chimica, in presenza di ossigeno, possono o no bruciare. Come si vede il processo di degradazione, o se si preferisce di decomposizione termica o di pirolisi, che subiscono i materiali polimerici organici per il solo effetto del calore è il necessario presupposto per la formazione di sostanze tossiche e per la combustione.

Appare subito evidente a questo punto come un materiale polimerico che *brucia* sia un sistema molto complesso, in quanto i processi chimici coinvolti possono avere luogo in tre regioni interdipendenti tra loro e cioè nella fase condensata (degradazione), all'interfaccia tra la fase condensata e la fase vapore e nella fase vapore.

Dal confronto tra il modo di *bruciare* di poliidrocarburi a catena lineare (ad esempio polistirene, polietilene, polipropilene, polimetacrilato di metile, ecc.) e di quello di alcuni polimeri reticolati e dei materiali cellulosici (ad esempio legno, carta, ecc.) emergono due modelli estremi, sostanzialmente differenti tra loro, tenendo conto che, oltre ai processi di degradazione puramente termica cui è stato accennato, potranno anche instaurarsi, a seconda della natura del polimero e delle condizioni ambientali, processi ossidativi e/o termoossidativi.

Nel caso dei materiali cellulosici, e di un certo numero di polimeri reticolati, si ha inizialmente, per azione del calore, l'eliminazione di acqua e di altre piccole molecole non combustibili e la conseguente formazione di una matrice carboniosa. Sarà comunque sempre necessaria la presenza di ossigeno (aria) per la combustione di questi materiali. Essa comporta dirette interazioni chimiche all'interfaccia tra l'aria e la superficie carbonizzata del materiale che potrà risultare arroventata o incandescente a seconda della temperatura e della quantità di ossidante e quindi della velocità della reazione di ossidazione. I prodotti di ossidazione saranno anidride carbonica ed ossido di carbonio, in rapporto dipendente dalla quantità di ossidante a disposizione e dalla temperatura. L'eventuale fiamma trarrà origine dalla combustione (nella fase gas) dell'ossido di carbonio ad anidride carbonica che è il prodotto di ossidazione completa. Il calore di combustione in parte verrà trasferito al polimero e pertanto il processo, purché sia presente ossigeno in quantità sufficiente, si può autoalimentare.

Nel caso invece dei poliidrocarburi a catena lineare i frammenti a basso peso molecolare originati dalla degradazione termica, in presenza di ossigeno, o comunque di ossidanti, potranno dar luogo a fiamma. Essi bruceranno soltanto nella fase vapore, lontano quindi dalla superficie del materiale polimerico, o all'interfaccia con la fase condensata. Il calore di combustione, in buona parte, verrà trasferitoo al poliero e concorrerà ad aumentare la temperatura della fase condensata e, di conseguenza, ad aumentare la velocità di formazione di prodotti gassosi combustibili. A regime, la fiamma si autoalimenta secondo lo schema di figura 1. A differenza di quanto si verifica nel caso dei materiali cellulosici, la formazione di matrici carboniose arroventate si ha

(*) Professore ordinario di Chimica macromolecolare, Università degli Studi di Torino.

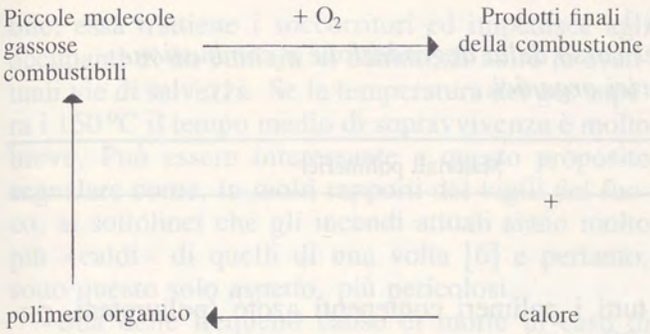


Fig. 1 - Schema per la combustione di un poliidrocarburo.

soltanto negli ultimi stadi di combustione quando i possibili residui carboniosi possono ossidarsi in fase condensata.

Sia che la combustione abbia luogo secondo l'uno o l'altro dei due modelli descritti, tra i prodotti di combustibile si ritroveranno sempre, oltre l'acqua, ossido di carbonio ed anidride carbonica, in quantità variabile prevalentemente in funzione della temperatura e della quantità di ossigeno a disposizione, e pertanto, sotto l'aspetto tossicologico, non si può dire che i materiali polimerici di sintesi (materie plastiche) presentino rischi maggiori di quelli tradizionali (legno, cuoio, lana, ecc.).

EFFETTI DERIVANTI DALLA COMBUSTIONE DEI MATERIALI POLIMERICI ORGANICI

Come si è visto tutti i materiali polimerici organici, in presenza di aria, «bruciano». Tuttavia, al fine di stabilire i pericoli che ne derivano quando questi materiali sono presenti in un incendio, è di primaria importanza considerare anche gli effetti collaterali che derivano dalla combustione, e che si ripercuotono su chi si trova coinvolto in un incendio, e cioè prendere in considerazione gli effetti dovuti alla diminuita quantità di ossigeno, come conseguenza della combustione, alla fiamma, alla temperatura, ai fumi, e ai prodotti di combustione, non solo, ma anche valutare caso per caso, le correlazioni tra quantità tempo ed effetto. Va premesso, a maggior chiarezza, che la maggior parte delle informazioni di carattere tossicologico derivano dai risultati delle analisi necroscopiche o da esperienze di laboratorio, per lo più su animali, condotte però in ben precise condizioni sperimentali per quanto concerne modalità di innesco, temperatura, rapporto combustibile-comburente, miscelazione dei prodotti di combustione, ecc., mentre ben poco si sa di quanto si verifica nel caso di quella combustione incontrollata ed accidentale che viene chiamata incendio, salvo alcuni dati ottenuti da esperienze su scala reale che però peccano, costo a parte, di una elevata mancanza di riproducibilità. Valga il seguente esempio: venne simulato, su scala reale, e ripetuto, l'incendio di una camera da letto completamente arredata [1, 2]. Nella prima prova il fuoco coinvolse tutta la camera 7 minuti dopo l'innesco, mentre nella seconda, nonostante tutte le attenzioni poste per duplicare esattamente la prima, il fuoco coinvolse tutta la camera soltanto dopo 17,50 minuti dopo l'innesco.

Effetti conseguenti alla carenza di ossigeno

Quando la concentrazione dell'ossigeno scende intorno al 15% (la concentrazione normale dell'ossigeno alla quale siamo abituati a svolgere la nostra attività è intorno al 20%), l'attività muscolare diminuisce, si ha difficoltà nei movimenti, e questo è stato dimostrato essere il fattore principale che riduce il tempo medio di sopravvivenza in prove eseguite su animali, indipendentemente dalla presenza o meno di composti tossici [3]. Quando la concentrazione dell'ossigeno è tra il 10 ed il 15% l'uomo è ancora cosciente anche se, e non necessariamente se ne rende conto, commette valutazioni errate. A concentrazioni di ossigeno tra il 6 ed il 10% si ha collasso; sotto il 6% (valore prossimo all'anossia) cessa la respirazione e la morte per asfissia ha luogo nel giro di circa 6 minuti [4]. Si tenga ancora conto della maggior richiesta di ossigeno da chi è coinvolto in un incendio, a causa dello stato di agitazione in cui viene a trovarsi, per cui i sintomi della deficienza di ossigeno possono verificarsi a concentrazioni più elevate di quelle testé riportate. Il 10% di ossigeno può essere considerato, in generale, la concentrazione minima di ossigeno per la sopravvivenza. Il modo con cui, in un incendio, si raggiunge questa concentrazione dipende ovviamente da molti fattori, quali la quantità totale dei materiali, polimerici e non, combustibili coinvolti, la velocità di combustione, il volume del sistema e la velocità di afflusso dell'aria.

Effetti dovuti alla fiamma

Il contatto diretto con la fiamma ed il calore da essa irradiato provocano ustioni. Dato che si verificano già deboli ustioni quando la cute viene portata a 65 °C per un minuto, oppure riceve più di 3 Watts/cm² di calore radiante [5], in un incendio, l'elevata temperatura della fiamma (ad esempio circa 1200 °C per una poliolefina che brucia in aria) e l'elevata quantità di calore da essa irradiata sono immediatamente, o almeno molto rapidamente, fatali.

Effetti dovuti al calore

Anche se si trascurassero gli effetti dovuti alla loro eventuale tossicità e quelli dovuti alla diminuita percentuale di ossigeno, i gas caldi, di combustione e non, da soli possono provocare ustioni, stress da calore, disidratazione ed edemi. Una temperatura dei gas tra i 70 e gli 80 °C è considerata inaccetta-

TABELLA 1.
Prodotti gassosi tossici che possono formarsi nel corso della degradazione e combustione di materiali polimerici organici.

Composti gassosi	Materiali polimerici
CO, CO_2	tutti
HCN, NO, NO_2, NH_3	lana, seta, tutti i polimeri contenenti azoto (poliuretani, poliammidi, ABS, ecc.)
SO_2, H_2S, COS, CS_2	lana, tutti i polimeri contenenti solfo (polisolfoni, gomma vulganizzata, ecc.)
HCl, HF, HBr	PVC, Teflon, tutti i polimeri contenenti ritardanti di fiamma alogenati
Alcani, alcheni	Poliolefine
Benzene	Polistirene, PVC, poliesteri, ecc.
Fenolo, aldeidi	resine fenoliche
Acroleina	carta, legno
Formaldeide	Poliacetali
Acido formico, acido acetico	fibre cellulosiche

TABELLA 2.
Composizione della miscela dei prodotti di combustione in aria di alcuni materiali polimerici organici [23]

Polimero	Prodotti di combustione (mg/g di polimero)									
	CO_2	CO	COS	SO_2	N_2O	NH_3	HCN	CH_4	C_2H_4	C_2H_2
Polietilene	502	195						65	187	10
Polistirene	590	207						7	16	6
Nylon- 6,6	563	194				4	26	39	82	7
Poli(acrilonitrile)	630	132					59	8		
Poliuretano	625	160					1	17	37	6
Poli(fenilensolfuro)	1892	219	3	451						
Resina epossidica	961	228					3	33	5	6
Policondensato urea formaldeide	980	80					22			
Resina melannica	702	190			27	136	59			
Legno di cedro	1397	66						2	1	

Condizioni di combustione: temperatura 700 °C; flusso di aria: 50 l/h.

bile; essa trattiene i soccorritori ed impedisce agli occupanti di un edificio in fiamme di adire le eventuali vie di salvezza. Se la temperatura dei gas supera i 150 °C il tempo medio di sopravvivenza è molto breve. Può essere interessante a questo proposito segnalare come, in molti rapporti dei vigili del fuoco, si sottolinei che gli incendi attuali siano molto più «caldi» di quelli di una volta [6] e pertanto, sotto questo solo aspetto, più pericolosi.

Una delle frequenti cause di morte in caso di incendio è quindi l'inspirazione di gas caldi. Dallo studio dei risultati di alcuni incendi sperimentati e dai risultati delle autopsie, nel caso di incendi reali, emerge come si possa raggiungere la massima temperatura consentita per la respirazione, oppure la concentrazione minima di ossigeno per la sopravvivenza, prima che i composti tossici raggiungano la loro concentrazione letale.

Tossicità dei gas di combustione

In Tabella 1 sono riportati, per le classi di materiali polimerici organici più rappresentative, i possibili composti tossici che possono formarsi nel corso della loro degradazione e combustione.

In Tabella 2 è riportata, per alcuni materiali polimerici, quella che è la miscela dei composti di combustione che si ottengono nelle ben precise condizioni sperimentali riportate in calce alla tabella stessa.

Dall'analisi delle Tabelle 1 e 2 emerge che, nella combustione di tutti i materiali polimerici organici, si formano sempre anidride carbonica (prodotto finale della combustione di una qualsiasi sostanza organica) e ossido di carbonio.

Anche se *l'anidride carbonica* (CO_2) non è da ritenersi tossica nel senso stretto della parola, tuttavia la sua presenza non va sottovalutata per due motivi. In primo luogo, in assenza di ventilazione, la formazione di un certo volume di CO_2 richiede lo stesso volume di ossigeno, e quindi essa è da ritenersi, sotto questo aspetto, la principale causa della diminuzione del tasso di ossigeno. In secondo luogo l'anidride carbonica accelera il ritmo respiratorio e quindi una maggior inspirazione di altri gas, per cui si possono raggiungere nell'organismo concentrazioni tossiche o letali che altrimenti si sarebbero verificate soltanto in seguito ad una esposizione più prolungata. Una concentrazione di CO_2 del 2% aumenta infatti il ritmo respiratorio del 50% ed una concentrazione intorno al 3% lo aumenta del 100%. Di per sé quindi l'anidride carbonica diminuisce i tempi di sopravvivenza [3].

Tra tutti i gas tossici che possono formarsi in un incendio, *l'ossido di carbonio* (CO) sta al primo posto per il numero di vittime (60% dei decessi) che esso provoca [7]. L'ossido di carbonio reagisce con l'emoglobina (Hb) con una velocità 200 volte maggiore di quella dell'ossigeno dando luogo alla formazione carbossiemoglobina (COHb). Siccome il processo inverso di decarbossilazione è, per contro, molto lento, si ha come risultato, l'anossia. La concentrazione dell'ossido di carbonio nell'atmosfera è minore di 10 ppm. Concentrazioni di CO fino a circa 100 ppm non sono pericolose, ma già a concentrazioni di circa 200 ppm può insorgere nausea, e a circa 300 ppm si ha anche mal di capo. Concentrazioni di CO di 1000 ppm (0,1%) provocano già una grave intossicazione e possono risultare letali; a 2000 ppm (0,2%) si ha la morte nel giro di 4 ÷ 5 ore; a 12.000 ppm (1,2%) (massima concentrazione per la sopravvivenza) una persona diventa priva di sensi dopo due o tre inspirazioni e può morire nel giro di 1 ÷ 3 minuti. Con 30 ppm di CO nell'ambiente la risultante concentrazione all'equilibrio di CO nel sangue è di circa il 5% dopo un'esposizione di 6 ÷ 8 ore. I primi sintomi di avvelenamento da ossido di carbonio si osservano quando la concentrazione ematica della COHb è del 10 ÷ 20%; se essa raggiunge il 30 ÷ 40% si ha nausea e cefalea con parziale perdita della memoria e del controllo muscolare. Non è nota la quantità esatta di COHb che può essere tollerata nell'organismo in quanto essa dipende dalle condizioni fisiche dei soggetti. Dai risultati degli esami tossicologici emerge tuttavia che almeno il 60% delle vittime di incendi avevano più del 50% della loro emoglobina trasformata in COHb [8].

La dose letale di ossido di carbonio è da ritenersi quella che trasforma il 60% dell'emoglobina ematica totale in COHb; se la trasformazione è del 50% si ha coma in soggetti sani, mentre livelli più bassi possono risultare fatali per soggetti non sani [9], anche se, molto probabilmente il fattore principale non è tanto la quantità di COHb che si è formata ma quella di CO che è diffusa nei tessuti [10].

L'ossido di carbonio arreca pure seri danni a lungo termine, quali diminuzione di memoria e disturbi psichici che insorgono in almeno il 30% degli intossicati sopravvissuti dopo circa tre anni [11] dal sinistro.

Dopo l'ossido di carbonio *l'acido cianidrico* (HCN) è senz'altro il più pericoloso e dannoso tra i prodotti di combustione. Esso può formarsi soltanto nella combustione di materiali organici contenenti azoto. È pericoloso già a concentrazioni di 100 ppm ed è risultato presente nel 34% delle vittime di incendio [8]. Anche se l'acido cianidrico è sempre accompagnato da elevate quantità di ossido di carbonio (v. Tabella 3), tuttavia già a bassi livelli può avere un effetto sinergico sulla tossicità di altri gas [12], contribuendo in questo caso nell'impedire a chi si trova coinvolto nell'incendio di tentare le vie di fuga.

Nella degradazione e combustione dei polimeri organici contenenti azoto, si formano pure ossido di azoto, biossido di azoto e ammoniaca. *L'ossido di azoto* (NO) agisce essenzialmente sul sistema nervoso centrale tramite la formazione di metaemoglobina, e si ossida spontaneamente in aria a *biossido di*

TABELLA 3.
Prodotti di combustione di materiali polimerici contenenti azoto [24].

Materiale	N%	Peso del campione (g)	Prodotti di combustione (g/g materiale) HCN	CO	CO_2	Residuo
Poliuretano (schiuma rigida)	4.5-5.2	400	0.008	0.21	1.40	0.12
		1200	0.008	0.16	0.47	0.12
		2000	0.008	0.20	0.32	0.12
Nylon	12.4	400	0.070	0.38	1.42	0
		1200	0.022	0.28	0.44	0
		2000	0.020	0.10	0.29	0
Lana	14-17	400	0.054	0.18	1.26	0.15
		1600	0.027	0.11	0.30	0.17
		2400	0.018	0.12	0.25	0.15
Fibra acrilica	26.4	400	0.095	0.17	1.46	0.19
		1200	0.13	0.15	0.44	0.19
		2000	0.19	0.11	0.17	0.15
Resina urea-formaldeide (schiuma)	> 30	400	0.015	0.0041	1.35	0.10
		1200	0.023	0.0032	0.50	0.15
		2000	0.042	0.0068	0.40	0.18

azoto (NO_2) che è circa 5 volte più tossico. Questo si forma nella combustione della maggior parte dei polimeri contenenti azoto, quali ad esempio nitrocellulosa, cellofane, ed in quella della lana e del cuoio, ed è letale già a concentrazioni di circa 150 ppm [13]. Siccome il biossido di azoto agisce anche come anestetizzante della gola il suo effetto tossico viene molte volte spostato nel tempo e la morte può intervenire anche ore o giorni dopo l'esposizione anche se, al momento, non erano stati notati disturbi. Gli ossidi di azoto, di cui è noto il sinergismo con l'ossido di carbonio, sono stati i responsabili, insieme a quest'ultimo, della morte di ben 125 persone nell'incendio del deposito di pellicole radiografiche a base di nitrocellulosa in un ospedale di Cleveland (USA) nel 1929.

L'ammoniaca (NH_3), fortemente irritante a concentrazioni di gran lunga inferiori a quelle letali, a concentrazioni che vanno dallo 0,5% all'1%, in seguito ad una esposizione di circa 30 minuti, può produrre gravi danni essendo caustica.

Composti gassosi solforati traggono origine dalla combustione di alcuni polimeri organici contenenti solfo. *L'anidride solforosa* (SO_2), già irritante a livelli molto bassi, produce effetti dannosi a concentrazioni di circa lo 0,5% dopo 5 minuti di esposizione, e fa aumentare la morbilità e la mortalità in particolare nel caso di individui che soffrono di disturbi polmonari o cardiaci [14].

L'idrogeno solforato (H_2S) è rapidamente fatale a concentrazioni dello 0,1%, valore di ben sei ordini di grandezza superiore a quello (10^{-3} ppm) della concentrazione alla quale se ne percepisce l'odore. Nella combustione di alcuni polimeri contenenti solfo, in particolare la lana, è stata osservata la formazione di *solfuro di carbonile*, (COS), la cui concentrazione limite viene ritenuta essere di circa 0,15 ppm.

I polimeri contenenti alogeni, ed in particolare il poli(cloruro di vinile), nella fase di degradazione, danno luogo alla formazione di acidi alogenidrici altamente tossici e corrosivi.

Alcani e alcheni sono in genere relativamente non tossici, mentre gli idrocarburi aromatici, in particolare il benzene, sono carcinogeni.

Le aldeidi provocano edemi polmonari, e tra esse la più tossica è l'acroleina che si forma nella decomposizione di materiali cellulosici quali il legno e la carta.

Oltre a quelli elencati possono essere presenti tra i prodotti di combustione altri numerosi composti tossici, che provengono da additivi, riempitivi, ritardanti di fiamma, pigmenti, plastificanti, ecc., presenti nel materiale.

Effetto dei fumi

Quando un materiale polimerico (sia esso naturale o sintetico) «brucia» non si ha soltanto la forma-

zione dei prodotti della sua degradazione termica e dei prodotti di combustione totale o parziale di questi ultimi, ma anche una cospicua emissione di fumi.

Il termine fumo sta ad indicare un sistema disperso in cui la fase disperdente è un gas e la fase dispersa è un ammasso di particelle (liquide e/o solide), singolarmente invisibili ad occhio nudo, che è opaco sia per effetto della diffusione che per effetto dell'assorbimento della luce visibile. Più strettamente correlato al fenomeno della combustione, il fumo può essere definito [15] un coacervo di prodotti gassosi (proveniente dal materiale che *brucia*) in cui sono disperse minute particelle di liquido o di solido. È ovvia la distinzione tra gas di combustione e fumo visibile, cioè in grado di ridurre fortemente la visibilità a causa delle particelle di solido (o di liquido) in esso sospese.

In genere si ritiene che il fumo derivi da combustioni incomplete, fatto quest'ultimo che, nella realtà, è la regola. Pertanto nel fumo le particelle liquide possono essere costituite, oltre che da acqua (l'acqua è sempre presente quale prodotto finale di combustione di una qualsiasi sostanza organica, polimeri compresi), da piccole molecole, provenienti dalla degradazione termica del materiale o dai prodotti di ossidazione parziale di queste ultime, mentre le particelle solide potranno essere particelle carboniose (in prevalenza), ceneri, ossidi minerali, ecc.

Per quanto concerne la formazione delle particelle carboniose è stato dimostrato che, all'interno della fiamma, molecole di acetilene, che si formano per pirolisi dei composti organici (alcani, alcheni, aromatici, ecc., provenienti dalla degradazione del materiale polimerico) che alimentano la fiamma, polimerizzano e si deidrogenano formando particelle carboniose o, se si preferisce, fuliggine [16].

Non è questo sicuramente il luogo per una analisi dettagliata dei processi per cui si ha formazione di fuliggine. Va tuttavia precisato che essi sono competitivi con l'ossidazione a ossidi di carbonio, per cui in atmosfera ricca di ossigeno la quantità di fuliggine risulta minore; che la presenza di alogeni favorisce la formazione di fuliggine, tramite reazioni di deidroalogenazione, che portano alla formazione di olefine e di strutture polieniche, come nel caso del poli(cloruro vinile); che, a parità di condizioni, la quantità di fumo che si forma dipende dalla natura dei prodotti di degradazione e quindi dal materiale polimerico; che, a parità di materiale, la produzione di fumi dipende dalla temperatura, dalla velocità di riscaldamento e dall'atmosfera in cui hanno luogo i processi che sono alla base della loro formazione.

I pericoli che derivano dal fumo sono costituiti dalla loro opacità, che riduce la visibilità e pertanto ostacola l'evacuazione dalla zona di pericolo e l'intervento dei soccorritori, e dalla loro tossicità dovuta alla fase gassosa disperdente, che può provocare effetti a breve o brevissimo termine sulle persone, rendendole incapaci di tentare le vie di fuga, o effetti a lungo termine che possono condurre alla morte anche dopo parecchi giorni dall'esposizione. Sempre a causa della loro opacità e del loro alto potere irritante, i fumi contribuiscono ad aumentare il panico, con tutti gli effetti che ne conseguono.

È molto difficile stabilire quale sia la visibilità minima alla quale una persona riesce ancora a muoversi correttamente, in quanto molti sono i fattori, anche di tipo soggettivo, da pesare, ma si può considerare che un assorbimento della luce maggiore dell'80% attraverso uno spessore di 15 metri, oppure la non visibilità di una lampada di emergenza da 40 Watts a 4 metri possono essere i valori limite.

Nei primi stadi di un incendio, il fumo, in genere, non contiene prodotti tossici in concentrazione tale da essere letali, e del pari può raggiungere, in una determinata zona, livelli tali da essere inaccettabili prima che la temperatura diventi tale. Tuttavia il fumo, per le sue proprietà irritanti e per la mancanza di visibilità che provoca, intrappola gli occupanti dell'edificio che, se non sono prontamente evacuati, potranno perire, uccisi dai gas tossici e dal calore che entro breve tempo dalla comparsa del fumo, faranno sentire i loro catastrofici effetti.

CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI POLIMERICI SULLA BASE DELLA TOSSICITÀ DEI LORO PRODOTTI DI COMBUSTIONE

Al fine di una classificazione dei materiali polimerici sulla base della tossicità (qualità e quantità) dei loro prodotti di combustione, sono necessarie alcune considerazioni preliminari circa la pericolosità nelle varie fasi di un incendio e nelle zone adiacenti al luogo dove esso si è sviluppato.

Le fasi di un incendio da prendere in considerazione sono l'innesco, la propagazione, la fase di incendio divampante e l'estinzione.

Nella fase di innesco, e in parte in quella di propagazione, i gas prodotti sono relativamente freddi sia per il fatto che la temperatura di degradazione, in genere, non è molto elevata (500 ÷ 600 °C), sia per la diluizione con aria fresca. Predominano in questa fase i prodotti della degradazione ossidativa del materiale, che sono pericolosi per la loro natura e, soltanto in subordine, per la loro temperatura che, generalmente, è inferiore, per un tempo relativamente lungo (circa 15-30 minuti) e tale da permettere la fuga, a quella massima tollerata (70-80 °C).

Tra la fine della fase di propagazione ed in quella di incendio divampante si ha la presenza di fiamma e di gas molto caldi costituiti da molecole semplici (CO, CO_2, H_2O, HCN, ossidi di azoto, NH_3, SO_2, ecc.) che derivano dalla combustione completa dei prodotti di degradazione. La temperatura di questi

gas è molto elevata in prossimità della fiamma ed è di per sé letale.

Nella fase di estinzione la temperatura si abbassa nuovamente e si possono pertanto ancora formare o prodotti di degradazione o di parziale combustione, come nella fase di innesco.

Nelle zone molto prossime a quella in cui si è sviluppato l'incendio, la tossicità dei gas ha la massima rilevanza soltanto nella fase iniziale di esso; nelle altre fasi l'elevata temperatura e la mancanza di ossigeno saranno i fattori responsabili dei decessi. Nelle zone adiacenti o lontane da quella dell'incendio, ma con essa comunicanti, è di primaria importanza la natura e la tossicità dei gas, in quanto essi sono relativamente freddi e quindi non letali per la loro temperatura, ma si deve pure considerare la diminuzione della quantità di ossigeno e la formazione di particelle solide (carboniose e non) il cui effetto fisiologico è noto anche se non in modo quantitativo.

Nel valutare la pericolosità dei gas di combustione occorre poi tener conto di altri fattori oltre la loro tossicità. Infatti se un gas tossico è anche irritante (ad esempio l'acido cloridrico nella combustione del PVC, l'anidride solforosa, gli ossidi di azoto, l'acroleina, ecc.) oppure se è anche dotato di forte odore (ad esempio l'acido solfidrico) esso obbliga le persone a fuggire (ammesso che ne abbiano la possibilità) prima di provocare seri danni. Questo è uno dei motivi per cui l'ossido di carbonio, che si forma nella combustione di tutti i materiali polimerici organici, siano essi naturali o sintetici, è responsabile della maggior parte dei decessi in quanto, essendo fortemente tossico ma inodoro, incoloro ed insaporo, uccide prima che ci si renda conto del pericolo.

È ovvio che pensare di mettere a punto metodi intesi a valutare la maggiore o minore pericolosità di un materiale polimerico e che tengano conto di tutti i i fattori cui si è fatto cenno non è cosa facile, tenendo ancora presente che, se è facile ottenere dati riproducibili in laboratorio, in quanto si lavora in condizioni esattamente controllate, che però non riproducono la realtà dell'incendio, altrettanto non lo è nel caso di un evento che decorre in modo del tutto incontrollato e incontrollabile quale un incendio.

I metodi messi a punto per valutare la tossicità dei prodotti di combustione si basano essenzialmente sullo studio del comportamento di animali (in genere ratti o conigli) sottoposti all'azione dei fumi in condizioni però ben diverse da quelle di un incendio reale. L'analisi chimica, non è sufficiente a risolvere da sola il problema, data la complessività dei fenomeni, ma costituisce un complemento all'indagine tossicologica, che fornisce indicazioni circa la tossicità complessiva che deriva dal materiale,

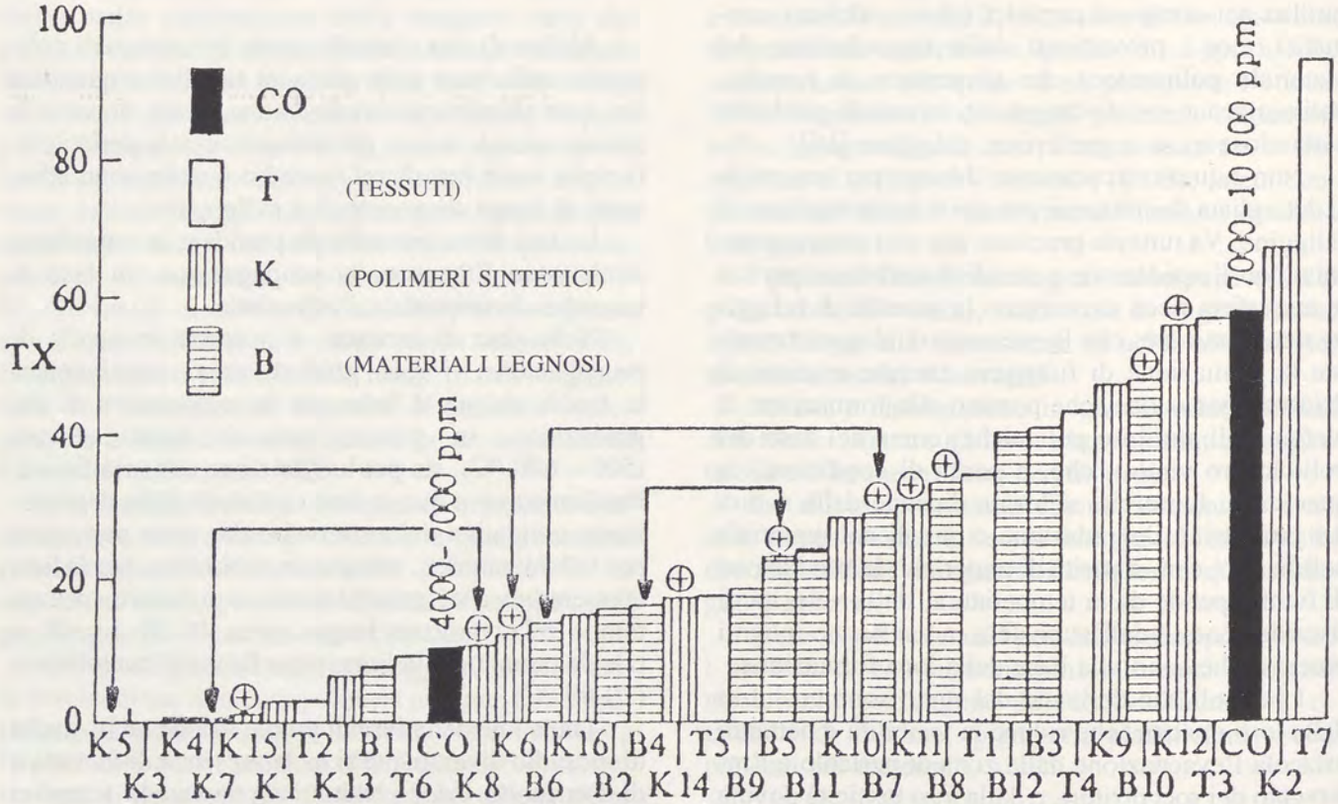


Fig. 2 - Classificazione dei materiali polimerici di Tabella 4 secondo il loro indice di tossicità, TX [20, 21].
⊕ Materiali addizionati con ritardanti di fiamma.

TABELLA 4.
Chiave di lettura della figura 2.
B = materiali legnosi; K = materiali polimerici sintetici; T = tessuti (naturali e sintetici);
s = spessore del provino (mm); d = densità (kg/m³)

B1 Faggio.

B2 Pioppo.

B3 Abete rosso (s = 18; d = 460).

B4 Compensato di pioppo (s = 5 ÷ 6; d = 450).

B5 Compensato di pioppo impregnato con ritardanti di fiamma (s = 5 ÷ 6; d = 550).

B6 Compensato di legno tropicale leggero (s = 18; d = 460).

B7 Compensato di legno tropicale leggero impregnato con ritardanti di fiamma (s = 21; d = 500).

B8 Pannello in fibre di legno, incollate con resina urea-formaldeide, impregnato con ritardanti di fiamma, impiallicciato quercia (s = 18; d = 610).

B9 Pannello in fibre di legno, incollate con resina urea-formaldeide, ricoperto con foglio di amianto (1 ÷ 2 mm) (incollato con resina urea-formaldeide) (s = 18; d = 600).

B10 Pannello in fibre di legno, incollate con resina urea-formaldeide, impregnato con ritardanti di fiamma e ricoperto con un foglio di carta (incollato con resina urea-formaldeide) (s = 18; d = 600).

B11 Pannello in fibre di abete rosso (s = 18; d = 460) ricoperto con uno strato (~ 100 μm) di vernice a base di cellulosa-acetobutirrato.

B12 Pannello in fibre di abete rosso (s = 18; d = 460) ricoperto con uno strato (~ 100 μm) di vernice a base di resine alchidiche.

K1 PVC rigido (s = 2,8; d = 1400).

K2 PVC plasticato per cavi elettrici (s = 3.5; d = 1400).

K3 PVC flessibile per rivestimento murale (350 g/m²) su feltro di amianto (800 g/m²) (s = 1).

K4 PVC espanso con riempitivi per pavimentazione (1900 g/m²) su feltro di amianto (600 g/m²) (s = 2).

K5 Poliestere rinforzato con fibre di vetro (s = 1.4; d = 1312).

K6 Poliestere rinforzato con fibre di vetro «autoestinguente» (s = 1.6; d = 1312).

K7 Poliestere in lastra (s = 5; d = 1610).

K8 Poliestere in lastra con carica minerale e additivi ritardanti di fiamma (s = 5; d = 1615).

K9 Polietilene in lastra (s = 2.9; d = 862).

K10 Polietilene in lastra (s = 2.7; d = 926).

K11 Tubo di polietilene addizionato di ritardanti di fiamma.

K12 Polistirene in lastra addizionato di ritardanti di fiamma.

K13 AES in lastra (s = 1.6; d = 1140).

K14 Poliuretano schiuma rigida «autoestinguente» rivestita con amianto su entrambi i lati (s = 30; d = 33).

K15 Imbottitura per materasso in poliestere espanso flessibile addizionato di ritardanti di fiamma (s = 62; d = 24).

K16 Lastra in poliisocianurato espanso rigido rivestito con carta «Kraft» su ambedue i lati (s = 25; d = 35).

T1 Lana.

T2 Tappeto in polipropilene (600 g/m²) su gomma (930 g/m²).

T3 Tappeto in poliammide-poliestere (500 g/m²) su schiuma sintetica (750 g/m²).

T4 Tappezzeria 100% tessuto di lino (~ 325 g/m²).

T5 Tappezzeria 100% tessuto di lino (~ 325 g/m²) ricoperta con resina acrilica su un lato.

T6 Tessuto per arredamento 100% in fluorofibra tipo «clevyl» (~ 325 g/m²).

T7 Tessuto per arredamento 100% acrilico (~ 270 g/m²).

in quanto permette di individuare i componenti più pericolosi presenti nei gas di combustione sperimentali.

I dati che si ottengono dalle indagini tossicologiche su animali permettono di ricavare, a seconda del punto di fine prova che si prende in considerazione, dati che possono essere indicativi del tempo a disposizione di una persona per fuggire prima di essere resa incosciente, nonché dati che possono essere correlati alla dose mortale o alla concentrazione mortale.

Lo studio degli effetti tossicologici del fuoco

iniziò al fine di stabilire quali erano i fattori da prendere in considerazione e le misure da adottare per ridurre i rischi [17], quando le predominanti cause di morte negli incendi risultavano essere l'ossido di carbonio e la deficienza di ossigeno. La constatazione [18] che un certo osservato grado di intossicazione, non era prevedibile sulla base della sola anossia, richiedeva di tentare di identificare la causa di questo particolare effetto quale, ad esempio, una irritazione necrotizzante del polmone, anche se i risultati delle indagini tossicologiche svolte a questo fine confermano che l'ossido di carbonio è il solo o il principale agente altamente tossico che si forma nella combustione di tutti i materiali polimerici [19].

È noto, ad esempio, che l'acido cianidrico, che si forma nella degradazione di polimeri contenenti azoto, quali il poli(acrilonitrile), le schiume poliuretaniche, il nylon e la lana (v. Tabella 3) dà luogo a debilitazione di gran lunga superiore a quella derivante dall'anossia provocata dall'ossido di carbonio. È pertanto interessante determinare le velocità di formazione di coppie di gas tossici, ad esempio ossido di carbonio e acido cianidrico, e studiarne le interazioni. Infatti se uno dei due tossici viene pro-

TABELLA 5.
Valori relativi di tossicità dei prodotti di combustione di materiali polimerici ottenuti mediante il forno orizzontale di Lindberg [25].

Materiale polimerico	Tempo di esposizione per la morte (min.)	Tempo di esposizione per l'incapacità motoria (min.)
Fibra modacrilica/Rayon (70/30)	4.54 ± 1.00	3.74 ± 0.23
Lana	7.60 ± 2.90	5.45 ± 1.77
Seta	8.94 ± 0.01	5.84 ± 0.12
Cuoio	10.22 ± 1.72	8.16 ± 0.69
Quercia rossa	11.50 ± 0.71	9.09 ± 1.00
Polipropilene	12.98 ± 0.52	10.75 ± 0.18
Poliestere (tessuto)	13.30 ± 1.95	8.85 ± 3.25
Poliammide aromatica	13.50 ± 0.98	11.79 ± 1.71
Poliuretano (schiuma rigida)	14.05 ± 0.60	11.23 ± 0.50
ABS	14.48 ± 1.59	10.58 ± 1.32
Douglas	14.76 ± 0.90	11.79 ± 0.90
Cotone	15.10 ± 3.03	9.18 ± 3.61
Poli(metacrilato di metile)	15.58 ± 0.23	12.61 ± 0.06
Poli(arilsulfone)	15.72 ± 1.40	10.61 ± 1.33
Gomma nitrile	15.85 ± 0.97	9.50 ± 0.16
Poli(fluoruro di vinilidene)	15.86 ± 2.74	6.50 ± 0.11
Nylon-6,6	16.34 ± 0.85	14.01 ± 0.13
Poliuretano (schiuma flessibile)	16.60 ± 1.14	10.21 ± 0.86
Poli(cloruro di vinile)	16.84 ± 0.93	12.69 ± 2.84
Resina fenolica	18.81 ± 4.84	12.92 ± 3.22
Polietilene	19.84 ± 0.29	8.86 ± 0.80
Poli(fluoruro di vinile)	20.50 ± 2.05	16.94 ± 2.39
Gomma naturale	22.13 ± 1.73	15.35 ± 4.32
Policarbonato	23.04 ± 5.25	16.02 ± 1.86
Copolimero Stirene-Butadiene	24.11 ± 2.08	15.73 ± 6.25
Polistirene	26.16 ± 0.12	19.04 ± 0.39
Polietilene clorurato	27.35 ± 4.21	11.11 ± 6.21

TABELLA 6.
Densità ottica specifica dei fumi (D_s) (metodo NBS) e tempo di oscuramento (t_o) per alcuni materiali polimerici [26].
(CF = con fiamma; SF = senza fiamma).

Materiale	Spessore (mm)	D_S		t_O (min.)	
		CF	SF	CF	SF
Quercia rossa	6	76	395	8.0	4.1
Noce	6	91	460	7.5	3.4
Quercia bianca	6	107	420	6.6	3.5
Abete bianco	6	155	325	2.7	2.3
Sequoia	6	133	260	2.5	2.7
Douglas	6	156	380	4.6	2.1
Polietilene	6	150	470	4.0	5.5
Polipropilene (tappeto)	5	110	456	1.7	2.3
Polietilene clorurato (schiuma)	25	32	22	0.8	5.3
Teflon	6	55	0	11.0	—
Poli(cloruro di vinile)	6	535	470	0.6	2.1
Tessuto modacrilico	0.6	79	54	0.5	0.5
Polistirene	6	660	372	1.3	7.3
ABS	1	660	71	0.6	4.8
Resina acrilica	6	107	156	2.6	9.2
Poliacrilonitrile (tappeto)	8	159	319	0.6	1.5
Acetato di cellulosa	6	49	434	5.0	2.7
Nylon (tappeto)	8	269	320	1.8	2.8
Policarbonato	3	174	12	2.1	—
Resina fenolica (schiuma)	25	5	14	—	—
Poliestere rinforzato	4	395	350	1.2	4.9
Poliuretano (schiuma flessibile)	13	20	156	0.5	0.5
Gomma naturale (schiuma)	19	660	236	0.1	0.9
Lana (tessuto)	0.6	16	60	7.3	1.2

Il tempo di oscuramento è definito come il tempo di formazione di fumi di opacità tale da oscurare la vista ed impedire la fuga.

dotto per primo in quantità rilevanti, ed ha una azione così rapida da portare alla fine della prova tossicologica prima che l'altro gas tossico compaia, la presenza di quest'ultimo, o di eventuali altri gas tossici, diventa ovviamente del tutto irrilevante.

Il fatto che il gas tossico che si forma per primo possa avere un'azione sinergizzante su quelli che si formano in seguito, e quindi ne aumenti di parecchio la tossicità, porta alla necessità di determinare gli effetti tossici specifici di ciascuno dei prodotti, al fine di mettere in evidenza quali sono i principali composti tossici che si formano nella combustione di ogni materiale polimerico.

Un metodo che permette di raffrontare la tossicità che deriva da vari materiali polimerici è quello di Herpol e Vandevelde [20, 21], per mezzo del quale si calcola, dalla variazione della velocità della mortalità in funzione del tempo, un indice di tossicità biologica. In figura 2, è riportato un certo numero di materiali polimerici classificati a seconda del loro indice di tossicità biologica.

Da un sommario esame della figura 2 (in Tabella

4 è riportata la chiave di lettura) si nota immediatamente come la presenza di ritardanti di fiamma faccia aumentare consistentemente il valore dell'indice di tossicità biologica, sia che si tratti di materiali di origine naturale che di sintesi. Questo è senz'altro da ascrivere al fatto che i ritardanti di fiamma, sia che agiscano nella fase condensata, ritardando i processi di degradazione termica, sia che la loro azione sia quella di avvelenare la fiamma, non riduce minimamente la quantità dei fumi, anzi, in molti casi, l'aumenta. Va poi ancora tenuto conto che i ritardandi di fiamma più in uso, costituiti per lo più da composti contenenti nella loro molecola cloro, bromo, e, in alcuni casi, azoto, sottostanno a loro volta a processi di degradazione e di combustione che danno luogo alla formazione di altri composti che sono più tossici di quelli che risulterebbero dalla decomposizione e/o combustione del materiale non trattato [22].

Dall'esame di figura 2 si rileva ancora come materiali polimerici naturali quali lana, lino e legno di abete rosso, il cui uso si perde nella notte dei tempi e che sono considerati accettabili in ambienti residenziali, risultino avere indice di tossicità biologica confrontabile o superiore a quello di molti materiali polimerici sintetici.

Alla stessa conclusione si giunge dall'esame dei dati di Tabella 5 ottenuti con il forno tubolare orizzontale di Lindberg sviluppato dalla NASA. Questo metodo permette di determinare i tempi necessari per giungere alla morte ed a diversi tipi di incapacità motoria per effetto dei gas che si formano in ben precise condizioni sperimentali. Anche in questo caso vediamo che la lana, seta, cuoio e legno di quercia rossa risultano dare luogo, per riscaldamento e/o combustione, a miscele di gas la cui tossicità è di molto più elevata di quella dei più comuni materiali polimerici di sintesi.

Pur non essendo i dati di figura 2 e di Tabella 5 confrontabili tra di loro, in quanto ottenuti con metodiche ed in condizioni sperimentali diverse, tuttavia emerge che, in caso di incendio, il materiale che presenta maggior pericolo, per quanto concerne la tossicità, sono i tessuti in fibra acrilica. Questo è senza dubbio da ascriversi alla elevata quantità di acido cianidrico (v. Tabella 3) che da essi può formarsi.

In Tabella 6 sono riportate le densità ottiche specifiche, ottenute con il metodo NBS, dei fumi che si originano dalla degradazione e/o combustione di un certo numero di materiali polimerici naturali e sintetici, nonché i valori del «tempo di oscuramento», definito come il tempo (in minuti) necessario per la formazione di fumi così opachi da ridurre la visibilità ad un punto tale da impedire di trovare una via di fuga. Come si vede dall'esame di Tabella 6, l'opacità dei fumi è maggiore, e quindi il tempo di oscuramento è minore, se il processo ha luogo senza la formazione di fiamma. Non va dimenticato che nel valutare il pericolo provocato dal fumo non si deve tenere conto soltanto della sua opacità, ma anche degli effetti tossici ed irritanti (ad esempio abbondante lacrimazione, tosse, ecc.), che esso ha.

CONCLUSIONI

Come abbiamo visto, tutti i materiali polimerici organici possono «bruciare», se opportunamente innescati, con formazione di molecole più o meno complesse aventi effetti tossici sull'organismo, con sviluppo di fiamma e di calore e con formazione di fumi, e, siccome sarebbe impensabile la drastica soluzione di bandire totalmente i materiali polimerici organici dagli edifici civili e impiegare soltanto materiali realmente incombustibili, il che significherebbe, ad esempio usare per porte ed infissi, anziché il legno, l'acciaio o il vetro, usare una lastra di pietra in luogo del materasso, poltrone in calcestruzzo anziché in tessuti pregiati e via dicendo, è necessario trovare un approccio alternativo al problema.

Non è questo il luogo per tentare di suggerire soluzioni, ma è fuori dubbio che una migliore conoscenza di questi materiali e dei rischi ad essi connessi (quello della loro tossicità è uno dei tanti) ed una più corretta informazione (ad esempio a quali equivoci portano dizioni quali *resistente al fuoco, ininfiammabile*, ecc., largamente usati nei fogli pubblicitari) debbano integrarsi con idonee concezioni architettoniche e con misure di prevenzione e di protezione finalizzate ad un miglioramento della sicurezza negli edifici civili.

BIBLIOGRAFIA

[1] P. Croce, H. Hemmons, *The Large-Scale Bedroom Fire Test*, July 11, 1973, «Factory Mutual Serial» No. 21011.4, RC 74-T-31, Factory Mutual Research Corporation, Norwood, Mass., luglio 1974.

[2] P. Croce, *A study of Room Fire Development. The Second Full-Scale Bedroom Fire Test of the Home Fire Project*, July 24, 1974, «Factory Mutual Serial» No. 21011.4, RC 74-T-31, Factory Mutual Research Corporation, Norwood, Mass., giugno 1975.

[3] F.L. Rodney, H.A. Collins, J. Combust, «Toxicol.», *6*, 208 (1979).

[4] T.L. Junod, NASA, «Tech. Note», TN-D 8338.

[5] J.P. Bull, J.C. Lawrence, «Fire Mater.», *3*, 100 (1979).

[6] V. ad esempio S.D. Christian, *Proc. Interflam. '79*, Guildford, March 1979, Heyden, Londra (1979), pag. 11.

[7] M.M. Birky e collab., *Proc. Interflam. '79*, Guildford, March 1979, Heyden, Londra (1979), pag. 59.

[8] M.M. Birky e collab., «Fire Mater.», *3*, 211 (1979).

[9] C.A. Birch, *Emegencies in medical practice*, Churchill Livingston, Londra, 1971.

[10] R.A.M. Myers, R.A. Cowley, J. Combust, «Toxicol.», *6*, 86 (1979).

[11] J.S. Smith, S. Brandon, «Brit. Med. J.», *1*, 318 (1973).
[12] W.A. Harland, R.A. Anderson, *Proc. Interflam. '79*, Guildford, March 1979, Heyden, Londra 1979, pag. 66.
[13] V *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*, 1977.
[14] P.J. Lawther e collab., «Thorax», *25*, 525 (1970); R.E. Waller, *Proc. Int. Symp. on Sulphur Emission and the Environment*, Londra, May 1979, Soc. Chem. Ind., Londra, 1979.
[15] C.J. Hilado, «J. Fire Flammability», *1*, 217 (1970).
[16] J.H. Knox, R.G.W. Norrish, «J. Chem. Soc.», 1447 (1952); G. Porter, *Combustion Researches and Reviews*, Butterworth Publishing Co., Londra (1955); U. Bonne, K.H. Homann, H.G. Wagner, *Symp. (Int.) Combust.*, *10*, 503 (1965); «Proc. Royal Soc. Londra», 307 (A) 141 (1968).
[17] J.A. Zapp, *The Toxicity of Fire*, Spec. Rep. No. 4 (AT 1-1-4-487), Chemical Corps Army Chemical Centre, Maryland, Medical Division, 1951.
[18] I.N. Einhorn e collab., «U.S. Nat. Sci. Found. Rep.», NSF-RA-E-75-141 (1975).
[19] C.J. Hilado, J. Combust, «Toxicol.», *6*, 177 (1979).
[20] C. Herpol, P. Vandevelde, «Fire Mater.», *2*, 7 (1978).
[21] C. Herpol, «Fire Mater.», *4*, 127 (1980).
[22] J.H. Petajan e collab., «Scienze», *187*, 42 (1975).
[23] T. Morimoto e collab., «J. Appl. Polymer Sci.», *20*, 1967 (1976).
[24] K. Sumi, Y. Tsuchiya, «J. Fire Flammability», *4*, 15 (1973).
[25] C.J. Hilado, H.J. Cumming, «Fire Mater», *2*, 141 (1978).
[26] C.J. Hilado, *Flammability Handbook for Plastics*, Technomic, Stamford, CT, (1969).

La certificabilità

Roberto VINCI (*)

CONCETTI FONDAMENTALI

Tutta la materia concernente il comportamento al fuoco dei materiali da costruzione si suddivide in tre filoni fondamentali, sulla scorta dell'orientamento dominante in tutti i principali organismi di legislazione e normazione, il più importante dei quali è senz'altro l'ISO/TC 92:
— resistenza al fuoco;
— reazione al fuoco;
— tossicità dei fumi.

La resistenza al fuoco riguarda gli elementi da costruzione portanti e non portanti e viene definita (1) come «*l'attitudine di un elemento da costruzione (componente o struttura) a conservare, durante un periodo determinato, la stabilità, la tenuta e/o l'isolamento termico richiesti*», specificati nelle norme concernenti le prove di resistenza al fuoco di cui alla norma UNI 7678.

La reazione al fuoco riguarda esclusivamente i materiali e viene definita (1) come il «*grado di partecipazione di un materiale combustibile a un fuoco al quale è sottoposto*».

La tossicità dei fumi costituisce in sostanza un parametro della reazione al fuoco, ma poiché coinvolge conoscenze e studi di carattere medico-biologico oltreché chimico ed ingegneristico, essa viene trattata come disciplina a parte.

(*) Architetto, Servizio Studi e Ricerche - Istituto Centrale per l'Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia (ICITE), organo del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR).

(1) Norma UNI 7677. *Prove al fuoco. Termini e definizioni.*

IL CONTROLLO DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI

Risulta sempre relativamente arduo impostare dei discorsi sul tema del *controllo*, ancorché riferito al settore edilizio e non inteso in senso lato in quanto, intorno a tale concetto esiste ancora una notevole serie di incomprensioni, di timori e di incertezze che forse sono tipiche dimostrazioni di una persistente immaturità del settore. Lo scopo del *controllo* non deve limitarsi a rilevare, a processo ultimato, gli errori commessi, in quanto tale fatto oltre a risultare antieconomico, non gli consentirebbe di contribuire ed incidere in maniera significativa durante tutte le fasi di trasformazione previste nel processo, a partire da quella progettuale e fino ad arrivare a quella manutentiva. Il controllo degli elementi da costruzione agli effetti della prevenzione incendi presenta tre diverse fasi:
— metodologia di prova;
— classificazione;
— prescrizioni d'impiego.

La metodologia di prova comprende le apparecchiature e le procedure che consentono di definire il comportamento al fuoco dei materiali, che come si è detto, presenta tre aspetti diversi: resistenza al fuoco, reazione al fuoco e tossicità dei fumi.

La classificazione costituisce la fase intermedia fra le prove e l'impiego e definisce il grado di pericolosità dei materiali, che sarà tanto più realistico quanto più le prove di laboratorio saranno capaci di rilevare il comportamento in caso di incendio reale.

Le prescrizioni d'impiego sono le specifiche che stabiliscono quali classi di materiali (basati unicamente sul comportamento al fuoco e non sulla loro

natura chimica) possono essere impiegate caso per caso, uso per uso.

METODOLOGIE DI PROVA

Resistenza al fuoco

La resistenza al fuoco di un elemento costruttivo è rappresentato dal tempo, espresso in minuti primi, di esposizione dell'elemento all'incendio convenzionale fino al raggiungimento dello stato limite di stabilità, tenuta ed isolamento. Esso si determina sui seguenti elementi costruttivi:

— elementi di chiusura verticali, esterni, portanti;
— elementi di chiusura verticali, interni, portanti;
— elementi di chiusura verticali, interni, non portanti;
— elementi verticali interni, non di chiusura, portanti;
— pilastri;
— solai;
— travi;
— coperture;

sottoponendoli alla prova di incendio convenzionale secondo la norma ISO 834 tradotta in UNI 7678 (2). La prova consiste essenzialmente nel sottoporre l'elemento costruttivo alla curva di riscaldamento che si ottiene all'interno di un forno, di cui l'elemento in prova costituisce una parete di chisura (parete oppure soffitto a seconda delle condizioni di prova) senza però essere investito direttamente dalle fiamme, che non devono toccare il campione.

Le dimensioni del forno devono essere tali da permettere l'esecuzione della prova su elementi da costruzione in grandezza naturale, con le seguenti dimensioni minime:

— muri e divisori: altezza 3 m, larghezza 3 m;
— solai appoggiati su due lati: luce 4 m, larghezza 2 m;
— solai appoggiati su quattro lati: luce 4 m, larghezza 3 m;
— travi: luce 4 m;
— pilastri: altezza 3 m.

L'elemento costruttivo viene sottoposto alla prova nelle condizioni in cui opera in esercizio, quindi se è un elemento portante sarà messo in prova sotto il carico per il quale è stato progettato. Durante la prova quindi il campione viene riscaldato nella maniera prescritta fino a che una qualsiasi delle condizioni richieste, cioè: capacità portante, isolamento termico, tenuta, non sia più soddisfatta. La fine della prova è perciò determinata da:

— incapacità dell'elemento in prova di continuare a sopportare il carico di prova (per gli elementi portanti);
— aumento della temperatura media della faccia non esposta di 140 °C oltre la temperatura iniziale; inoltre la temperatura massima in un punto non deve superare di 180 °C la temperatura iniziale;
— comparsa di fiamme sulla faccia non esposta oppure accensione di un batuffolo di cotone posto per 20 sec. a 20-30 cm da eventuali aperture della faccia non esposta;

quando compare uno qualsiasi di questi eventi si registra il tempo di prova che viene approssimato per difetto ad un valore della serie 15-30-60-90-120-150-180 min., e questo costituisce il tempo di resistenza.

Reazione al fuoco

La reazione al fuoco, di cui è data la definizione UNI come *grado di partecipazione di un materiale combustibile ad un fuoco al quale è sottoposto*, viene determinata per tutti i materiali di completamento degli edifici quali finiture di soffitti, pavimento e pareti, porte, finestre, rivestimenti decorativi, isolanti termici ed acustici, materiale elettrico, canalizzazioni e tubazioni, ecc. La metodologia di prova ufficiale per la determinazione al fuoco dei materiali è contenuta nella Circolare n. 12 ed è costituita da quattro metodi di prova, di cui si riporta di seguito una descrizione sommaria.

ISO/DIS 1182: Non combustibilità (3).

La prova viene eseguita in un tubo refrattario, circondato da resistenze elettriche riscaldanti e da un isolamento termico, costituito da polvere di ossido di magnesio; questo insieme costituisce il «forno». Alla base del tubo è sistemato un diffusore d'aria conico, con la funzione di regolare la circolazione d'aria nel tubo, mentre sulla parete superiore si trova uno schermo paravento.

Il provino è costituito da un cilindro di dimensioni:

— diametro: 45 (+ 0, – 2) mm;
— altezza: 50 (± 3) mm;
— volume: 80 (± 5) mm,

a cui sono attaccate due termocoppie: una che penetra lungo l'asse centrale (del provino) e l'altra che aderisce alla superficie esterna. Una terza termocoppia, detta del forno, si trova nell'intercapedine fra la superficie interna del forno e quella esterna del provino. Il portaprovino è costituito da un'ossatura cilindrica di filo di nichel-cromo e deve essere dotato di un dispositivo che ne permetta l'abbassamento o il sollevamento lungo l'asse del tubo.

Durante la prova, che dura 20 min., il provino è immerso nel forno, che viene mantenuto alla temperatura di 825 ± 25 °C, indicata dalla termocoppia del forno. Oltre a questa temperatura, si registrano, per

(2) *«Elementi costruttivi: Prove di resistenza al fuoco».*

(3) In sede ISO la norma, dopo aver superato la fase DIS, è rimasta operativa per 5 anni, ed ora è ancora in revisione presso il Comitato Tecnico 92.

tutto il periodo, anche le temperature del provino, interna ed esterna, e si rileva l'eventuale apparizione di fiamme, di cui si nota la durata.

Il campione supera la prova di non combustibilità quando si verificano le seguenti condizioni:
— le temperature del forno e del provino non superano di 50°C quella iniziale;
— la durata media delle fiamme non supera i 20 sec.;
— la perdita di massa media non supera il 50% della massa media originale.

Questa prova ha lo scopo di stabilire se un materiale contribuisce o no all'incendio. I suoi risultati forniscono informazioni che possono essere utilizzate per decidere se il materiale in questione può essere destinato senza rischio eccessivo a certi impieghi nelle costruzioni, per esempio nelle vie di accesso e di evacuazione. Il metodo mira a valutare la tendenza di detto materiale ad emettere nelle condizioni di prova un calore superiore ad un livello stabilito o ad emettere fiamme.

CSE-RF1/75A: *Reazione al fuoco dei materiali sospesi e suscettibili di essere investiti da una piccola fiamma su entrambe le facce.*

Questa sarebbe una tipica prova di accendibilità adattata in modo da valutare quattro parametri diversi:
— tempo di post-combustione;
— tempo di post-incandescenza;
— zona danneggiata;
— gocciolamento.

È utilizzabile per tutti i materiali che nella loro applicazione pratica sono sospesi verticalmente e possono essere investiti dalla fiamma su entrambe le facce, ad esempio: tendaggi, scenari teatrali, tendoni da circo, teloni per capannoni a struttura pneumatica, ecc. Il metodo fornisce un'indicazione orientativa sulla reazione al fuoco di un materiale nella fase iniziale di un incendio, sotto l'azione di una sorgente di ignizione di limitata entità.

L'apparecchiatura è costituita da una camera di combustione larga 70 cm, alta 80 cm e profonda 40 cm, con porte a vetri in modo da poter osservare l'interno. All'interno è sistemato un portaprovino a forma di «U» rovesciato, che alloggia un provino verticale, lungo 340 mm, largo 104 mm e di spessore proprio. Sul bordo inferiore del provino viene applicata per 12 secondi la fiamma di un bruciatore a gas, inclinato a 45°. Se il provino si accende, si registra il tempo di post-combustione (cioè di combustione dopo l'allontanamento della fiamma) ed il tempo di post-incandescenza (dopo che si è spenta la fiamma), si osserva se c'è il gocciolamento ed alla fine della prova si misura la zona danneggiata. Da questi dati si ricavano i livelli di comportamento secondo lo schema seguente:
— Tempo di post-combustione:
  - Livello 1: minore o uguale a 5 secondi;
  - Livello 2: maggiore di 5 secondi, ma minore o uguale a 60 secondi;
  - Livello 3: maggiore di 60 secondi.
— Tempo di post-incandescenza:
  - Livello 1: minore o uguale a 10 secondi;
  - Livello 2: maggiore di 10 secondi, ma minore o uguale a 60 secondi;
  - Livello 3: maggiore di 60 secondi.
— Zona danneggiata:
  - Livello 1: minore o uguale a 150 mm;
  - Livello 2: maggiore di 150 mm, ma minore o uguale a 200 mm;
  - Livello 3: maggiore di 200 mm.
— Gocciolamento:
  - Livello 1: assente o con eventuali gocce e/o parti distaccate spente al momento del contatto con il fondo della camera di combustione;
  - Livello 2: gocce e/o parti distaccate infiammate, ma spente entro 3 secondi;
  - Livello 3: gocce e/o parti distaccate infiammate per più di 3 secondi.

Se un materiale brucia completamente in un tempo inferiore od uguale a 17 secondi dall'inizio della prova (questo tempo comprende i 12 secondi d'innesco con la fiamma ed i 5 secondi di post-combustione), il suo comportamento viene attribuito all'ultima categoria. Quando il materiale brucia oltre i 10 minuti, si assume che la zona danneggiata sia di Livello 3. Gli altri parametri sono quelli rilevati nel corso della prova.

Moltiplicando i livelli attribuiti ai singoli parametri per i rispettivi fattori moltiplicativi come indicato sotto:
— tempo di post-combustione 2;
— tempo di post-incandescenza 1;
— zona danneggiata 2;
— gocciolamento 1;
e sommando fra loro i prodotti si ottiene la categoria del materiale in base al valore della somma dei livelli moltiplicati per il fattore moltiplicativo:
— 1ª Categoria: 6÷ 8;
— 2ª Categoria: 9÷ 12;
— 3ª Categoria: 13÷ 18;
— 4ª Categoria: 16÷ 18.

È bene qui ricordare che le categorie sono diverse dalle classi di reazione al fuoco, e quindi non sono da confondersi con loro. Infatti le classi si ottengono soltanto combinando i risultati di due prove cioè RF 1 ed RF 3 oppure RF 2 ed RF 3.

CSE-RF 2/75/A: *Reazioni al fuoco dei materiali che possono essere investiti da una piccola fiamma su una sola faccia.*

Questa norma è molto simile alla precedente e differisce soltanto per il modo di applicazione della fiamma, che avviene sulla faccia, anziché sul bordo inferiore e per la durata dell'accensione, che è di 30 sec. anziché di 12. Per il resto la procedura di prova e la rilevazione dei parametri è identica a quella del

CSE-RF1. Anche l'attribuzione dei livelli e delle categorie è identica. La prova è applicabile a materiali da rivestimento e per pavimenti, pareti e soffitti, serramenti, ecc., che possono essere investiti dalla fiamma da una sola faccia.

CSE-RF 3/77: *Reazione al fuoco dei materiali sottoposti all'azione di una fiamma in presenza di calore radiante.*

Il metodo CSE-RF 3/77 è una prova per misurare la velocità di propagazione della fiamma. È il risultato di un tentativo di adottare, come regolamento nazionale, una norma internazionale ancora nella sua fase sperimentale, cioè il DP 5658 *Spread of flame of buiding materials* dell'ISO/TC 92. Questa prova ha subìto in seno all'ISO varie vicissitudini ed ora sembra addirittura destinata all'abbandono. In Italia invece il metodo si è sviluppato con successo e costituisce la prova forse più significativa per la reazione al fuoco.

La prova fornisce un'indicazione orientativa sulla reazione al fuoco di un materiale in una fase dell'incendio successiva a quella iniziale. L'apparecchiatura di prova è costituita da un pannello radiante di dimensioni 300× 450 mm, riscaldato a gas ed operante alla temperatura di corpo nero di 750°C. Il campione in prova, di dimensioni 800× 155 mm× spessore proprio, può essere sistemato in tre posizioni diverse: pavimento, parete e soffitto. Nella posizione parete il piano del campione forma un angolo di 45° con quello del pannello radiante. In queste tre posizioni il provino riceve valori diversi di energia radiante. Oltre a ciò il campione è innescato per tutta la durata della prova, che non ha un termine fisso, da una fiamma pilota, che lo colpisce, in tutte le tre posizioni, nel primo tratto vicino al pannello radiante.

La prova consiste nell'osservare se, sotto l'azione combinata della radiazione e della fiamma, il provino si accende ed in caso affermativo si notano i tempi impiegati dal fronte di fiamma a propagarsi lungo il campione. Si determina così la velocità di propagazione della fiamma, che costituisce uno dei quattro parametri determinati. Gli altri sono: zona danneggiata, post-incandescenza e gocciolamento. Da questi parametri si ottengono le categorie, con la solita procedura, riportata qui di seguito, e la combinazione di questa categoria con una delle due precedenti (RF 1 oppure RF 2) darà la classe di reazione al fuoco del materiale.

Livello di comportamento dei materiali

— Velocità di propagazione della fiamma:
- Livello 1: velocità non misurabile, in quanto la fiamma non raggiunge i 150 mm (3° traguardo);
- Livello 2: velocità ≤ 30 mm/min.;
- Livello 3: velocità > 30 mm/min. Zona danneggiata;
- Livello 1: velocità ≤ 300 mm;
- Livello 2: 350 mm < velocità < 600 mm;
- Livello 3: velocità ≥ 650 mm;

— Post-incandescenza:
- Livello 1: post-incandescenza ≤ 180 sec.;
- Livello 2: 180 sec. ≤ post-incandescenza ≤ 360 sec.;
- Livello 3: post-incandescenza > 360 sec.;

— Gocciolamento:
- Livello 1: assente o con eventuali goccie e/o parti distaccate spente al momento del contatto con il piano di appoggio;
- Livello 2: gocce o parti incendiate che si spengono entro 3 sec. dal momento del contatto con il piano d'appoggio;
- Livello 3: gocce o parti che continuano a bruciare per più di 3 sec. dal momento del contatto con il piano d'appoggio.

Quando il materiale brucia oltre 60 min., si assume che la zona danneggiata sia di Livello 3. La velocità di propagazione della fiamma si calcola tra 100 mm e l'ultimo traguardo raggiunto dalla fiamma stessa. Il gocciolamento e l'incandescenza sono quelli già rilevati in precedenza. Nel caso in cui la velocità di propagazione della fiamma sia superiore o uguale a 200 mm/min. e la zona danneggiata sia maggiore o uguale di 650 mm il materiale si pone in ultima categoria.

Categorie

I livelli attribuiti ai singoli parametri vengono moltiplicati per i fattori correttivi indicati. I prodotti vengono sommati. Il risultato definisce la categoria del materiale secondo quanto espresso di seguito.

Parametri	Fatt. moltiplic. del livello
Velocità di propagazione della fiamma	2
Zona danneggiata	2
Post-incandescenza pavimento	0
Gocciolamento:	
parete	1
soffitto	2

Categorie	Somma dei livelli moltiplicativi per il «fattore moltiplicativo»		
	pavimento	parete	soffitto
1ª	5 - 7	6 - 8	7 - 9
2ª	8 - 10	9 - 12	10 - 13
3ª	11 - 13	16 - 18	18 - 21
4ª	14 - 15	16 - 18	18 - 21

L'ICITE è attrezzato per l'esecuzione di tutte le suddette prove relative alla reazione al fuoco, oltre che con camera NBS per l'analisi dell'opacità dei fumi.

Classificazione

— Classi di resistenza al fuoco.

Le classi di resistenza al fuoco sono rappresentate dal tempo, espresso in minuti primi, necessario per il raggiungimento dello stato limite da parte dell'elemento in prova. Le classi sono ancora quelle della Circolare 91, cioè: 15, 30, 45, 60, 90, 120 e 180. L'attribuzione di una classe avviene per difetto, nel senso che se, ad esempio, un elemento resiste alla prova fino a 58 minuti, gli verrà assegnata la classe 45 e non la 60, pur essendo molto vicino.

Nella nuova norma tecnica in preparazione presso il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici le classi sembrano destinate ad essere tra l'altro revisionate, con la scomparsa della classe 45 e l'aggiunta della classe 150.

— Classi di reazione al fuoco.

La classificazione dei materiali da costruzione in base alla loro reazione al fuoco appare a prima vista un poco complicata, ma l'esperienza finora acquisita ha dimostrato che essa corrisponde abbastanza bene al grado di pericolosità dei materiali in caso d'incendio.

Le varie classi si ottengono dalla combinazione dei risultati di due metodi, CSE-RF 1+F 3 oppure + CSE-RF 2+F 3, a seconda che il materiale sia suscettibile di essere investito dal fuoco su entrambe le facce oppure su una sola faccia.

Prescrizioni d'impiego

Le prescrizioni d'impiego costituiscono la parte più importante di una normativa antincendi, perché indicano, caso per caso, uso per uso, quali classi di materiali possono essere usate negli edifici, secondo la tipologia di questi ultimi, la forma, l'altezza, la distanza fra l'uno e l'altro, la destinazione, ecc.

Queste prescrizioni sono pubblicate in quasi tutti i Paesi più progrediti, in varie forme di semplicità e/o completezza, riportando insieme oppure separatamente la reazione e la resistenza. In alcuni Paesi anche le Associazioni di categoria pubblicano opuscoli con schematizzazioni delle prescrizioni di impiego, che risultano molto utili sia per i fornitori di materiali, che per gli acquirenti. In Italia purtroppo non si dispone ancora di queste norme applicative, ma i gruppi di lavoro costituiti dal Comitato Centrale Tecnico-Scientifico sono già all'opera per emanare almeno quelle urgenti.

Certificazione

Sia per la resistenza, che per la reazione al fuoco, il comportamento di strutture e materiali deve essere certificato da enti e laboratori legalmente riconosciuti. L'esame della legislazione e regolamentazione ora vigente non permette di dedurre chiaramente quali siano gli enti e i laboratori riconosciuti e riconoscibili, ma in pratica i comandi provinciali dei Vigili del Fuoco accettano per ora soltanto i certificati del Centro Studi ed Esperienze di Roma-Capannelle.

Tuttavia, con la Circolare n. 25 del 1° agosto 1983, e limitatamente a quanto previsto nel Decreto

Lo schema di classificazione è il seguente:

METODI DI PROVA CSE	CONDIZIONI DA SODDISFARE	CLASSE
* Non combustibilità	Condizioni descritte dall'ISO	0
* RF 3 RF 1 o RF 2	Cat. 1 Cat. 1	1
* RF 3 RF 1 o RF 2	Cat. 2 o 1 Cat. 1 o 2	2
* RF 3 RF 1 o RF 2	Cat. 3 o 2 o 1 o 3 o 2 Cat. 2 o 3 o 3 o 1 o 2	3
* RF 3 RF 1 o RF 2	Cat. 4 o 3 o 3 o 4 o 2 o 4 o 1 Cat. 3 o 4 o 3 o 2 o 4 o 1 o 4	4
* RF 3 RF 1 o RF 2	Cat. 4 Cat. 4	5

Interministeriale 6 luglio 1983 ([4]), il Ministero dell'Interno ha sancito che, ai sensi dell'art. 18 del D.P.R. n. 577/82 e sulla scorta delle indicazioni e delle intese intercorse con il CNR, le certificazioni sulla reazione al fuoco potranno essere rilasciate oltreché dal Centro Studi ed Esperienze Antincendi, anche dai seguenti due laboratori a ciò abilitati e compresi nell'«*Albo dei laboratori esterni pubblici e privati altamente qualificati*» approvato con decreto 16/6/1983 dal Ministro per il Coordinamento delle iniziative per la ricerca scientifica e tecnologica (G.U. 6/7/1983, n. 183):

— Istituto centrale per l'industrializzazione e la tecnologia edilizia (ICITE) - Via Lombardia, 49 - 20098 S. Giuliano M.se (MI);
— Istituto per la tecnologia del legno (ITL) - 38010 S. Michele all'Adige (TN);

entrambi istituti del CNR.

Si tratta comunque evidentemente di una situazione in divenire che porterà presto, ci si augura, ad un chiarimento in materia di ufficialità delle certificazioni ed all'istituzione di una rete di laboratori maggiormente in grado di far fronte alle numerosissime richieste che oggi, per la reazione al fuoco, hanno delle liste d'attesa, purtroppo, di alcuni mesi.

In linea con tale aspettativa è stato recentemente approntato dall'ICITE uno studio conoscitivo e propositivo per l'avvio di una rete di laboratori per il controllo tecnologico dei prodotti edilizi. Tale studio, che propone anche un intervento nel settore del fuoco, è stato messo a punto su incarico del Comitato per l'Edilizia Residenziale (CER) del Ministero dei Lavori Pubblici.

ALCUNI ACCENNI ALL'ATTIVITÀ DI NORMAZIONE IN CORSO

In sede ISO

La problematica del fuoco nel settore dell'edilizia è sviluppata, a livello internazionale, dall'ISO/TC 92 «*Fire tests on buiding materials, components and structures*».

In sede UNI

Nell'ambito dell'UNI esiste una «*Commissione Resistenza all'incendio*», che ha anche un gruppo di lavoro «*Reazione al fuoco*», ma la sua attività consiste essenzialmente nel seguire i lavori dell'ISO e nel trasformare in norme UNI i metodi di prova elaborati dal gruppo di lavoro Reazione al Fuoco del CCTS del Ministero dell'Interno.

([4]) «*Norme sul comportamento al fuoco delle strutture e dei materiali da impiegarsi nella costruzione di teatri, cinematografi ed altri locali di pubblico spettacolo in genere*».

Le esigenze dell'attività di ricerca

Gli esami ed i controlli del comportamento al fuoco dei materiali non possono prescindere comunque da un'attività parallela di ricerca che deve essere principalmente finalizzata a:

— seguire lo sviluppo tecnologico e merceologico dei nuovi materiali, dei quali è sempre più difficile definire la composizione chimica;
— seguire il processo innovativo degli elementi da costruzione, dal quale può derivare la necessità di impostare nuove metodologie di prova per poter valutare efficacemente il loro comportamento in caso d'incendio.

Allo scopo infatti di tenere il passo con le sempre più svariate e precise richieste di una società praticamente «eccitata» dalle innovazioni e pericolosamente conscia delle acquisizioni più avanzate della tecnologia moderna, l'edilizia è stata indotta allo sviluppo ed all'impiego di tutta una serie di prodotti nuovi, di materiali e tecnologie innovative e ad adattare correntemente l'utilizzo di queste a metodi costruttivi spesso ancora tradizionali, il cui grado di affidabilità poteva ormai essere considerato sufficiente.

La situazione attuale costringe dunque a valutazioni e selezioni fin dalla fase progettuale, con un processo a difficoltà crescente che tende a complessificarsi sempre più per tutte le implicazioni d'interfaccia di cui è necessario tenere conto: tutto ciò impone dunque tanto l'effettuazione di ricerche, come si diceva, quanto l'indirizzo di un'informazione tecnica più corretta e più affidabile.

Un esempio del primo tipo di ricerche cui si accennava è costituito dalla recente comparsa sul mercato di un gran numero di materiali compositi e di pannelli sandwich, di cui è importante determinare il comportamento globale, soprattutto per quanto riguarda i fumi.

Un esempio del secondo tipo è dato dal rapido sviluppo dei sistemi di coibentazione degli edifici, dall'isolamento in intercapedine, al «cappotto», alla facciata ventilata, che possono presentare comportamenti del tutto diversi in caso d'incendio.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La norma UNI 7867 ([5]) definisce certificazione come «*Documentazione data da (o sotto la sorveglianza di) un organismo competente ed indipendente, relativa alla* qualità *di un* determinato elemento». Nel trascrivere la precedente definizione abbiamo sottolineato due termini in quanto essi risultano utili per alcune considerazioni di carattere generale sul tema.

Il primo termine è «qualità». Nell'ipotesi di in-

([5]) UNI 7867 p. 3°. «*Edilizia. Terminologia per requisiti e prestazioni. Verifiche di conformità relative ad elementi*».

tendere correttamente l'accezione di qualità, non esclusivamente come attributo dei prodotti, ma come situazione di equilibrio (cioè di regolazione) fra ciò che è richiesto e ciò che è offerto, il problema è quello di operare per garantire la «qualità voluta», non certo la «qualità migliore», come troppo spesso oggi impropriamente accade. Il che significa, in altre parole, incentivare la sperimentazione e la ricerca ed essere in grado di offrire delle sintesi orientative sui comportamenti di materiali e componenti tali da consentire ai potenziali utilizzatori di effettuare delle scelte più coerenti di quanto non avvenga ora. Non crediamo infatti personalmente nella validità generale di un'azione certificativa fine a se stessa; sappiamo, per esperienza in altri campi, come questo fatto possa consentire utilizzi di tipo speculativo, particolarmente in un settore quale quello edilizio attuale, non ancora avvezzo ad un utilizzo continuo, cosciente ed obiettivo dell'informazione tecnica sulle caratteristiche di funzionamento e le prestazioni di materiali e componenti, né auspichiamo che tutto questo fervore sulla sicurezza all'incendio e sul comportamento di materiali e prodotti debba sfociare soltanto in controlli routinari, più prossimi al ruolo notarile, che a quello tecnico. Quanto poi alla qualità in edilizia, intesa in senso lato, talvolta abbiamo la sensazione che si tratti di un'utopia. Come tutte le utopie infatti essa si fonda su istanze, necessità e convenienze unanimemente ritenute valide, e condivise, ma nella maggior parte dei casi soltanto a livello di intenzioni. Nella pratica infatti non è ancora del tutto conveniente «investire» in qualità, perché essa in effetti non si dimostra «premiante», non essendo ancora in grado di rappresentare effettivamente la discriminante essenziale per l'aggiudicazione di gare di appalto, la contrazione di premi assicurativi o l'acquisizione di credibilità reale sul mercato.

Il secondo termine è «determinato elemento». Si può intendere che l'elemento deve essere conosciuto e chiaramente identificato, ma anche che non siano possibili estensioni a «gamme» di prodotti simili o attribuzioni di determinati comportamenti ai medesimi prodotti posti in opera in condizioni differenti da quelle certificate. Non ci sembra di errare affermando che talvolta esiste almeno della «sufficenza» nell'uso delle certificazioni da parte di taluni produttori. Ma contro tale fenomeno i mezzi di un laboratorio finiscono con la redazione di un certificato il più circostanziato possibile. Il resto è nella responsabilità di chi tali certificati utilizza. Che dire poi dell'impossibilità attuale di appurare obiettivamente la provenienza dei campioni non derivanti direttamente da cicli di fabbricazione, ma da prelievi in opera, per i quali sarebbe auspicabile poter contare su migliori garanzie circa l'effettuazione dei prelievi stessi, oltre che una differenziazione chiara dei tipi di certificazioni rilasciabili.

Indirettamente dunque si può notare come conoscere e scegliere una serie di materiali che offrono ottime caratteristiche non garantisce certo che si otterranno in realtà delle prestazioni altrettanto buone, né d'altronde ciò è possibile utilizzando analoghi criteri relativamente agli apporti professionali, anche se è evidente che tale comportamento è di per sé già una buona cautela. Tale considerazione risulta particolarmente significativa in riferimento a tecnologie di tipo innovativo, sulle quali in genere non esistono sufficienti esperienze a cui fare riferimento. Da qui la necessità di poter contare, riguardo a tecnologie e procedimenti innovativi, su sperimentazioni di tipo complesso e su accertamenti preventivi di idoneità all'impiego.

Il ruolo del controllo e quindi la certificazione, come manifestazione documentale di esso, deve cominciare ad essere inteso come uno strumento evoluto e razionale di miglioramento e di ottimizzazione di un'operazione, di un ciclo di trasformazione o di un prodotto. È vero infatti che i suoi contenuti sono spesso assimilabili più alla sperimentazione che alla «routine». Ma il controllo in edilizia, per potersi realizzare completamente, necessita dell'esistenza di un insieme di fattori complementari che lo finalizzino, lo specifichino e ne rendano attuabile la gestione. Tale esigenza muove secondo due diverse direttrici attuative complementari:

— quella tecnica: per la strumentazione dei vari campi disciplinari sinteticamente riassunta come segue:
  - disponibilità di norme, in particolare di specificazione, inerenti sia i materiali, che i componenti, che i sistemi edilizi;
  - disponibilità di procedure e strumenti, che consentano un grado di affidabilità e ripetitività sufficiente per l'effettuazione dei controlli ai vari livelli di complessità degli «oggetti» edilizi;
  - disponibilità di strutture (tecnici e mezzi) specificatamente idonee per l'effettuazione dei controlli necessari ai vari livelli di ufficialità, o semplicemente di competenza;
— quella politica: per proporre l'inquadramento dell'argomento su base intersettoriale, mediante strumenti normativi e legislativi adeguati, di vario livello.

A tale proposito emerge uno dei tempi più attuali del controllo in edilizia: quello della responsabilità della sua effettuazione e gestione. Chi deve effettuare i controlli; a che stadi del processo costruttivo o produttivo; quali finalità o limitazioni di campo debbano essere previste in rapporto al grado di ufficialità del laboratorio che effettua tali controlli e come articolare il riconoscimento di tale ufficialità? Questi, che citiamo a conclusione della presente relazione, sono alcuni degli aspetti che per primi dovrebbero essere regolamentati e che attualmente sono parzialmente privi di risposte, pur in presenza di una gestione corrente dell'attività del controllo.

LE ESPERIENZE SPECIFICHE

12 aprile 1984

Le scuole

Mario DAPRÀ (*)

I pedagogisti ed i sociologi distinguono due modelli fondamentali di scuola: la scuola «chiusa» e la scuola «aperta». La scuola chiusa è il sistema educativo tradizionale. La scuola aperta è invece il rifiuto del modello tradizionale. Non esiste infatti una «scuola progressiva» o una «scuola nuova», esiste invece una molteplicità di posizioni talora contrastanti, talora confluenti che hanno come denominatore comune la contestazione del «modo» della scuola tradizionale. La logica della scuola chiusa è la compartimentazione, la logica della scuola aperta è la partecipazione estesa a tutte le componenti sociali sia interne che esterne. Le due logiche antitetiche impongono modelli edilizi antitetici.

Il legislatore ha scelto la scuola aperta con la legge delega 477 del 1973, con il decreto delegato 416 del 1976, con l'articolo 1 della Legge 412 del 1975 e con l'articolo 12 della Legge 517 del 1977. Per dare attuazione, nel campo edilizio, alle scelte del legislatore con il D.M. 18.12.1975 sono state adottate le *Norme Tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia e urbanistica da osservarsi nella esecuzione di edilizia scolastica*.

Il D.M. nel titolo 5°, intitolato *Norme relative alle condizioni di abitabilità*, comprende anche un capitolo, il 5.6, dedicato alle *Condizioni di sicurezza* dove vengono individuati sei momenti in ordine alla sicurezza:

1. la stabilità degli edifici;
2. la sicurezza degli impianti, sia nell'uso che nella gestione;
3. la difesa dagli agenti atmosferici;
4. la difesa dai fulmini;
5. la difesa dagli incendi;
6. la difesa microbiologica.

Il D.M. non considera il primo livello educativo, quello degli asili nido, per contro oggi l'asilo nido viene considerato un momento fondamentale del sistema di formazione che non può restare privo di interrelazione con il successivo livello della scuola materna. Pare quindi corretto considerare le esigenze di sicurezza degli asili nido non disgiunte da quelle delle altre istituzioni scolastiche.

Le scelte del legislatore e le norme tecniche conseguenti sono state adottate in un momento in cui era ragionevole prevedere una evoluzione della società verso forme di sempre maggior civiltà e sicurezza sociale nel contesto del welfare state. Questa evoluzione non solo non si è verificata ma al contrario si è innescato un fenomeno involutivo caratterizzato da un progressivo decadere della sicurezza in tutte le forme di rapporti umani. L'adozione, in tutti i campi, di imponenti provvedimenti di difesa passiva ha acuito sul piano psicologico il senso di insicurezza. La scuola, struttura debole e soggetta ad una enorme inerzia, incontra difficoltà ad individuare metodi di sicurezza nei riguardi dei pericoli conseguenti la mancanza di difesa dell'intrusione, dell'effrazioni e, nei livelli minori della scuola, dalla sottrazione di bambini che si dimostrano ben più reali ed incombenti dei pericoli ufficialmente codificati a cui, oggi, sotto la spinta emotiva, viene attribuita una particolare esclusiva attenzione. Le scorrerie vandaliche, lo stillicidio dei furti e della distruzione gratuita, le incivili forme di utenza sia scolastica che extrascolastica, i problemi connessi con la diffusione della droga, provocano in quanti hanno responsabilità nella scuola un senso di impotente mancanza di sicurezza. Questa situazione può avere pesanti ripercussioni sui risvolti educativi, sociali e politici, inducendo un ribaltamento delle scelte che hanno ispirato il legislatore.

È possibile infatti che talune componenti della scuola stessa siano tentate, rifiutate le scelte del legislatore, a illudersi di ritrovare sicurezza e ordine in un ritorno a forme di tradizionale scuola chiusa. È dunque più che mai necessario che anche alle esigenze di sicurezza dalle intrusioni e dalle effrazioni, che qui vengono solo proposte, sia attribuita la stessa attenzione che oggi viene dedicata alle esigenze delle altre forme di sicurezza, con il ricorso a tecniche aggiornate, tutte da inventare.

(*) Ingegnere, responsabile di Area Dipartimentale, Ufficio Tecnico del Comune di Torino.

Parallelamente alla esplorazione di moderni ed affidabili metodi di sicurezza si impone, un riesame critico dei canoni architettonici, consolidati e pacificamente accettati fin dagli anni 50, quando sono stati proposti dai «Quaderni», ispirati al sistema educativo anglosassone, del Centro Studi del Ministero della P.I.

I grandi complessi scolastico-sociali costruiti dal Comune di Torino negli anni 70, in fedele aderenza alla logica della scuola aperta, e, per i quali, già in sede di progetto, si erano indicate particolari forme di gestione e di sicurezza, sono oggi ridotti ad un cattivo agglomerato di scuole e di servizi gestiti nella logica della peggiore compartimentazione, dopo il rifiuto di abbandonare i sistemi tradizionali di custodia. Da parte dell'autorità scolastica viene oggi richiesta agli enti obbligati una certificazione che è riconducibile alla verità dei sei momenti individuati dal D.M. 28.12.1975. Tali momenti se verificati positivamente dovrebbero attestare, almeno da un punto di vista fiscale, la sicurezza dell'edificio.

La stabilità delle strutture edilizie scolastiche rientra nella più vasta casistica della stabilità degli edifici civili. Una precisa ed esauriente normativa prescrive criteri di calcolo e di esecuzione, determina i sovraccarichi e le sollecitazioni da considerare nei diversi casi.

Un fenomeno che per qualche tempo ha creato un motivo di insicurezza nel funzionamento delle scuole è stato il ripetuto distacco dei fondi dei blocchi laterizi, impiegati in solai a struttura mista di medio-grande luce in presenza di regimi discontinui di riscaldamento. Al fenomeno che per la sua diffusione ha indotto Istituti Universitari, il C.N.R. e l'Associazione nazionale industriali del laterizio a impegnarsi in ricerche non ancora concluse e che viene attribuito alla comparsa di stati di coazione parassiti, ad azioni di fatica oligociclica, a microfessurazioni nei laterizi, il Comune di Torino ha posto fine con l'applicazione di reti o di controsoffittature nelle strutture in esercizio e con l'adozione, per le nuove strutture, di solai aventi comunque l'intradosso costituito da una soletta piena armata.

E nemmeno per le cosiddette *aree a rischio specifico* e cioè centrali termiche, impianti di riscaldamento, impianti elettrici, impianti di elevatori meccanici, impianti utilizzatori di gas esistono incertezze in quanto sono correttamente coperte da specifiche normative, comuni anche agli altri edifici civili.

Una discussione più volte ripresa, riguarda l'interpretazione da dare ai due articoli della Legge 168 del 01.03.1968; *Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici e elettronici*. All'art. 1 si prescrive che apparecchiature e impianti devono essere *realizzati e costruiti a regola d'arte*. All'art. 2 si precisa che tali apparecchiature ed impianti se *realizzati secondo le norme CEI si considerano costruiti a regola d'arte*. Le norme CEI sono in continua rapida evoluzione. Esistono quindi oggettive difficoltà a mantenere costantemente aggiornati impianti specie se molto numerosi, e quindi insorgono dubbi sulla possibilità di arrivare alle necessarie certificazioni. Pare però corretto osservare come l'aderenza alle norme CEI si debba interpretare come condizione sufficiente, ma non necessaria, perché gli impianti possono essere considerati eseguiti a regola d'arte. Determinante appare invece la responsabile valutazione tecnica caso per caso.

La difesa dagli agenti atmosferici è in pratica limitata, come espressamente precisano le norme, ad alcune indicazioni di corretto costruire per quanto riguarda la tenuta all'acqua dei tamponamenti.

Le norme prescrivono poi, categoricamente, che tutti gli edifici scolastici devono esser protetti dalle scariche atmosferiche. Diverse considerazioni portano invece a considerare ingiustificate, se non addirittura causa di possibili pericoli per gli edifici circostanti, l'indiscriminata applicazione di tale prescrizione. Né si può trascurare l'onere economico che la sua attuazione comporterebbe considerato che le norme CEI, oggi in vigore, impongono la costruzione di una protezione a gabbia e la protezione a gabbia comporta delle inaccettabili penalizzazioni nel caso di terrazzi praticabili. Nel caso specifico degli edifici scolastici torinesi, una sentenza del Pretore di Torino rileva come la necessità di dotare di parafulmine un edificio scolastico non sia una norma inderogabile, ma tale necessità debba essere valutata in base alla probabilità di folgorazione da calcolare con i criteri riportati da una proposta di normativa CEI (CT 81 ex 138) al momento in itinere. In questa ottica probabilità di folgorazione con un intervallo maggiore di 10 anni sono state considerate di un livello di pericolosità molto basso, per cui si ritiene possa prescindersi dall'installazione di parafulmine.

Il quinto campo delle esigenze di sicurezza è quello a cui oggi, sotto la spinta emotiva conseguente l'incendio del cinema Statuto avvenuto in Torino un anno fa, viene data la massima attenzione: la difesa dagli incendi. La prevenzione incendi nella scuola, se non impostata con grande equilibrio e con una realistica valutazione delle possibilità di pericolo, che presentano notevoli differenziazioni tra livello e livello e nello stesso livello tra indirizzo e indirizzo, può concorrere a inceppare il già incerto funzionamento del meccanismo scolastico. Il D.M. 18.12.1975 dispone: *Per la protezione contro gli incendi si dovranno osservare le norme vigenti* mentre il D.M. 16.02.1982 prescrive che *le scuole di ogni ordine, grado e tipo* [...] *per oltre 100 persone presenti* siano comprese nelle attività soggette alle visite ed ai controlli prevenzione incendi con una periodicità di sei anni. Le «*norme vigenti*» per quanto riguarda la scuola non sono però mai state emanate, anche se fin dal 4 giugno 1974 con D.M. n. 4160 era stata nominata una apposita commissione con questo compito. Studi e proposte sono ora in

corso per definire le norme di sicurezza anti-incendio da adottare per gli edifici scolastici. La Prefettura di Torino con una sua circolare del 22 agosto 1983 ha adottato, in *attesa della emanazione di specifiche normative di sicurezza antincendio per le attività scolastiche*, una serie di criteri di prevenzione ordinati in 14 punti, che si rifanno alle ipotesi più rigorose dei Vigili del Fuoco.

In questa sede non è possibile rileggere integralmente i 14 punti che vengono riportati in allegato. Le esigenze di sicurezza richiamate nei 14 punti sono nella loro quasi totalità incontrovertibili e la loro attuazione per gli enti obbligati è solo questione di tempo e soprattutto di disponibilità economiche. Sono incontrovertibili le esigenze di sicurezza richieste per quanto riguarda:

— le caratteristiche di resistenza al fuoco delle strutture degli edifici scolastici (punto 3);
— i laboratori, se, come si arguirebbe, sono da considerare tali solo quelli che utilizzano gas compressi o combustibili (punto 4);
— le aree a rischio specifico (centrali termiche, impianti elettrici, cucine, ecc.) che devono essere conformi a normative di legge (punto 5);
— gli spazi usabili con carattere di spettacolo, anche da utenze extra-scolastiche, che devono essere approvati dalla Commissione di vigilanza sui locali di pubblico spettacolo (punto 6);
— i sistemi di allarme e il piano di evacuazione (punto 7);
— le luci di sicurezza per scuole con attività serali (punto 9);
— gli estintori ed i naspi antincendio (punto 10);
— i materiali infiammabili che non possono essere conservati negli interrati (punto 11);
— la limitazione dei carichi di incendio (punto 12);
— le istruzioni di comportamento in caso di incendio (punto 13);
— gli impianti di segnalazione automatica d'incendio nelle biblioteche (punto 14), anche se sono incerti i limiti entro cui definire biblioteca una raccolta di libri.

Con la stessa circolare la Prefettura, rendendosi conto dell'impossibilità di realizzare, da un giorno all'altro, queste condizioni introduceva il principio di *sicurezza equivalente*, cioè ammetteva la possibilità di adottare misure differenti da quelle prescritte purché producessero lo stesso effetto nei riguardi della sicurezza. All'atto pratico questo principio si è dimostrato quanto mai nebuloso ed oggi pare possa considerarsi senza ragionevole possibilità di applicazione.

Perplessità suscita invece il disposto del punto 1. Tale punto prescrive che *in edifici ad esclusivo servizio scolastico la distribuzione verticale dovrà avvenire secondo quanto previsto al punto 3.8.1 del D.M. 18.12.1975*. Si dà quindi una estensione retroattiva al D.M., retroattività che lo stesso decreto esclude al punto 5.7, *Norme finali e transitorie*. Inoltre si prescrive che *per edifici a più di 3 piani fuori terra tutte le scale devono essere di tipo protetto con protezione REI di classe pari alla classe dell'edificio*. Con questa prescrizione si contraddice palesemente il D.M. 18.12.1975 che al punto 3.0.4. ammette, senza discriminanti, la dislocazione di attività scolastiche su *più di due piani* per le scuole dell'obbligo, su *più piani* per le scuole medie superiori e *su strutture edilizie* [...] *comunque sollevate dal suolo* per le scuole materne.

L'applicazione retroattiva del punto 3.8.1 del D.M. agli edifici progettati prima del 2 febbraio 1976, data di pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale del D.M., comporta che tutti gli edifici, per quanto riguarda la distribuzione verticale, dovrebbero:

— essere dotati almeno di una scala normale e di una scala di sicurezza posta all'esterno dell'edificio;
— verificare che ciascuna scala, esclusa quella di sicurezza, serva di regola a non più di 10 aule per ogni piano;
— avere larghezza di rampa pari a cm 0,5 per ogni allievo ed essere comunque di larghezza non inferiore a m 1,20 e non superiore a m 2,00.

Queste condizioni per quanto riguarda la larghezza di rampa ed il numero di aule servite per piano sono, in genere, verificate, essendo già richieste da regolamenti anteriori. La possibilità di dotare indistintamente tutti gli edifici ante '76 di scale esterne di sicurezza, compatibilmente con le esigenze particolari di edifici storici o di interesse architettonico e di inserimento nel contesto urbano, è solo una questione, per gli enti obbligati, da un lato economica e dall'altro di opportunità.

Con l'introduzione poi del concetto di scala protetta, che si è soliti definire come *scala realizzata entro gabbia, costituita da pareti continue e resistenti al fuoco, per un determinato tempo, e aventi porte di pari resistenza al fuoco con congegno di autochiusura*, la circolare prefettizia ribalta le scelte del legislatore orientate verso la scuola aperta, di cui un presupposto fondamentale è rappresentato dalla continuità fisica e visiva degli spazi.

Il D.M. precisa infatti al punto 3.8.0 che *in ogni tipo di scuola gli spazi per la distribuzione dovranno assumere le funzioni sia di collegamento tra tutti gli spazi e locali dell'edificio che, per la loro attività non possono essere interdipendenti nei riguardi dell'accesso, che di tessuto connettivo e interattivo, visivo e spaziale di tutto l'organismo architettonico (ad esempio: con l'affaccio continuo verso gli spazi posti a diverso livello, con l'integrazione di parti dell'organismo, con il considerare la scala non solamente come mezzo per passare da un piano all'altro, ma come strumento di mediazione spaziale ...)*. L'adozione di forme di compartimentazione in funzione anti-incendio, vengono in ultima analisi a costituire una invitante forma di legittimazione per quanti nella scuola vedono con favore un ritorno a

forme tradizionali. La compartimentazione anti-incendio può in breve essere trasformata in una forma di compartimentazione scolastica.

Ultimo momento è la difesa microbiologica. Qui, come in tanti altri casi ci soccorre l'editore Pirola, che nella raccolta di leggi da lui edita, spiega caritatevolmente, tra parentesi, *Norme di igiene*. L'attestazione della riconosciuta sicurezza microbiologica si esplicita con i certificati che il Servizio Sanitario Nazionale, attraverso le USL, rilascia a corredo della documentazione per la consegna delle strutture edilizie scolastiche da parte degli enti locali all'autorità scolastica. Le USL, eredi delle tradizioni dei disciolti Uffici comunali di Igiene e Sanità, nel campo della igiene edilizia si richiamano ancor sempre alle enunciazioni di von Pettenkofer. L'impatto, in allora, decisamente rivoluzionario della neonata igiene edilizia, ha poi perso molto del suo peso determinante, essendo le sue prescrizioni diventate usi consueti. Nel campo dell'igiene applicata all'edilizia scolastica, oggi, dovrebbero essere esplorati campi più aderenti alla realtà attuale. L'esistenza di un edificio scolastico che, secondo il comune concetto dell'igiene, possa dichiararsi inusabile è oggi estremamente improbabile.

L'inosservanza delle norme del D.M. 18.12.1975, non dà luogo a sanzioni penali, salvo forse configurare, in qualche caso, l'ipotesi di omissione d'atti di ufficio per gli amministratori preposti. Né esiste una normativa specifica, che comporti sanzioni penali, per mancanza di sicurezza negli edifici scolastici. È invece giurisprudenza consolidata che agli edifici scolastici, in quanto vi trovano occupazione lavoratori dipendenti, venga applicato il D.P.R. 547 del 1955, *Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro*. I giuristi spiegano che con una *anomalia* del sistema si tutelano gli allievi tutelando i lavoratori dipendenti. Infatti solo gli *allievi degli istituti di istruzione e di laboratori-scuola nei quali si faccia uso di macchine, attrezzature, utensili ed apparecchi in genere* sono dall'art. 3 del D.P.R. equiparati a tutti gli effetti a lavoratori dipendenti. Scorrendo i vari articoli del D.P.R. appare evidente che tra il pensiero del legislatore e l'oggetto scuola, a cui si ritiene possano applicarsi le norme, non esiste alcuna correlazione.

Chiaramente il legislatore aveva presente all'atto della sua elaborazione solo l'attività industriale. All'attività scolastica si è soliti applicare: l'intero titolo VI, *Difesa contro gli incendi e le scariche atmosferiche* (per queste ultime con le riserve già esposte), l'intero titolo VII, *Impianti, macchinari ed apparecchi elettrici* oltre l'art. 13, *Uscite dai locali di lavoro*, l'art. 26, *Parapetto normale*, l'art. 27, *Protezione delle impalcature, delle passerelle e dei ripiani* e l'art. 31, *Illuminazione sussidiaria*. Non si può non riconoscere che dato a leggere il testo di questi articoli all'Ingénu di Voltaire, questo non mancherebbe di esprimere stupore per l'applicazione che ne viene fatta.

Sotto la spinta delle preoccupazioni conseguenti alla situazione contingente di fronte ad esasperate interpretazioni delle norme, le componenti scolastiche non mancano di avanzare richieste di provvedimendi protettivi al di là di ogni ragionevole esigenza. Non si può non osservare come sarebbe controproducente ai fini della formazione se si arrivasse, per un eccesso di provvedimenti di sicurezza passiva, alla creazione di due mondi: quello interno alla scuola dove qualunque dissennata iniziativa sia possibile senza nefaste conseguenze e quello esterno, in cui gli allievi si dovranno pur sempre muovere, e dove invece potenziali pericoli, annullati e quindi sottovalutati nel mondo scolastico, saranno invece sempre presenti e incombenti.

In questa caotica situazione dove l'unica cosa certa è la consapevolezza della mancanza di certezza del diritto, l'A.N.C.I. (Associazione Nazionale dei Comuni d'Italia) sezione Piemontese, ha concluso un seminario tenuto a Torino il 4 febbraio scorso, sui problemi della sicurezza negli edifici pubblici, con una mozione con cui viene chiesto al Governo l'emanazione urgente di una legge che:

— facendo chiarezza e semplificazione approvi una normativa specifica in merito ai criteri di sicurezza da adottare negli edifici pubblici;
— indichi delle norme transitorie che prevedano l'applicazione immediata della nuova normativa agli edifici di nuova progettazione, mentre per gli edifici esistenti ne venga prevista una applicazione graduale, subordinata comunque alla garanzia di un finanziamento straordinario da parte dello Stato;
— stabilisca che entro un anno dall'emanazione della legge gli enti locali predispongano un piano tecnico-finanziario di attuazione della nuova normativa fissando anche i termini di esecuzione che dovranno decorrere dalla concessione del finanziamento;
— preveda la non applicazione delle sanzioni penali previste dal D.P.R. 547 del 1975 per quanto riguarda servizi, strutture e impianti in edifici pubblici esistenti fino all'adozione del piano tecnico-finanziario e quando questo sia adottato fino alla sua completa esecuzione nei termini di tempo dallo stesso stabiliti.

ALLEGATO

Circolare della Prefettura di Torino
del 22 agosto 1983

EDIFICI SCOLASTICI ESISTENTI - CRITERI DI PREVENZIONE INCENDI

In attesa della emanazione delle specifiche normative di sicurezza antincendi per le attività scolastiche esistenti potrà farsi riferimento, in tutto o in parte, ai seguenti criteri orientativi tenendo conto anche delle caratteristiche e delle situazioni emergenti dai singoli casi di specie.

1. - Per attività ubicate in edifici ad esclusivo servizio scolastico, la distribuzione verticale dovrà avvenire secondo quanto previsto al punto 3.8.1. del D.L. 18 dicembre 1975. Inoltre, per edifici fino a 3 piani fuori terra, sono consentite scale di tipo non protetto, mentre per edifici a più di 3 piani fuori terra tutte le scale devono essere di tipo protetto con protezione REI di classe pari alla classe dell'edificio.

Le porte di uscita dovranno essere realizzate con battenti rigidi, apribili a semplice spinta verso l'esterno.

2. - È consentito che le attività ad uso scolastico possano essere ubicate anche in fabbricati ad uso civile ed a destinazione mista purché in tali edifici non siano presenti: locali di spettacolo e di trattenimento in genere, alberghi e simili, ospedali, locali adibiti ad esposizione e vendita con superficie superiore a 400 mq, locali adibiti a depositi di merci con superfici superiori a 1000 mq, aziende ed uffici nei quali siano impiegati oltre 500 addetti. Nei casi in cui la destinazione mista è ammessa devono essere osservate le seguenti condizioni:

a) Le comunicazioni con vani scala comuni alle altre attività devono avvenire tramite disimpegno con porte REI della stessa classe dell'edificio.

b) Le scale dovranno essere dimensionate come al punto 1, tenendo anche conto della presenza degli occupanti i locali non destinati ad uso scolastico.
Le scale devono avere comunque ampiezza non inferiore a 120 cm con tolleranza dell'8%.

3. - Le strutture dei fabbricati ove sono ubicati locali ad uso scolastico devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco da valutarsi secondo le prescrizioni e le modalità di prova stabilite nella circolare del Ministero dell'Interno n. 91 del 14 settembre 1961 prescindendo dal tipo di materiale costituente l'elemento strutturale stesso (ad esempio calcestruzzo, laterizi, acciaio, legno massiccio, legno lamellare, elementi compositi).

Il dimensionamento degli spessori e delle protezioni da adottare per i vari tipi di materiali sopraccennati, nonché la classificazione dei locali stessi secondo il carico d'incendio, vanno determinati con le tabelle e con le modalità specificate nella circolare n. 91 sopracitata.

4. - Gli eventuali laboratori a servizio dei complessi scolastici non possono essere ubicati in fabbricati a destinazione mista di cui al punto 2, e debbono avere i seguenti requisiti:

a) Eventuale deposito di bombole di gas deve essere realizzato al di fuori del volume del fabbricato in conformità alle norme o ai criteri tecnici di prevenzione incendi.

b) I locali ove è prevista la presenza di gas combustibile devono essere dotati di dispositivi di rilevazione e segnalazione automatica di presenza di gas o vapori infiammabili con intercettazione automatica del flusso all'esterno.

c) È vietato l'impiego di gas con densità superiore a 0,8 nei locali seminterrati od interrati.

5. - Le aree a rischio specifico facenti eventualmente parte del volume edilizio destinato ad attività scolastica, quali centrali termiche, autorimesse, cucine, impianti tecnologici, ecc., devono essere rispondenti alle specifiche normative antincendio emanate dal Ministero dell'Interno.

6. - I locali di spettacolo e di trattenimento di cui all'articolo 17 della circolare n. 16 del 15 febbraio 1951 del Ministero dell'Interno facenti eventualmente parte del volume edilizio destinato ad attività scolastiche, devono risultare conformi alle prescrizioni di sicurezza impartite dalla Commissione Provinciale di Vigilanza sui locali di pubblico spettacolo.

7. - Deve essere installato un sistema di allarme per segnalare un principio d'incendio allo scopo di dare un tempestivo avviso e di rendere possibile le operazioni di esodo. Il sistema di allarme deve funzionare con energia elettrica ed essere provvisto di rete autonoma da quella utilizzata per i servizi vari. Per tutte le scuole deve comunque predisporsi un piano di rapida evacuazione in caso di emergenza e devono essere effettuate prove di evacuazione sotto il controllo e la responsabilità della Direzione almeno due volte nel corso dell'anno scolastico.

8. - Deve essere installato un idoneo sistema di illuminazione di sicurezza appositamente previsto per entrare in funzione automaticamente in caso di interruzione o sospensione della energia elettrica normale a servizio dell'attività scolastica per le scuole in esercizio non diurno.

9. - Prima dell'inizio delle lezioni deve essere verificata l'efficienza di tutte le uscite e delle vie di esodo.

10. - Devono essere installati mezzi antincendio costituiti almeno da estintori o naspi antincendio secondo le norme di cui ai punti 1 e 2 del D.M. 12 settembre 1980.

11. - Deve essere imposto il divieto di tenere depositi anche modesti di sostanze infiammabili nei locali interrati facenti parte del volume edilizio destinato ad attività scolastica.

12. - In tutti i locali dell'esercizio scolastico deve essere osservata la limitazione del carico d'incendio che non potrà risultare superiore a 15 kg/mq. Il carico d'incendio include materiali combustibili facenti parte degli arredi, delle attrezzature in dotazione, della composizione di pareti, solai, ecc., ed ogni altro componente presente che abbia i requisiti per partecipare alla combustione.

13. - Devono essere esposte in ogni aula le istruzioni sul comportamento che, in caso di incendio, dovranno tenere gli utenti stessi.

14. - Nelle eventuali biblioteche deve essere installato un impianto di rilevazione e segnalazione automatica d'incendio.

Le sale di spettacolo e gli impianti sportivi

Aldo BRIZIO (*)

Il decreto del Ministero dell'Interno in data 16 febbraio 1982, *Determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi,* prevede al punto 83 che tutti i locali di spettacolo e di trattenimento in genere con capienza superiore a 100 posti debbano essere provvisti del prescritto certificato. La circolare n. 16 del Ministero dell'Interno del 15 febbraio 1951 e la successiva del 16 giugno 1980, *Norme di sicurezza per la costruzione, l'esecuzione e la vigilanza dei teatri, cinematografi ed altri locali di pubblico spettacolo,* dettano le regole generali per la sicurezza delle sale di pubblico spettacolo e degli impianti sportivi. In particolare l'esercizio di tali strutture è concessa solo dopo il rilascio dell'agibilità dalla Commissione Provinciale di Vigilanza sui locali di pubblico spettacolo prevista dall'art. 80 del T.U. della Legge di P.S. approvata con decreto 18/6/1934, n. 773 e dall'art. 141 del Regolamento per l'applicazione della Legge di P.S. approvato con decreto 6/6/1940 n. 635. Gli articoli 13 e 14 della succitata Circolare n. 16 prescrivono che le verifiche della Commissione di Vigilanza, la cui visita è richiesta all'autorità prefettizia *da chi ne abbia interesse,* dovranno essere disposte *tutte le volte che saranno ritenute necessarie* e comunque nei seguenti casi:

1) quando il locale sia stato adibito ad altri usi o dopo che vi siano state apportate riparazioni o varianti di una certa entità;
2) in occasione del rinnovarsi della licenza e del cambiamento del genere di spettacoli tenuti nel locale;
3) in occasione di incendi, o quando si verificano altri sinistri che interessano le strutture e gli impianti.

Alla luce di quanto esposto è chiaro che, dopo il triste 13 febbraio dello scorso anno, quando successe a Torino la tragedia del Cinema Statuto, tutte le autorità preposte all'ordine pubblico, i Vigili del Fuoco, i gestori e i proprietari, hanno riesaminato con particolare rigore certe normative di legge già da anni in vigore e le responsabilità derivanti dall'inosservanza delle stesse. Da allora si intensificarono i controlli su molti edifici, a cominciare da quelli con un più elevato grado di pericolosità (cinema, teatri, discoteche, musei, luoghi di ritrovi ecc.). Molti di questi locali di pubblico spettacolo furono chiusi direttamente dai proprietari o dai gestori altri dalla Commissione Provinciale di Vigilanza chiamata ad eseguire il sopralluogo per consentirne l'agibilità.

Il Comune di Torino ha preso seriamente in esame il problema della sicurezza degli edifici pubblici e sta predisponendo un piano di interventi da realizzarsi nei prossimi cinque anni per la normalizzazione delle strutture di proprietà della Città. È questo un compito tutt'altro che facile: in alcuni casi l'applicazione delle normative diventa difficile specie quando si tratta di intervenire su edifici di valore storico soggetti a tutela delle Soprintendenze. Malgrado ciò in alcuni stabili sono già stati eseguiti importanti lavori rivolti a migliorare la sicurezza e le esperienze più significative sono state proprio quelle che riguardano le sale di spettacolo e gli impianti sportivi di proprietà della Città.

In questa sede saranno dapprima esposte le problematiche più importanti che riguardano la sicurezza delle sale di spettacolo. Per ultimo saranno esposte le esperienze relative alla messa a norma del Teatro Carignano e quelle che riguardano lo Stadio Comunale.

LA SICUREZZA DELLE SALE DI SPETTACOLO

Come già affermato le *norme di sicurezza per la costruzione, l'esercizio e la vigilanza dei teatri, cinematografi ed altri locali di pubblico spettacolo* sono contenute nella Circolare n. 16 del 15/2/1951 del Ministero dell'Interno. La Circolare n. 16, a tutti nota, detta le regole a cui bisogna attenersi per garantire la sicurezza nei locali di pubblico spettacolo e quindi la sua osservanza è condizione necessaria per ottenere l'agibilità del locale da parte dell'apposita Commissione Provinciale di Vigilanza. Ma se la Circolare n. 16 del 1951 è la via maestra su cui bisogna muoversi, altre normative sono state emanate nel corso degli anni a proposito della sicurezza nei locali di pubblico spettacolo. Le norme di sicurezza contenute nella Circolare n. 16 e successive riguardano ambienti e luoghi destinati allo spettacolo. L'Art. 17 della Circolare n. 16 fornisce una classificazione di tali ambienti: teatri, cinematografi, cinema-teatri, altri locali di trattenimento ove si tengano concerti, trattenimenti danzanti, numeri di varietà, nonché altri locali ove il pubblico affluisce per ragioni varie senza sostarvi in modo permanente come esposizioni, mostre, fiere ecc.; circhi, serragli dove si accolgono gabbie destinate ad accogliere animali, stadi, sferisteri, campi sportivi ed in genere luoghi per divertimento o spettacoli all'aperto; baracche in

(*) Ingegnere, Responsabile Area Dipartimentale 1 Lavori Pubblici, Fabbricati Municipali del Comune di Torino.

legno o tende per spettacoli ambulanti. Di particolare importanza è la Circolare n. 79 del 27/8/1971 riguardante le norme di sicurezza per i locali di pubblico spettacolo di capienza inferiore a 150 persone. Tale circolare limita significatamente le disposizioni della Circolare n. 16 per quei locali di pubblico spettacolo con capienza limitata alle 150 persone.

I LAVORI REALIZZATI PER LA MESSA A NORMA DEL TEATRO NEI RIGUARDI DELLA SICUREZZA

Con l'ordinanza sindacale in data 18 febbraio 1983 il Sindaco diffidava il Presidente del Teatro Stabile (gestore del locale) a cessare l'attività sino a quando non fossero stati eseguiti alcuni lavori ritenuti indispensabili ai fini della sicurezza. La chiusura del Teatro avvenne a distanza di pochi giorni dall'incendio del Cinema Statuto. L'Azienda Elettrica Municipale che già da alcuni mesi aveva iniziato i lavori per la messa a norma degli impianti elettrici interni si preoccupò dello stato di conservazione degli impianti e con una relazione al Sig. Sindaco denunciava testualmente: *le colonne montanti esistenti nei corridoi dei palchi e delle gallerie sono in pessime condizioni di isolamento e ciò è aggravato dal fatto che i tubi metallici in cui sono alloggiati i conduttori sono corrosi per lunghi tratti cosicché i conduttori con isolamento precario causa la vetustà, sono in alcuni tratti scoperti nelle immediate vicinanze delle tappezzerie in velluto e che la situazione sopra esposta denuncia un effettivo pericolo di incendi in caso di corto circuito anche perché le singole alimentazioni non sono ancora protette da regolamentari interruttori.*

Con questa motivazione il Teatro Carignano chiuse i battenti.

I primi lavori sugli impianti elettrici per consentire la riapertura del Teatro

L'Azienda Elettrica Municipale si mise subito al lavoro ed in un mese riuscì ad eliminare le possibili cause di incendio nella sala. Furono completamente sostituite le condutture elettriche delle colonne montanti esistenti nei corridoi dei palchi e delle gallerie. Le colonne montanti che alimentano i circuiti luce normale e di emergenza furono protette con interruttori automatici, magnetotermici, differenziali con soglia d'intervento 0,3 A. Si eseguì l'impianto di illuminazione di sicurezza nella sala, nei corridoi della I e II galleria mediante la posa di gruppi autonomi di emergenza (autonomia 2 ore). Furono rimossi i quadri elettrici esistenti nella cabina regia per il comando e la protezione dei circuiti relativi ai locali ubicati nella zona palcoscenico, furono posati nuovi quadretti completi di interruttori automatici magnetotermici, furono sostituiti due quadri elettrici ubicati nel vano sottoscala, ed infine furono temporizzate le prese esistenti nei camerini e nei locali stireria. Le parti di impianto elettrico non a norma CEI furono disattivate.

In data *31 marzo 1983* fu effettuata una prima visita della Commissione Provinciale di Vigilanza che verificò l'esecuzione dei lavori e la certificazione di prova di reazione al fuoco dei materiali di arredo. Nell'occasione la Commissione espresse parere favorevole all'agibilità del locale concedendo la deroga ministeriale per quanto riguarda i materiali di rivestimento non totalmente coerenti con la normativa di legge e sotto l'osservanza di precise condizioni di esercizio.

Nel contempo la Commissione consigliava di procedere ai lavori di ristrutturazione ai fini della sicurezza con l'installazione di un impianto di rilevazione fumi e antincendio automatico. Furono eseguiti subito i lavori imposti dalla Commissione Provinciale di Vigilanza e fu immediatamente predisposta la composizione della squadra aziendale di Vigilanza anticendio. In data 6 aprile 1983 il Sindaco revocava il provvedimento in data 18/2/1982 con il quale venne sospesa la licenza di esercizio ed autorizzava il Teatro Stabile a riprendere l'attività sotto l'osservanza delle prescrizioni della Commissione Provinciale di Vigilanza sui locali di Pubblico Spettacolo. I posti vennero fissati dalla C.P.V. in 471 in platea e in 144 nei palchi, ma a seguito di una successiva visita della Commissione in data 18 aprile 1983 fu concessa anche l'agibilità della seconda galleria per un massimo di 50 posti. Così il Teatro potè riaprire i battenti e, terminata la stagione teatrale 1983, furono iniziati subito i lavori per la messa a norma.

I lavori eseguiti dal 1° luglio al 1° novembre 1983

In quattro mesi (dal luglio al novembre 1983) il Teatro Carignano si trasformò in un grande cantiere.

Già alla fine del 1982 la Civica Amministrazione aveva deciso di intervenire nel Teatro. Infatti con apposita deliberazione del Consiglio Comunale in data 6 dicembre 1982 furono approvati i lavori di restauro pittorico della sala riguardanti tutti i dipinti, le decorazioni, le superfici laccate e in seguito furono approvate le forniture e le pose di tutti i rivestimenti murali in velluto della sala e dei palchi e delle gallerie, il restauro delle poltrone con la sostituzione dei velluti di rivestimento, la sostituzione del sipario e della moquette della sala, il tutto con nuovi tessuti ignifugati. Quindi la tragedia del Cinema Statuto ha soltanto accelerato l'appalto dei lavori già precedentemente programmati. Già il giorno susseguente la chiusura della Stagione Teatrale 1982-1983 furono immediatamente rimosse le poltrone, la moquette della sala, i rivestimenti murali in velluto dei parapetti dei palchi e delle gallerie, i divisori dei palchi e tutti gli altri rivestimenti murali e venne eretto un ponteggio metallico all'interno della sala portante in sommità l'impalcato per il restauro del dipinto del

soffitto; nel contempo iniziarono i lavori di decorazione di tutti gli elementi dorati. Tralasciando in questa sede i particolari di questi interventi, vengono di seguito esposti i lavori eseguiti ai fini della sicurezza.

Sulla piazza Carignano è stata ricavata un'intercapedine aerata che ha permesso di creare gli accessi diretti, dall'esterno, alla nuova Centrale Termica ed ai nuovi locali (cabina A.E.M., locale di media tensione, locale Gruppo INVERTER, cabina quadro generale di bassa tensione, locale batterie accumulatori) disposti al piano interrato ove in origine era sistemata la falegnameria. Alla centrale termica ora si accede sia direttamente dalla Piazza Carignano attraverso la botola e la scala in acciaio disposta nell'intercapedine, sia attraverso un disimpegno aerato che comunica con il piano interrato.

Al piano terreno sono state realizzate nove uscite di sicurezza per il pubblico. Inoltre sono state installate nove porte tagliafuoco REI 120'. Tutte le uscite dalla sala verso atrii, corridoi, e servizi sono state allargate a cm 120 (2 moduli). In particolare l'uscita dal corridoio centrale della sala verso l'atrio è stato ampliato da 2,65 m a 3,00 m. Tutte le porte delle uscite di sicurezza ora sono dotate di maniglioni antipanico; le uscite verso Piazza Carignano sono state tutte modificate con senso di apertura verso l'esterno ed è stata realizzata una nuova apertura verso la piazza.

Il primo ordine di palchi è servito da 3 scale, due laterali oltre quella che collega il piano con l'atrio d'ingresso. Il secondo ordine di palchi è servito come il precedente dalle 3 scale sopracitate oltre che dalla scala supplementare che sfocia al piano terreno nell'androne sovrastante la centrale termica. (Quest'ultima scala non è stata conteggiata ai fini della sicurezza poiché presenta una larghezza di rampa di m 1,10). Nel foyer retrostante il palco reale sono state realizzate 3 porte a due battenti con apertura verso l'esterno allo scopo di evitare in caso di fuga, l'inserimento degli spettatori dei palchi attigui in un'area senza uscite. Per la stessa ragione si è realizzato al piano del secondo ordine di palchi una sbarra frangifolla in corrispondenza della scala che conduce all'atrio d'ingresso per canalizzare il pubblico.

Verso l'uscita si è realizzato inoltre un nuovo accesso all'alloggio custode e si è provveduto infine alla chiusura con muratura piena della porta di collegamento fra il teatro e la contigua proprietà, verso il ristorante del Cambio. Il piano della prima galleria è servito da 2 scale. La gradinata in legno è stata rimossa ed è stata studiata una nuova disposizione delle poltrone in relazione alla riduzione del numero dei posti concessi dalla Commissione Provinciale di Vigilanza sui locali di Pubblico Spettacolo (C.P.V.). Il piano della seconda galleria è stato interdetto al pubblico in quanto tale piano è privo di scale di sicurezza esterne.

Con la realizzazione delle opere sopradescritte la capienza massima ammissibile è stata fissata dalla C.P.V. in 758 persone così distribuite: 469 in platea, 199 nei due ordini di palchi (con non più di 5 persone per palco e 10 nel palco reale) e 90 nella prima galleria. Le scale di sicurezza dei camerini artisti, di ampiezza 110 cm, hanno causato la limitazione del numero degli attori, del personale di scena, e dei tecnici presenti nella parte del teatro non riservata al pubblico al massimo di 25 persone.

L'ex locale scenografia è stato dotato di sei finestrini apribili a gruppi di tre con comando elettrico. Il teatro è stato dotato di un impianto idraulico antincendio completamente autonomo e separato da quello destinato all'alimentazione dei servizi. Sono stati disposti nuovi idranti fissi sotto pressione, corredati di tubazione di canapa e lancia. A ridosso del teatro, all'esterno nella Piazza Carignano è stata installata una colonna idrante regolamentare per attingimento rapido alla motopompa dei V.F. Sono stati disposti nuovi mezzi portatili di spegnimento in numero di 2 per lato per ogni ordine di galleria e di palchi e di 5 in platea secondo la prescrizione della C.P.V.

Gli impianti elettrici sono stati completamente rifatti e, con la realizzazione dei nuovi locali al piano interrato, la situazione attuale è la seguente. La fornitura dell'energia elettrica agli impianti è effettuata sia dalla rete A.E.M. sia dalla rete ENEL. L'alimentazione principale in bassa tensione (380 V) è assicurata dall'A.E.M. e nei prossimi mesi è in programma una fornitura in media tensione 6300 V che sostituirà l'attuale in bassa tensione. Esiste una alimentazione secondaria su rete ENEL in bassa tensione che alimenta alcuni circuiti luce ed i gruppi autonomi monolampada che assicura la luce di emergenza sia nella platea sia nei corridoi dei palchi, sia nella galleria. La probabilità di interruzione del servizio copre l'intero anno (8760 ore) mentre l'esercizio degli impianti utilizzatori durante gli spettacoli è mediamente di 800 ore annuali. Il quadro di comando e controllo luci di sala è installato in un locale a fianco del palcoscenico, mentre il quadro di comando e controllo principale è installato nella biglietteria su piazza Carignano. Il quadro di regia, ancora da realizzare, sarà installato nella futura cabina prevista nella 1ª galleria in corrispondenza del palco reale sottostante. Nella sala, nei corridoi del 1° e 2° ordine di palchi, nonché nella 1ª e 2ª galleria sono stati installati dei complessi autonomi per la luce di sicurezza la cui accensione avviene per mancanza di tensione sulla rete ENEL. Detti complessi garantiscono un funzionamento continuo di 2 ore e sono equipaggiati con lampada fluorescenza da 6 W. La loro ricarica automatica è assicurata attraverso il circuito ENEL. Alla mancanza di tensione sulla rete A.E.M. si accende automaticamente il proiettore da 1000 W a lampada alogena installato nel lampadario al centro volta in modo da garantire

una buona illuminazione di tutta la sala ed in particolare della platea. Detto proiettore è alimentato dalla rete INVERTER per cui è assicurato il suo funzionamento permanente anche in mancanza di tensione sulle reti A.E.M. ed ENEL. Nuove prese di energia elettrica sono state installate nelle scale e nei corridoi dei palchi, nei camerini, nelle stirerie ed in altri locali sono state installate prese temporizzate (max 5 minuti primi). Sono state inoltre previste prese al secondo ordine di palchi e nella prima galleria con impianto di alimentazione fisso a servizio dei proiettori delle compagnie in modo da evitare collegamenti con cavi volanti. Dette prese sono racchiuse a gruppi in apposite cassette in metallo. È stato eseguito un impianto di dispersione a terra costituito da puntazze collegate fra loro con conduttori di rame.

Il teatro è protetto da un impianto di rilevazione incendio con sensori a bassa radioattività. La Centrale Antincendio equipaggiata con accumulatori autonomi permette una suddivisione delle aree in nove zone ampliabili in caso di necessità a ventuno. Tutti i segnali di allarme pervengono alla centrale ubicata nella biglietteria lato piazza Carignano e da questi trasmessi in forma ottica ed acustica sia nell'alloggio custode sia nell'altra biglietteria (lato Via Roma). Le zone attualmente protette sono: la sala, il palcoscenico, il sottopalco, i locali stireria, i locali scenografia, le cabine. Il comando del sipario tagliafuoco, del velario d'acqua descritto più avanti e delle aperture finestre nella zona graticcia è stato previsto di tipo automatico utilizzando la contemporaneità di stato di allarme dei sensori posti nelle due zone della graticcia. Detto comando automatico può essere reso manuale operando su un settore a chiave posto in cassetta. Due comandi manuali, in parallelo, sono stati installati sul palcoscenico e nei locali quadro luci-sala, entro apposita cassetta chiusa a chiave con vetro facilmente frangibile. In corrispondenza del sipario tagliafuoco sul lato interno verso il palcoscenico è stato installato un impianto a pioggia formato da una tubazione orizzontale con 11 ugelli con portata minima di 9 litri al minuto primo per metro lineare di sipario. Le valvole di funzionamento manuale sono state installate sul palcoscenico e nel locale quadro « luci-sala » in modo da garantire il comando di funzionamento da due punti diversi.

Si è inoltre provveduto alla rimozione di tutte le tappezzerie, tendaggi, materiali di rivestimento delle poltrone e la moquette di pavimentazione. Tutte le pareti dove è stata ripristinata la tappezzeria sono state trapuntate con materassino di lana di roccia ignifugato. Dello stesso materiale sono le imbottiture dei poggiamano delle balconate del Teatro. I setti divisori dei palchi con strutture in legno sono stati ignifugati e rivestiti su entrambe le superfici con teli di lana di vetro. La lana di vetro in teli è stata inoltre utilizzata per la copertura dell'imbottitura in lana di roccia dei poggia mano delle balaustre. Le poltrone e le poltroncine dei palchi sono state realizzate con imbottiture in schiumato a freddo autoestinguente. Tutte le pareti della sala, degli atrii, dei foyer, dei divisori dei palchi, ecc. già precedentemente tappezzate sono state rivestite con velluto di cotone ignifugato. I tendaggi, drappi ecc. sono stati rimossi e sostituiti con altri in velluto di cotone ignifugato. Le poltrone della sala, restaurate e dipinte come in originale, sono state rivestite con velluto di lana identico al precedente ignifugato.

La pavimentazione della sala, dei palchi e dei relativi corridoi, dei corridoi di retro palco, delle salette retrostanti il palco reale, è stata realizzata in moquette di pura lana ignifugata. Il vecchio sipario in velluto di lana è stato rimosso ed è stato sostituito da uno nuovo completo delle nuove passamanerie. Per tutto il materiale di rivestimento è stato fornito alla Commissione Provinciale di Vigilanza sui locali di Pubblico Spettacolo il certificato di reazione al fuoco secondo quanto prescritto dal D.M. del 6/7/1983.

Durante la fase finale dei lavori la Commissione Provinciale di Vigilanza effettuò tre visite in data 18-21-31 ottobre 1983. Con l'ultima visita è stata concessa una nuova agibilità dei locali. Il giorno 18 novembre 1983 è stata inaugurata la stagione teatrale 1983-1984 del Teatro Stabile con il Carignano rimesso a nuovo e soprattutto *più sicuro*, seppure con le limitazioni di capienza imposte dalla Commissione Provinciale di Vigilanza. Per la realizzazione delle opere sopradescritte l'impegno finanziario della Civica Amministrazione è stato di circa un miliardo e mezzo di lire.

LE OPERE ANCORA DA REALIZZARE NEL TEATRO

La Civica Amministrazione ha in programma di continuare la ristrutturazione del Teatro con la realizzazione di altre opere da eseguirsi già in parte nel 1984. Innanzitutto occorre consentire l'agibilità completa del Teatro ed in particolare della seconda galleria ancora chiusa. Saranno pertanto realizzate due nuove scale di sicurezza esterne ai lati dell'edificio, sfocianti nei due cortili laterali (lato via Principe Amedeo e lato Via Cesare Battisti). Tali scale dovranno servire all'esodo delle persone presenti nella seconda galleria ed ai tecnici, personale di servizio ed attori presenti nei camerini. Inoltre la prima galleria sarà trasformata a palchi come era già in origine. I camerini degli artisti saranno oggetto di ristrutturazione e la scala di accesso agli stessi sarà resa regolamentare (larghezza 1,20 m). Sarà normalizzato anche il montacarichi esterno che conduce al piano del palcoscenico ora disattivato perché non a norma e sarà completata la normalizzazione degli impianti elettrici.

A piano interrato sarà ristrutturata la sala delle colonne sottostante il palcoscenico, saranno ricavati

un nuovo foyer e nuovi servizi igienici, nuovi locali e sarà ripristinato lo scalone che attraverso l'atrio su Piazza Carignano conduce al piano interrato. La nuova sala sotterranea potrà essere raggiunta dal foyer al piano terreno sia attraverso lo scalone, sia attraverso la realizzazione di un nuovo ascensore. La sala al piano interrato potrà essere utilizzata a sala conferenze e per mostre temporanee.

Il teatro Carignano così ristrutturato conservato nella sua impostazione originale a testimonianza di un tempo che vedeva Torino al centro della politica e della cultura piemontese ed italiana, potrà ritornare ad essere un punto giusto di riferimento e luogo in cui si svolgono rappresentazioni artistiche e dibattiti culturali, *nella più assoluta sicurezza.*

INTERVENTI EDILIZI EFFETTUATI ALLO STADIO COMUNALE PER L'ADEGUAMENTO ALLE NORMATIVE DI SICUREZZA

Lo Stadio Comunale, realizzato nel 1933, rappresenta un tipico esempio di struttura sportiva di spettacolo che solo con continue operazioni manutentive, di normalizzazione e di conservazione ha mantenuto i 71.160 posti concessi dalla Commissione Provinciale di Vigilanza sui Locali di Pubblico Spettacolo.

Nel passato i principali interventi, effettuati negli anni Sessanta, hanno riguardato la costruzione di 18 nuove scale a servizio dei settori alti delle gradinate e la chiusura con elementi in vetro-cemento del ballatoio in corrispondenza della tribuna coperta.

Più recentemente si è reso necessario abbattere e sostituire, perché pericolanti, le soffittature perimetrali esterne della parte alta delle gradinate e delle tribune, costruire un muro alto 4 m per isolare lo Stadio di calcio dallo Stadio di atletica, risanare il muro perimetrale del complesso sportivo.

Dal 1975 al 1983 le opere di conservazione e normalizzazione hanno comportato:

— il rifacimento della recinzione interna che separa il pubblico dai giocatori e dei separatori fra settori innalzati per l'occasione di 1 m;
— la costruzione di 4 nuovi cancelli: due lungo la Via Filadelfia e due lungo il Corso Sebastopoli per adeguare la dimensione delle uscite alla capienza non solo delle tribune all'antistadio, ma anche dall'antistadio alle strade perimetrali;
— la realizzazione di nuovi cancelli di accesso al campo di calcio per consentire l'accesso al campo di 7500 persone in occasione di spettacoli e manifestazioni non sportive;
— la revisione ed il rinforzo delle 546 ringhiere frangifolla situate nella parte alta delle gradinate delle due curve e del rettilineo opposto alle tribune;
— rialzamento delle ringhiere di parapetto a minimo 1 m nelle curve e nel rettilineo del settore distinti centrali;
— posa in opera di ringhiere frangifolla longitudinali alle scale di larghezza superiore a 3 m.

La Commissione Provinciale di Vigilanza sui Locali di Pubblico Spettacolo con verbale in data 25/11/1982 ha prescritto una serie di interventi, già effettuati per quanto riguarda le strutture edilizie, che hanno consentito di conservare l'agibilità dello Stadio. Nel suddetto verbale si prescriveva tra l'altro:

— di esibire il certificato dell'avvenuta prova di carico da effettuarsi in tutti i solai di calpestio, scale, gradinate ecc.;
— di produrre una relazione tecnica generale sulle condizioni di manutenzione e di stabilità dell'impianto;
— di intraprendere una serie di interventi riguardanti soprattutto il restauro conservativo delle strutture portanti.

A seguito di tali prescrizioni si è provveduto immediatamente all'esecuzione delle prove di carico richieste, al rifacimento dei giunti di dilatazione. Si è inoltre proceduto ad affidare ad un professionista, l'ingegner Luigi Quaranta, l'incarico del collaudo delle strutture e della eventuale progettazione delle opere urgenti di consolidamento. L'incarico è stato portato a termine dapprima con una relazione che collaudava positivamente la struttura a condizione che fossero realizzate opere di sostegno in ferro per rendere indipendente la struttura della tribuna coperta da quelle delle due curve al momento collegate da giunti di tipo «Girber». In seguito alla realizzazione suddetta l'ingegnere incaricato ha consegnato una relazione in cui conferma che le strutture dello Stadio Comunale sono da considerarsi agibili sotto il profilo statico e sono atte alla destinazione d'uso, alla unica condizione che le opere di restauro strutturale (ricoprimento di ferri con malta cementizia di elevata aderenza ed antiritiro, previa sabbiatura, passivazione e ripristino delle sezioni) proseguano senza interruzione fino al loro completamento. In seguito è stato regolarmente consegnato il certificato di collaudo.

Per quanto riguarda le opere di restauro strutturale esse sono proseguite interessando i corridoi, le scale ed i parapetti dei due rettilinei e delle curve al piano di campagna oltre a quelli del piano a quota +4,00 m. L'operazione relativa alle curve alla stessa quota sarà iniziata nei prossimi giorni.

Alcuni aspetti della sicurezza in un teatro lirico

Silvano COVA (*)

Il Teatro Regio è un complesso teatrale che impegna circa 350 persone delle quali un centinaio sono tecnici. Nella gestione di una struttura di queste dimensioni si ritrovano problematiche differenti e a volte contrastanti: l'attività teatrale legata come cultura ed attenzione allo spettacolo e l'attività industriale che deve tener conto dell'impiantistica, dei programmi di manutenzione, dei servizi e delle leggi. In un teatro questi due mondi così diversi per provenienza e cultura devono convivere e reciprocamente accettarsi. Non rimane estraneo a questo conflitto neppure il problema della sicurezza.

Nell'ambiente teatrale porre l'attenzione sul problema della sicurezza è particolarmente difficile, soprattutto nell'attività legata al palcoscenico, durante la lunga e complessa fase di costruzione degli allestimenti e delle scene e d'esecuzione delle prove.

Altri interventi hanno trattato dei locali di pubblico spettacolo per quanto riguarda la sicurezza del pubblico e pertanto in questa relazione si vogliono evidenziare alcuni problemi relativi alla gestione di un complesso teatrale qual è il Teatro Regio ed in particolare, la difficoltà di applicazione di alcune norme di legge e l'organizzazione dei controlli e delle verifiche che devono essere eseguiti agli impianti ai fini della sicurezza.

DIFFICOLTÀ DI APPLICAZIONE DELLA NORMATIVA

I principali riferimenti normativi che trovano applicazione nell'attività teatrale sono quelli relativi a:

— la prevenzione degli infortuni;
— l'igiene del lavoro;
— l'antincendio.

La prevenzione degli infortuni

Il riferimento normativo principale è il D.P.R. 27/4/1955 n. 547 che trova piena applicazione nell'attività teatrale, essendo occupati in teatro lavoratori subordinati la cui definizione è contenuta nell'art. 3 dello stesso D.P.R. Non ci soffermiamo sulle difficoltà di applicazione di questo D.P.R. nelle attività tradizionali quali: la falegnameria, l'officina meccanica, la scenografia, la sartoria, ecc., poiché è possibile trovare precisi riferimenti ed esperienze in numerose attività industriali. Vogliamo soffermarci invece, sulle difficoltà di applicazione di alcuni articoli di questo D.P.R. nelle attività svolte esclusivamente in un Teatro ed in particolare sul palcoscenico. Anche qui è possibile distinguere due diversi momenti:

— quello relativo alla fase di costruzione degli allestimenti, che vede impegnati solamente i tecnici: i macchinisti, gli attrezzisti, gli elettricisti e a volte i falegnami, cioè il personale specializzato che conosce le attrezzature e gli impianti e che non è legato nel comportamento alle esigenze sceniche;
— quello relativo alle prove di scena ed allo spettacolo, che vede impegnati gli attori, i cantanti, il coro, le comparse, cioè l'insieme delle masse artistiche che si muovono sul palcoscenico seguendo le disposizioni date dal regista e dal Direttore di Scena. In alcune opere le masse artistiche possono raggiungere numeri considerevoli, superiori alle cento persone, e, nella maggior parte dei casi, non conoscono gli impianti o comunque hanno l'attenzione totalmente rivolta alle esigenze della scena e dello spettacolo e non certo a quelle degli impianti e della sicurezza.

Sono situazioni distinte che pongono differenti problemi di applicazione del D.P.R. n. 547/55. L'art. 27 prevede che le impalcature, le passerelle, i posti di lavoro e di passaggio sopraelevati debbano essere provvisti, su tutti i lati aperti, di parapetti normali alti un metro con arresto al piede o di altri sistemi di difesa ad essi equivalenti. È possibile asserire che l'applicazione rigida di tale articolo impedirebbe di fatto la costruzione di gran parte degli allestimenti, per i quali si rende necessario predisporre piani di transito o passerelle sopraelevate alle quali non è possibile di norma applicare al momento della costruzione le protezioni richieste dall'articolo sopra citato. In questa fase di lavoro ci troviamo in una situazione maggiormente riconducibile ad un cantiere edile in fase di allestimento delle opere provvisionali, con un processo cioè di continua evoluzione e modifica delle strutture e degli impianti, sia durante la costruzione vera e propria delle scene, sia durante i cambi di scena, fra atto e atto, che comportano per la sostituzione degli allestimenti lo smontaggio ed il relativo montaggio degli stessi.

Parrebbe più opportuno, in tali circostanze, avere come riferimento il D.P.R. 7/1/1956 n. 164 che si applica alle attività concernenti l'esecuzione dei lavori di *costruzione, manutenzione, riparazione e demolizione di opere fisse, permanenti o tempora-*

(*) Ingegnere, Direttore Tecnico del Teatro Regio di Torino.

nee in muratura, in cemento armato, in metallo, in legno o in altri materiali [...] e che all'art. 16 prevede l'adozione di adeguate impalcature, o ponteggi o idonee opere provvisionali o comunque precauzioni atte ad eliminare i pericoli di caduta, per lavori eseguiti ad una altezza superiore ai due metri. Il legislatore introduce, con l'art. 16, il limite di due metri come riferimento per l'adozione di opere provvisionali nella consapevolezza della difficoltà connessa alle lavorazioni che si svolgono in un cantiere edile, e la riprova dell'utilizzo di questo riferimento è data dall'art. 51 dello stesso D.P.R. che consente l'impiego di ponti su cavalletto senza parapetti, a condizione che abbiano il tavolato di calpestio ad altezza inferiore ai due metri.

Nella fase di costruzione di una scena, ma soprattutto nella fase di cambio di scena, che il più delle volte deve essere eseguito in pochi minuti, la prevenzione contro i pericoli di caduta può essere realisticamente adottata impedendo situazioni che determinino la presenza di lavoratori su piani aventi dislivelli superiori a due metri, limitando sotto tale misura gli eventuali piani rialzati, o adottando in caso contrario parapetti o protezioni equivalenti. Occorre subito dire che, una tale condizioni di sicurezza può essere rispettata solo se viene costantemente tenuta presente in fase di progettazione dell'allestimento.

È necessario cioè che i progettisti degli allestimenti, cioè i bozzettisti, gli scenografi, i registi, si pongano a monte il problema della sicurezza dei tecnici e delle masse artistiche, così come lo devono fare i costruttori di impianti o di macchine, sotto l'imposizione dell'art. 7 del D.P.R. n. 547 che ne prevede l'obbligo e la responsabilità.

Lo stesso problema compare, con aspetti diversi, quando la scena è stata costruita o montata. In questo caso, l'art. 27 dovrebbe essere rispettato in modo rigido, tenendo conto che, subentrano le masse artistiche con la differenza di comportamento già esposto e che i problemi tecnici connessi alla costruzione sono superati e che pertanto ci si trova in presenza di un impianto fisso. Ma a questo punto subentrano le esigenze sceniche dei registi e dei bozzettisti, la cui attenzione diviene ancora più rivolta ad animare la scena in modo spettacolare, ed è in questa fase che in genere i rapporti tra i tecnici ed i registi peggiorano con la sensazione, da parte dei tecnici, di essere considerati noiosi ed aridi ostacoli alle libere espressioni dell'artista. È indubbio che un parapetto normale alto un metro, con corrente intermedio, e tavola fermapiede di cm 15 non si inserisce in modo gradevole nell'allestimento del Parsifal o nella apparizione dei tre fanciulli del Flauto magico o durante gli scontri armati sulle mura di Gerusalemme del Nabucco. Così come non arebbe bello vedere Romeo che saluta Giulietta scendendo dal balcone del palazzo medioevale agganciato ad una cintura di sicurezza con bretelle e fune di trattenuta di lunghezza superiore a m 1,50, come prevede l'art. 10 del D.P.R. n. 164/56. Però è altrettanto vero che i rischi di caduta esistono e che accorgimenti di prevenzione devono essere adottati.

Un preciso tentativo di conciliare il D.P.R. n. 547 con le esigenze sceniche è stata effettuata dal legislatore con il D.P.R. 20/3/56 n. 322 che si applica nell'industria della cinematografia e della televisione. Nell'art. 17 questo D.P.R. ammette che, quando non possono apparire, per esigenze sceniche, i mezzi di sicurezza previsti dalle vigenti norme generali e speciali di prevenzione infortuni, debbono essere adottate idonee cautele per salvaguardare l'incolumità dei lavoratori. Nell'art. 18 precisa che, quando vi sono particolari rischi di incidenti per l'alto numero di persone impegnate o per altre cause, devono essere edotti i lavoratori mediante idonee segnalazioni dei rischi specifici cui sono esposti, delimitando con segnali evidenti i movimenti delle masse e le zone di pericolo. Sempre l'art. 18 precisa che: *se i segnali non devono apparire nel campo scenico, i lavoratori devono essere guidati da persone a conoscenza dei pericoli inerenti all'azione da riprendere e degli spostamenti*.

Possiamo osservare lo sforzo che il legislatore ha fatto per tenere conto della specificità della situazione soprattutto nell'art. 18, quando consente per esigenze sceniche anche l'omissione di segnalazione di pericolo, affidando la sicurezza unicamente alla conoscenza dei pericoli esistenti, rendendo così più ampia la possibilità dell'intervento preventivo, che invece il D.P.R. 547 limita all'adozione del parapetto, cioè alla protezione totale del posto di lavoro. Occorre rilevare però che le condizioni di lavoro fra un campo scenico di ripresa cinematografica ed un posto di lavoro quale il palcoscenico, sono diverse ed in un certo modo non confrontabili per i differenti spazi entro cui si svolge l'azione, anche se è pur vero che analoghe ne sono le esigenze sceniche.

I ponti mobili

In tutti i teatri moderni, il palcoscenico è costituito da un insieme di ponti mobili che consentono la sopraelevazione o la discesa delle scene rispetto al piano di palcoscenico. Questi ponti possono essere ad azionamento idraulico o meccanico, ma tutti hanno la caratteristica di determinare durante il loro movimento situazioni con pericolo di caduta e di cesoiamento.

Si può disquisire sul fatto che una tale apparecchiatura sia assimilabile solo ad un pavimento con conseguente applicazione dell'art. 8 del D.P.R. n. 547 o se debba essere considerato un apparecchio di sollevamento e pertanto soggetta al Titolo V dello stesso D.P.R. Resta di fatto che appare estremamente difficoltosa l'applicazione sia dell'art. 8 che dell'art. 27 quando si è in fase di preparazione delle

scene, cioè quando generalmente necessita il movimento dei ponti. È infatti impossibile l'allontanamento totale dei lavoratori dalla zona di pericolo, che in questo caso è l'intera area del palcoscenico ed ancor più difficoltosa è l'applicazione dei parapetti ai singoli ponti, precauzione che comunque non elimina la possibilità di cesoiamento ed anche di caduta.

È indispensabile ottenere la sicurezza applicando misure alternative legate all'organizzazione del lavoro con procedure definite e vincolanti, ma sarebbe auspicabile che tali norme venissero precisate dal legislatore essendo i ponti di palcoscenico analoghi e necessari per tutti i teatri.

Tiri di scena

Un altro argomento delicato sono i tiri di scena, cioè i mezzi di sollevamento dei vari componenti della scena: i fianchi armati, gli spezzati, i soffitti, i fondali, ecc., che sono strutture di tela armata su legno, o costruite tutte di legno, comunque strutture che possono raggiungere pesi considerevoli che rimangono appesi alla griglia sopra il piano di palcoscenico, essendo parte integrante degli allestimenti delle varie scene. Questi componenti sono montati in genere ad ogni cambio di scena o durante la fase di preparazione.

La particolarità è che essendo sospesi sopra il palcoscenico, sotto di essi sono costretti a transitare o sostare sia i tecnici che le masse artistiche, non certo nel pieno rispetto dell'art. 186 del D.P.R. n. 547, che non consente il passaggio o la manovra dei carichi sopra i lavoratori e sopra i luoghi per i quali la caduta del carico possa costituire pericolo. Anche in questo caso la sicurezza deve essere garantita con accorgimenti specifici, adottanto particolare attenzione ai criteri di sicurezza degli attacchi, e delle funi, ma rimane impossibile, il pieno rispetto dell'art. 186 del D.P.R. n. 547.

Per concludere l'argomento della prevenzione infortuni, possiamo evidenziare i due principali aspetti che sono emersi negli esempi riportati: evidenziare la necessità di una normativa specifica che tenga conto delle esigenze dei Teatri Lirici e dei Teatri in genere, per superare la situazione attuale, nella quale l'unico D.P.R. applicabile risulta il D.P.R. 547, di cui alcuni articoli risultano di fatto inapplicabili o per lo meno vincolanti al punto tale da non consentire lo svolgimento dell'attività teatrale.

Questa nuova normativa dovrebbe inoltre inserire come soggetti attivi i bozzettisti ed i registi realizzatori degli allestimenti, così come l'art. 7 del D.P.R. 547 coinvolge nelle responsabilità i costruttori di macchine ed impianti, perché inseriscano nella fase di preparazione degli allestimenti e di regia dello spettacolo il parametro relativo alla sicurezza, non affidandone la responsabilità unicamente al dirigente tecnico od al gestore del Teatro.

L'igiene del lavoro

Abbiamo visto quante difficoltà ci siano nell'applicare il D.P.R. n. 547 in un teatro. Non minori sono le difficoltà di applicazione del D.P.R. del 9/3/1956 n. 303 relativa all'igiene del lavoro, ma in questo caso non per carenza di normativa, bensì per il fatto che all'interno del Teatro si svolgono numerose attività, a volte con caratteri di saltuarietà, ma che comunque richiedono, per il tipo di sostanze usate, le precauzioni ed il controllo medico dei lavoratori analogo a quello di una industria del singolo settore. Così ad esempio: in officina meccanica con i tradizionali problemi di aspirazione dei fumi di saldatura, la falegnameria con le polveri di legno, nella scenografia dove l'applicazione dell'art. 20 durante la pittura delle scene o l'incollaggio degli ornamenti appare quanto mai problematica, nella calzoleria che impegna quantitativi irrilevanti di collanti, ma che per quantità di rischio è assimilabile ad un calzaturificio, nella parruccheria dove il problema delle lacche è stato risolto drasticamente ritornando al pennello ed allo spruzzo manuale, nella sartoria dove si lamenta di dover smacchiare unicamente con acqua e sapone, unica soluzione imposta, per evitare inutilizzati impianti di aspirazione o visite mediche trimestrali dovute alla presenza di solventi clorurati nelle bombolette dello smacchiante « Via Va » e così via.

In una situazione così variegata, la strada più sicura, per i problemi dell'igiene è il ritorno al primitivo, cioè all'eliminazione per il possibile, delle sostanze che risultano particolarmente nocive.

Ma in un Teatro la croce di ogni responsabile tecnico o gestore, credo rimanga il condizionamento dell'aria. Al di là di ogni considerazione sulla bontà o meno degli impianti rimane quasi impossibile conciliare le esigenze sacrosante dei vari gruppi che operano in teatro, così come difficoltosa è la gestione della sala con il pubblico presente nelle varie stagioni dell'anno. In particolare, gli artisti del coro, i professori d'orchestra ed i ballerini, oltre che i cantanti hanno esigenze estremamente precise ed a volte contrastanti tra loro, cosicché spesso il benessere degli uni non corrisponde al benessere degli altri, il professore che suona l'arpa si lamenta di dover accordare lo strumento se l'umidità relativa è al valore richiesto per gli strumenti a fiato, l'artista in costume si lamenta del caldo nello stesso momento in cui il ballerino si lamenta del freddo.

Né può aiutarr molto, in questo senso, il riferimento normativo che risulta essere il D.M. 18/5/1976 che stabilisce unicamente la portata e la velocità dell'aria che deve essere garantita dagli impianti e fissa il valore di temperatura a 18-20°C e di umidità relativa al 40-60%, oppure la differenza di 7°C rispetto all'esterno nei periodi estivi. Non rimane che tenere una attenzione premurosa nelle varie situazioni, cercando di effettuare il maggior numero pos-

sibile di controlli, cercando di rendere gli impianti il più possibile dotati di sistemi di controllo automatici.

I materiali degli allestimenti scenici

L'art. 3 del D.M. 7/7/1983 sostituisce l'art. 181 della Circolare 16/51, già modificato nella procedura con Circolare 12 del 24/1/1963 che prevedeva: *l'arredamento deve essere realizzato con materiale resistente al fuoco* ed impone per gli allestimenti scenici la Classe 2, consentendo Classi superiori solo alla condizione che il gestore garantisca misure di sicurezza particolari. È possibile affermare che in un allestimento di un'opera lirica la quantità e la varietà di materiali impiegati non consentono un controllo della classe dei vari materiali e pertanto non rimane che adottare gli accorgimenti necessari per ottenere lo svincolo dalle classi di reazione al fuoco.

È pensabile che in futuro possa essere applicato un limite di classificazione, ma ciò potrà avvenire unicamente quando ogni prodotto messo in commercio abbia la sua classificazione e quando sarà possibile effettuare trattamenti di ignifugazione in grado di non modificare la parte dipinta delle varie scene. Per ora è invece fondamentale che tutti i Teatri Lirici si attrezzino in modo da garantire con il servizio di sorveglianza e con gli impianti di segnalazione o di spegnimento antincendi la possibilità di impiego dei vari allestimenti con materiali di classe superiore alla seconda.

VERIFICHE E CONTROLLI

Nell'esercizio di un teatro ed in genere di un locale di pubblico spettacolo assumono una particolare rilevanza, ai fini della sicurezza, le verifiche ed i controlli degli impianti. La stessa Circolare n. 16 del 1951 ha numerosi riferimenti che precisano il tipo di intervento e la periodicità dei controlli con una attenzione che non trova eguale nella normativa di sicurezza relativa agli ambienti di lavoro ad eccezione di quella riferita agli impianti elettrici. A riguardo il D.P.R. n. 547 nell'art. 374 precisa che gli impianti, le attrezzature e gli apprestamenti di difesa devono avere i necessari requisiti di resistenza e di idoneità ed essere mantenuti in buono stato di conservazione e di efficienza. Più dettagliato è il D.P.R. 322/56 che con gli art. 8 e 9 affronta l'aspetto del riutilizzo delle opere e degli allestimenti scenici ed in genere dei materiali dopo i periodi di inattività.

Indubbiamente è un problema la verifica della sicurezza delle strutture degli allestimenti provenienti da altri teatri, dei quali non si è a conoscenza dei criteri adottati nel dimensionamento e nella costruzione. È pur vero che è sempre un costante riferimento l'art. 7 del D.P.R. n. 547 che richiama anche nel noleggio la responsabilità del rispetto delle norme di sicurezza e della affidabilità delle strutture, ma è certo difficile sia per chi affida ad altri il montaggio dei propri allestimenti, sia per chi monta allestimenti costruiti da altri, avere un controllo ed una completa garanzia della sicurezza delle strutture e degli impianti.

Differente, anche se non meno complesso, è il problema dei controlli da effettuare sugli impianti; questi controlli interessano principalmente gli impianti elettrici, gli impianti antincendio e le uscite di sicurezza.

Per gli impianti elettrici la normativa di riferimento sono le norme CEI fascicolo 11.2, specifica per i locali di pubblico spettacolo, che risalgono al 1957 e le norme 11.13 per i locali di pubblico spettacolo all'aperto del 1962. Ma la novità più importante è la nuova norma CEI, per ora contenuta nel progetto P. 340, che ha già terminato l'iter dell'inchiesta pubblica e che costituisce una pre-norma estremamente utile come riferimento.

Vengono qui di seguito elencate le verifiche che la normativa esige per i locali di pubblico spettacolo, fra le quali è già stato inserito quanto richiede il nuovo progetto P. 340, ritenendo utile, per l'importanza degli impianti elettrici nell'ambito della sicurezza, applicare in via preventiva tutte le indicazioni conosciute anche se per ora non imposte da norme di legge.

A) *Verifiche da effettuare ad ogni spettacolo.*
— Art. 190 della Circolare 16/51 - Controllo degli avvisatori e degli apparecchi di segnalazione.
— Art. 193 della Circolare 16/51 - Ispezioni di controllo delle vie d'uscita.
— Art. 194 della Circolare 16/51 - Ispezione a fine spettacolo dei locali.
— Allegato A della Circolare 16/51. Punti 3.03 e 3.05 - Controllo dell'impianto elettrico dell'illuminazione di sicurezza.
— Art. 177 della Circolare 16/51 - Manovra di prova del sipario tagliafuoco durante lo spettacolo e relativa chiusura al termine.

B) *Verifiche settimanali.*
— Allegato A della Circolare 16/51. Punto 3.04 - Controllo delle condizioni dell'isolamento dell'impianto elettrico.
— Progetto CEI P. 340 - Controllo dell'efficienza dell'impianto elettrico di sicurezza e, di conseguenza, controllo dell'avviamento del gruppo generatore autonomo.

C) *Verifiche mensili.*
— Allegato A della Circolare 16/51. Punto 1.08 - Verifica della capacità di mantenimento dell'impianto di sicurezza (due ore) e manutenzione e controllo delle batterie di accumulatori.
— Art. 166 della Circolare 16/51 - Prevede la puli-

zia ed il controllo delle camere a polvere degli impianti di condizionamento. Per gruppi di condizionamento a filtri si effettua la sostituzione settimanale dei filtri.
— Art. 179 della Circolare 16/51 - Manutenzione periodica dei meccanismi inerenti il sipario tagliafuoco (può essere effettuata o da personale interno specializzato e competente o da ditte esterne).

D) *Verifiche semestrali.*
— Progetto CEI P. 340.6.201 - Verifiche dell'integrità dei corpi illuminanti di sicurezza.

E) *Verifiche annuali.*
— Art. 178 della Circolare 16/51 - Controllo dell'impianto elettrico e del gruppo motore, freno, argano, ecc., del sipario tagliafuoco.
N.B. - La verifica annuale deve essere effettuata anche dal SISL (organo pubblico che ha sostituito l'ENPI). Occorre richiederne ogni anno l'intervento.
— Allegato A della Circolare 16/51. Norme CEI fascicolo 11.2, Punto 7.1.08 - Verifica dell'impianto elettrico prima dell'inizio di ogni stagione.
N.B. - Per le norme CEI, la verifica deve essere effettuata da un *tecnico competente estraneo al personale autorizzato*. Per la Circolare 16 da *un tecnico dell'Associazione Nazionale della Prevenzione degli Infortuni*, che potrebbe leggersi ex ENPI e quindi SISL.
— Art. 166 della Circolare 16/51 - Controllo dei dispositivi di intercettazione automatica dell'impianto di condizionamento (serrande tagliafuoco).

F) *Verifiche biennali.*
— Art. 40 D.P.R. n. 547 - Verifica dell'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche.
— Art. 328 D.P.R. n. 547.
— Progetto CEI P. 340 - Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti. Impianto di messa a terra.
N.B. - Entrambe queste verifiche devono essere effettuate anche dal SISL e pertanto occorre richiederne l'intervento.

G) *Verifiche quinquennali.*
— Art. 328 D.P.R. 547 - Verifica degli impianti di messa a terra delle cabine elettriche.

H) *Registro delle avarie agli impianti.*
— Norme CEI fascicolo 11.2, Punto 7.1.09 - È prevista una registrazione delle avarie che si verificano sugli impianti elettrici.

I) *Registro delle modifiche.*
— Allegato A della Ccrcolare 16/51. Punto 3.02 - È richiesto un registro delle modifiche che vengono apportate agli impianti elettrici.

Biblioteche e spazi di uso collettivo

Luciano SAVOINO (*)

Il tema dell'ottenimento di spazi universitari di uso collettivo, cioè destinati ad un notevole numero di utenti, quali biblioteche, aule di lezione, laboratori, e che presentino requisiti costruttivi e d'impianto tali da poter essere considerati legalmente *sicuri* sotto ogni aspetto, o quanto meno, da possedere, attraverso una efficiente prevenzione che tuttavia ne garantisca parallelamente la funzionalità, caratteristiche accettabili di un livello di rischio possibile, si pone in tutta la sua complessità, con diverse e numerose sfaccettature e sfumature.

(*) Architetto, Responsabile Divisione Tecnica Università di Torino.

Nel caso di progettazione ex novo, su area libera o resa libera da costruzioni, l'applicazione dei criteri di prevenzione appare un compito che, seppur arduo e da svolgersi con estrema attenzione, è risolvibile con la specifica conoscenza e professionalità del progettista ed il continuo contatto di quest'ultimo con i tecnici degli Enti Locali di controllo; in proposito non dovrebbero sorgere difficoltà insormontabili; sempreché il progettista non si trovi costretto da pregiudiziali troppo rigide quali, ad esempio, l'inidoneità dell'area ove deve sorgere il nuovo edificio (alla cui scelta solitamente non partecipa), la concessione di tempi di progettazione che, per essere eccessivamente brevi, non consentono un analitico e ragionato censimento delle esigenze e quindi delle

modalità di svolgimento delle medesime in un ambito di totale sicurezza e spesso i limiti finanziari del tutto inadeguati, definiti su scala nazionale e stabiliti di norma in epoca anteriore allo studio tecnico e alla conseguente valutazione economica dell'opera.

In relazione a tale ultimo punto è da sottolineare la particolare incidenza della spesa derivante dalla realizzazione a norma di impianti strutturali e tecnologici, fenomeno che incrementa decisamente gli usuali parametri unitari di costo dell'edilizia pubblica, da tempo noti (ma non ancora sottoposti ad un processo di aggiornamento), alle componenti politiche che operano sul piano decisionale dei finanziamenti. Di conseguenza, per realizzare un nuovo edificio, i tempi di attuazione sono estremamente lunghi e comunque proporzionati allo stillicidio dei contributi progressivamente assegnati per riconosciute necessità; si procede per stralci successivi, definiti, spesso impropriamente, «lotti funzionali», tra enormi difficoltà e lungaggini burocratiche e spesso si supera il decennio tra l'inizio dei lavori e la loro ultimazione, decennio durante il quale si aggiornano e si adeguano non solo le normative di legge in materia di sicurezza ma certamente anche le esigenze dell'utente universitario, che, dell'evoluzione delle normative stesse, può contribuire a divenire l'elemento innescante.

In fase progettuale e sempre nell'ipotesi di nuovi insediamenti, appare decisamente auspicabile, e soprattutto per spazi di uso collettivo, l'adozione di sistemi e di tecniche costruttive di tipo modulare, con impianti distributivi ideati a sviluppo tendenzialmente planimetrico, per consentire un elevato grado di elasticità di trasformazione e, in parallelo, per conseguire più correttamente i requisiti di sicurezza; in altri termini il costruendo contenitore non è più da considerarsi un monumento senza tempo, ma deve vivere la dinamicità della stessa vita dinamica del suo fruitore. È inoltre frequentissimo il caso riguardante l'inserimento di dette strutture di uso collettivo in contenitori esistenti, svuotati dai precedenti occupanti ed assegnati all'Ente, come è altrettanto comune il problema di progettare adeguamenti di locali di tal genere in impianti strutturali già in uso.

Trascuro il primo caso della progettazione ex novo, che purtroppo all'Università di Torino appare episodica e non sistematica sia per le già citate ragioni di ordine economico sia per scelte politiche esterne, ed esamino, nelle loro linee essenziali, le altre due ipotesi che presentano identiche difficoltà sormontabili non tanto in virtù della fredda e logica applicazione di articoli di legge e di normative varie, ma grazie esclusivamente allo studio particolareggiato ed a livello collaborativo tra i tecnici dell'Ente committente, e quelli degli Enti di controllo, quasi si trattasse della risoluzione di un sistema di equazioni a più incognite. Una delle principali di esse, da considerarsi quasi senza soluzione se traslata nel tempo, è rappresentata dall'evidentissimo contrasto originato dal rapporto tra la dinamica delle esigenze e la statica delle strutture a disposizione. Per esigenze dinamiche intendo le oscillazioni del numero degli utenti sia nella loro globalità (numero degli studenti iscritti soprattutto, ma anche dei docenti e dei non docenti), sia in riferimento al corso di laurea prescelto (sono infatti sensibilissime, di anno in anno, le fluttuazioni degli iscritti tra le varie Facoltà), il costante tasso di incremento del materiale bibliografico e di emeroteca, la continua e pressante evoluzione della metodologia della didattica e della ricerca scientifica che dà origine a periodiche e sostanziali modifiche delle attrezzature di laboratorio e quindi alle derivanti tecnologie applicative e sperimentali.

Sono questi esempi di variabili per le quali ogni previsione, anche se confortata da indagini statistiche tendenti ad un minimo di programmazione, rischia di essere sconfessata in tempi brevissimi; un laboratorio oggi a norma può necessitare di immediati interventi per la sicurezza se vi si installa una apparecchiatura in grado di emanare radiazioni ionizzanti da cui ci si protegge applicando le note e specifiche disposizioni legislative, come pure un'aula di lezione o la sala di lettura di una biblioteca, definite *sicure* sotto ogni aspetto al termine dell'anno accademico, rischiano di essere considerate inagibili per insufficienza di spazio all'inizio dell'anno accademico successivo in virtù dell'incrementato numero di studenti che a buon diritto richiedono, e spesso ottengono, di accedere ai locali per poter partecipare alle lezioni o per consultare materiale bibliografico.

Altra variabile è rappresentata dal processo riformatore riguardante in generale l'istruzione universitaria; ad esempio, è entrato in vigore ed è in fase di attuazione il nuovo ordinamento dipartimentale che si inserisce in strutture edilizie nate per organizzazioni diverse. Occorre fronteggiare l'assoluta necessità di procedere alla aggregazione ed alla centralizzazione di servizi di uso collettivo ora dislocati in più sedi e, nella stessa sede, in maniera del tutto eterogenea.

Tali variabili danno origine a vere situazioni di incompatibilità se rapportate ai caratteri distributivo-strutturali dei contenitori disponibili, normalmente rigidi e vincolati non solo come impianto ma anche da indubbie caratteristiche monumentali e culturali, alcuni realizzati nel '700, altri nell'800, altri ancora nei primi del '900, a volte con finalità del tutto diverse da quelle universitarie oppure per una attività universitaria che, se paragonata a quella attuale, può definirsi solamente «storica».

Alcuni di tali contenitori sono effettivamente da considerarsi inidonei o del tutto irrecuperabili per lo svolgimento della funzione universitaria in un'ottica di sicurezza per il fruitore e quindi l'ipotesi di un loro abbandono (o quanto meno la tesi di sottoporli ad un sostanziale processo di decompressione di

utenza), e della conseguente realizzazione di nuove ed adeguate sedi è da considerarsi proprio un'operazione finalizzata in tal senso e non certo, almeno non solo, un'iniziativa per conseguire insediamenti più razionali o decorosi. È comunque da tener presente l'obbligo morale, oltreché legale, di rendere sicuri durante il loro periodo di utilizzo anche gli edifici che, in virtù del concetto suesposto, sono destinati ad essere abbandonati o decompressi, periodo di utilizzo estremamente lungo, come già detto, essendo tali i tempi di realizzazione di nuove sedi.

Altro aspetto del problema è rappresentato dal tipo di fruizione non certo omogeneo degli edifici ove, in uno stesso stabile, si distribuiscono su più piani ed in modo irrazionale, anche sotto il profilo statico, aule di lezione di oltre 400 posti (paragonabili quindi a sale di proiezione e non a caso si richiamano le stesse norme in materia di sicurezza), biblioteche con oltre 300-400.000 titoli, in fase di continua crescita, laboratori con utilizzo delle più diverse energie e strumentazioni, rapportabili a volte a piccoli insediamenti di industrie chimiche o meccaniche. Appare infatti estremamente difficoltoso ottenere la sicurezza in tali edifici, a meno che, con decisivi ed onerosissimi interventi di tipo demolitorio e di successiva ricostruzione, si possa procedere ad una netta differenziazione d'uso delle superfici disponibili, che consenta almeno l'aggregazione degli spazi collettivi aventi identica destinazione, semplificando di molto l'attuazione degli interventi a garanzia dell'utente. Tra l'altro non è certamente da sottovalutare, anche se non è una questione che riguarda in modo particolare la sicurezza, l'indubbio risparmio nei costi di gestione, la riduzione del personale occorrente e, in definitiva, la fornitura di un servizio più razionale ed efficiente; in sostanza, nella maggior parte dei casi, l'intervento finalizzato alla sicurezza si accompagna al conseguimento di strutture più funzionali per la collettività.

Sono inoltre da prendere in opportuna considerazione i lunghi tempi di pratico realizzo delle opere di adeguamento (in netto contrasto con l'immediata validità delle normative di legge), e derivanti dalle già ricordate difficoltà di progettazione (il tecnico praticamente lavora come un chirurgo con il suo bisturi), dal reperimento dei fondi, dal superamento di tutte le complesse procedure burocratiche ed infine dall'effettiva esecuzione delle opere in edifici già freneticamente funzionanti (temporanei trasferimenti presentano difficoltà di ogni genere, quasi insormontabili), senza interromperne l'esercizio e procurando al più il minimo disagio.

Nella fase di pratica attuazione dei lavori, le sedi, seppur manifestamente considerate inagibili, sono in uso e le responsabilità derivanti dall'essere testimone sensibilizzato di una situazione potenzialmente illegale e le conseguenti implicanze di ordine giuridico, ricadono sull'Amministrazione Universitaria, da un lato, costretta ad ottemperare alla vigente normativa in materia di sicurezza e quindi con l'obbligo morale oltreché legale a valersi esclusivamente di strutture edilizie *sicure* e dall'altro, a rispettare, secondo indilazionabili scadenze, i propri compiti istituzionali.

L'esame in chiave più squisitamente tecnica del tema oggetto del presente intervento, non è ipotizzabile in questa sede, soprattutto in considerazione della vastità dell'argomento rapportata al tempo concesso, limite da me ancor più sacrificato dalla sentita necessità personale di aver voluto evidenziare, una lunga serie di riflessioni e di rilievi di cui ritengo si debba dar credito pregiudizialmente per tradurre in realtà il fine preposto.

Per l'analisi sistematica dei vari aspetti del problema mi riferisco ai contenuti espressi dai più qualificati Relatori del Seminario ed alle numerosissime collane di testi ove è possibile reperire in merito ogni disposizione, norma di legge o circolare, lamentando tuttavia la grave mancanza di un sicuro, aggiornato e sistematico riferimento legislativo ove siano organicamente raccolte le disposizioni da osservare.

Per la sicurezza degli spazi di uso collettivo e destinati alle Università, non mi risultano tra l'altro essere specifiche norme di legge, se non quella che prevede il rilascio del Certificato Prevenzione Incendi relativo ovviamente all'intera unità immobiliare, documento che sostanzialmente contempla a livello conclusivo il rispetto di ogni altra prescrizione in materia di adeguamenti strutturali e impiantistici (verifica messa a terra impianti elettrici ad esempio), escludendo l'unico settore riguardante l'igiene ambientale in senso lato il cui conseguimento è comunque da ritenersi altro aspetto essenziale, finalizzato alla salvaguardia del fruitore. Non sono sempre applicabili le disposizioni riguardanti gli edifici scolastici in genere, essendo troppo differenziate le rispettive funzioni e, di conseguenza, ci si riferisce alla norma nella sua validità relativa, raffrontando ed assimilando caso per caso, gli spazi per collettività alle sale di spettacolo o proiezione, ai depositi di materiale infiammabile, ai laboratori di tipo industriale e così via.

Per concludere, rilevo che non solo l'ottenimento di un livello di rischio accettabile ma anche l'ipotetico raggiungimento di garanzie di sicurezza in assoluto può essere considerato un fenomeno temporaneo e precario se non si provvede parallelamente ad un corretto uso delle strutture, delle attrezzature e degli impianti da parte dei fruitori, che devono sentirsi coinvolti e partecipi in linea collaborativa e di corresponsabilità, comunicando tempestivamente all'Ente ogni possibile informazione ritenuta utile per rendere permanenti le condizioni di sicurezza originariamente raggiunte. Ribadisco da ultimo che una corretta pianificazione di interventi in materia è diretta conseguenza di congrui e tempestivi finanziamenti governativi (almeno in occasione dell'e-

manazione di nuove norme), dell'adozione di itinera procedurali semplificati e della istituzione di strutture Universitarie con organici composti da tecnici altamenti qualificati nei vari settori, in modo tale che, per stati di fatto non regolari l'Ente ne possa assumere le conseguenti e gravi responsabilità disponendo dei modi e dei mezzi per poter assolvere gli adempimenti di legge; una gestione preventiva in tal senso consentirebbe di operare secondo i programmi a «tappeto», evitando interventi settoriali che, oltre ad essere antieconomici, non risolvono il problema nella sua complessità.

Gli ospedali

Franco RABINO (*)

Rappresento un servizio tecnico ospedaliero per circa 4000 posti letto, composto da sei ospedali e tre centri emodialisi posti sul territorio di Torino, con una volumetria di oltre 1.200.000 mc ed oltre 4000 dipendenti. In questo insieme sono rappresentabili pressapoco tutte le epoche e le tipologie costruttive ospedaliere, infatti nel gruppo San Giovanni si passa da strutture del 1600/1700, a strutture della fine 1800, ad altre della prima metà del 1900 ed altre ancora della seconda metà del 1900. Prima di affrontare la parte «esperienza» voglio segnalare che nelle strutture ospedaliere, specie se così diversificate nel tempo e nella tipologia, possiamo ritrovare in effetti la gran parte delle tipologie di rischio.

Se si distinguono le attività di un ospedale in tre grandi categorie quali:

a) sanitarie (ambulatoriali, di pronto soccorso, di chirurgia d'urgenza, di medicina in genere, ecc.);
b) alberghiere (mense, aule, ritrovi, degenze, day hospital, ecc.);
c) industriali (laboratori, trasporti interni, impianti tecnologici di rilevante potenza, ecc.);

in esse possiamo identificare i seguenti tipi di rischio:

a) rischio elettrico:
— luce;
— forza;
— alta tensione;
— media tensione;
— corrente continua;
— microcorrente ad alta intensità;
— fulmini;

b) rischio gas:
— anidride carbonica;
— acetilene;
— azoto;
— ossigeno terapeutico;
— metano;
— propano;
— aria compressa;

c) rischio fluidi:
— acqua calda e surriscaldata;
— vapore;
— combustibili in distribuzione o contenimento;

d) rischio per ionizzazioni e radiazioni:
— sorgenti ionizzanti (rx, bombe al cobalto, bombe al cesio, betatrone, acceleratore lineare);
— radioisotopi solidi, liquidi, gasiformi;

e) rischio trasporti:
— carrelli di trasporto guidati;
— carrelli e sistemi di trasporto automatici;
— impianti elevatori in genere;

f) rischio termico:
— grandi centrali termiche;
— grandi sottocentrali termiche;
— centri di sterilizzazione con vapore a pressione;

g) rischio statico delle strutture, e loro comportamento a sollecitazioni anomale;

h) rischio gas speciali, quali:
— protossido d'azoto;
— ciclopropano;
— ossido di etilene;
— formaldeide;

i) rischio inquinamento:
— da liquidi in fogna;
— da solidi in deposito;
— da solidi e liquidi inceneriti e gas e fumi conseguenti;

l) rischio per aria condizionata speciale (ved. «malattie dei legionari»);

m) rischio di incendio o di affumicamento;

n) rischio di infezione:
— da batteri;
— da virus;
di provenienza endogena o esogena all'ospedale.

(*) Ingegnere Capo Coordinatore Ufficio Tecnico Ospedale San Giovanni Battista - USL 1/, Torino.

Ho citato per ultimo il rischio di infezione, perché di fronte ad altri rischi il rischio tossico, sia ambientale intra-ospedaliero, sia esterno di inquinamento non atmosferico (che forse in questo momento si va configurando più come rischio penale che come rischio effettivamente tossicologico od ecologico) esiste negli ospedali e da sempre, per un'incidenza molto alta: infatti dal 5% al 7% degli ammalati spedalizzati contrae un'infezione durante il ricovero; questo non vuole certamente dire che in queste giornate di studio si debba estendere la problematica a questi aspetti, però certissimamente vuol dire: *...i rischi a maggior probabilità continuano ad essere quelli d'infezione enormemente di più di quelli relativi agli incendi o elettrici.*

Dunque i vecchi problemi sussistono, cioè non è che il proporci dei nuovi problemi, sia per effetto di eventi sciagurati sia per effetto di un maggior interesse della Magistratura sia per nostra particolare ed accresciuta sensibilità a questi problemi, eluda, l'esistenza di problemi storici che fanno capo agli stessi capitoli di spesa.

Non a caso cito i capitoli di spesa a disposizione, infatti mentre si è verificata una nuova serie di ipotesi di rischio per:

— evoluzione della tecnologia ospedaliera;
— evoluzione dell'indagine conoscitiva degli aspetti di rischio;
— evoluzione degli aspetti legali e penali derivanti dalla più o meno garantita sicurezza al rischio;

al contrario i capitoli di spesa, cioè i fondi a disposizione degli ospedali, non sono per ora mutati, né aumentati, e semmai, sta avvenendo il contrario (si veda l'ipotesi nazionale di riduzione a tutti i costi della spesa per la sanità pubblica).

Dunque le ipotesi di sicurezza, e gli oneri che ne conseguono, non sono assolutamente ribaltabili a livello finanziario sulla spesa corrente, perché gli ospedali sono già nelle condizioni di operare tagli non sempre giustificabili su spese di tipo istituzionale per il servizio, e se lo Stato — attraverso la nuova serie di normative per la sicurezza — vuole che gli ospedali siano adeguati alle stesse, è ovvio che dovrà prevedere finanziamenti specifici. Anzi, per la verità, detti finanziamenti dovevano nascere parallelamente e contemporaneamente alle nuove norme. Inutile dire che le nuove norme, oltre ad essere sovente controverse tra loro, sono nate senza chiaro supporto finanziario ed in assenza di questo, ancor peggio, senza supporto applicativo.

A proposito di nuovo impegno, almeno a livello regionale, per la diminuzione del rischio teorico in Ospedale, va subito detto che sono stati tralasciati a priori i rischi dell'organizzazione ospedaliera in genere, quali quelli infettivi, e si sono subito esaminati i rischi reali ed i rischi teorici individuabili dal confronto delle strutture così come sono e come dovrebbero essere in base alle normative di sicurezza più recenti, ciò anche e soprattutto per motivi legali-penali.

L'Assessorato Sanità del Piemonte ha formato una commissione di tecnici che ha per scopo quello di dare un modello di comportamento alle nostre Unità Sanitarie Locali di fronte a questa problematica. Ciò significa anche verificare la compatibilità fra norme di settori molto diversi e potrà porre la Regione nella posizione di sollevare la questione formalmente a livello centrale, perché la legislazione in queste aree sia coordinata, addirittura pensando ad una norma di Legge Regionale, di coordinamento di una normativa. Quest'ultimo aspetto dovrà essere verificato sul piano giuridico.

Sperando che questo difficile nodo legale possa essere in qualche modo sciolto, non sarà certamente inutile lo sforzo di collegamento fra le normative vigenti, in quanto i tecnici ospedalieri (ma non solo loro) non hanno bisogno, né hanno il tempo, di trasformarsi in legali, ma semmai hanno il compito di trovare le migliori soluzioni tecniche, attendibili sul piano sia teorico che economico, in base a precise norme uniche ed esplicite. Da quando, in Piemonte, si sono mosse le acque in modo repentino, per motivi che non è il caso di ripetere, c'è stata e c'è una rincorsa alla verifica della sicurezza; purtroppo, avendo a disposizione scarsi mezzi economici, sovente con le idee ancora poco chiare, la verifica si sta fermando alle responsabilità.

Tralasciando la parte legale, posso dire che in tutte le sei sedi del gruppo Ospedali San Giovanni Battista si stanno focalizzando indagini relative a cinque grandi argomenti che sono: il gas metano, elettricità, i trasporti, radiazioni, gas speciali, incendio. Pur non essendo ancora riusciti a varare un piano operativo definitivo, ci siamo fatti delle idee abbastanza chiare su quanto potremo fare nei sei ospedali, naturalmente mantenendoli in funzione per almeno il novanta per cento della loro capacità. Occorreranno circa sei anni con una spesa di circa 4.200.000 lire a posto letto (valutate al gennaio 1984) pari a circa 15 miliardi. Questa situazione, equivale ad un impegno finanziario non inferiore a 30 miliardi su sei anni nella città di Torino, mentre nella regione la stima più attendibile supera i 180 miliardi di lire.

A livello di Unità Sanitaria Locale 1/23 di Torino, ricalcando ed approfondendo le indagini già in corso presso gli Ospedali del gruppo San Giovanni, è stata assunta una deliberazione specifica per mettere il Servizio Tecnico centrale in grado di ottenere una radiografia totale e completa della situazione nei vari ospedali. La valutazione dei primi rilievi, non è del tutto edificante, sotto l'aspetto normativo più recente, ammesso che ci sia già una chiara identificazione dei limiti applicativi delle norme stesse.Ma dato che per ora non esistono definitivi standard e supporti tecnici di inequivocabile applicazione, è giustamente iniziato un colloquio informativo tecni-

co tra Vigili del Fuoco e Servizio Tecnico USL 1/23.

Si tratta in sostanza di verificare la teoria della normativa con la realtà dei nostri ospedali.

Per ora la sola cosa certa è la verifica degli stati di fatto; mentre lo scrivente ha qualche dubbio sulla programmabilità degli interventi successivi per vari motivi, che, a parte quello economico (in fondo il più semplice da risolvere), sono:

a) difficoltà di determinate chiaramente il carico d'incendio per parziale mancanza di standard calorifici di riferimento per alcuni materiali tipicamente ospedalieri;

b) difficoltà a mantenere costantemente basso il carico d'incendio dei vari locali dell'Ospedale, soggetti ad una certa varianza di carico d'incendio, non del tutto dominabile e preventivabile;

c) scontro tra la logica dei carichi d'incendio, il grado di pericolosità teorico di un locale, e la realtà pressoché uniforme di intrasportabilità, per lo meno rapida e massiva dei malati;

d) difficoltà di applicazione dei certificati di prova attualmente rilasciati su vari materiali dai Vigili del Fuoco delle Capannelle di Roma: in realtà manca ancora una vera connessione tecnica tra certificazioni e successivi metodi e regolamentazioni applicative dei materiali stessi;

e) mancanza per ora totale di valutazione della «fumosità» dei materiali.

In sostanza tutti questi punti, di ancora lontana soluzione, sommati alla variabilità nel tempo dei decreti e leggi per la sicurezza all'incendio hanno lasciato, in molti ospedali, al palo di partenza gli adeguamenti in merito, non solo per problemi tecnologici, ma di filosofia gestionale delle risorse. Al contrario per altre situazioni di rischio quali: radiazioni, elettricità, trasporti, apparecchi a pressione, essendoci normative ormai consolidate, è ormai accettata e standardizzata la normalizzazione «a regola d'arte» grazie a dettami tecnici molto chiari, e grazie anche al lavoro che è stato svolto dai vari ex Enti quali ENPI, ANCC, CNR.

Oggi in base alla Legge 23.12.78 n. 833, *Istituzione del Servizio Sanitario Nazionale*, sono stati affidati alle UU.SS.LL. numerosi compiti che trascendono la erogazione dei servizi sanitari e si spingono fino alla prevenzione degli infortuni negli ambienti di lavoro, con i relativi controlli tecnici agli impianti ed ai macchinari, dunque alla valutazione di certi tipi di rischio ed al controllo di quest'ultimo a garanzia dell'utenza in generale. Considerato che le tipologie di rischio sono veramente tante e che le ipotesi per limitarlo o annullarlo, di conseguenza, sono quasi innumerevoli, mentre, non lo sono mai stati gli stanziamenti disponibili, ne deriva una valutazione forzata del reale grado di rischio per ogni situazione ospedaliera. Non si può quindi fare a meno di confrontare i rischi per ognuna delle tipologie di evento sfavorevole e la probabilità che si verifichi quell'evento entro un certo tempo. La sicurezza può essere quindi indicata con un numero inferiore a uno, funzione decrescente del tempo: S (t) [1]. Il completamento a uno della sicurezza [1– S(t)] rappresenta la probabilità che l'evento si verifichi nel tempo. Se *d* è il danno che l'evento sfavorevole può mediamente provocare (espresso in unità convenzionali di danno) e K è la probabilità che il danno *d* segua all'evento sfavorevole, il rischio r (t) è definito dal prodotto:

$$r(t) = [1 - S(t)]\, Kd.$$

Ad esempio, se si considera il rischio di folgorazione, il termine [1– S (t)] è la probabilità che nell'apparecchio considerato si verifichi un guasto pericoloso; il danno «*d*» può essere riferito alla morte del paziente; K indica la probabilità che il guasto si verifichi mentre l'apparecchio è applicato al paziente (in genere $K \cong 1$). Spesso si pone il problema se adeguare un vecchio impianto pur sapendo che rimarrà in funzione per un periodo di tempo limitato, finché non sarà pronto il nuovo in corso di costruzione. Il rischio in tal caso è minore essendo tale il tempo di esposizione al rischio stesso, ma occorre valutare la probabilità [1– S (t)] che si produca l'evento sfavorevole e l'entità del danno probabile Kd che ne consegue. È ovvio che si può condurre solo un confronto qualitativo dei rischi e non certo quantitativo e tra difficoltà enormi, perché si tratta di rischi di natura diversa, tecnica e sanitaria, valutati da persone diverse e che coinvolgono valori, interessi, e considerazioni estranee al campo tecnico-sanitario.

Nel settore ospedaliero, comunque organizzato, le risorse sono limitate e occorre scegliere tra soluzioni diverse; è doveroso preferire quella che offre globalmente maggiori vantaggi e minori rischi per la collettività. Questa delicatissima scelta non può essere ovviamente condotta da una sola persona, la quale non potrebbe raccogliere in sé tutte le competenze necessarie, né sostenere tutte le responsabilità del caso, ma deve scaturire dalla collegialità dell'organo direttivo della U.S.L., che coinvolga le necessarie competenze tecniche, sanitarie, amministrative e politiche.

È ovvio che per svolgere i compiti sopraindicati il servizio tecnico in particolare, e l'apparato gestionale in generale dell'U.S.L., deve essere dotato di uomini qualificati e di mezzi idonei. In proposito val la pena osservare che il mondo ospedaliero torinese in questo momento dispone di pochi tecnici interni qualificati. Troppo spesso il personale dell'ufficio tecnico ospedaliero è costretto ad assumere responsabilità professionali relative a lavori, impianti ed apparecchi senza aver ricevuto una sufficiente preparazione e un adeguato aggiornamento professionale. Inoltre la qualità del servizio è legata al numero: per una necessità tecnico-organizzativa di circa il 60% del Comune di Torino, gli ospedali torinesi

annoverano nei loro ranghi meno del 30% del numero di tecnici a disposizione del Comune di Torino (la distanza più emblematica è data dal numero di tecnici laureati di ruolo: 11 contro 2).

Dunque, le varie fenomenologie di rischio teorico nell'ospedale, sono state e sono ancora concepite in base ad un fenomeno d'affinamento culturale tecnologico; mentre invece la più o meno accentuata normalizzazione per la sicurezza dei nosocomi è legata oltre che alla disponibilità culturale, anche alla disponibilità gestionale.

Da sempre le spese primarie dirette per la cura e diagnosi hanno la parte principale negli investimenti per gli ospedali. Al contrario gli investimenti tecnologici di base, in genere non hanno mai raccolto che le briciole. Tra questi poi gli investimenti per la sicurezza sono sempre stati miserrimi e quasi sempre imposti per vie legali dagli Istituti di Controllo.

È chiaro quindi che quel 2-2,5% teorico disponibile a bilancio (ma che per molti ospedali non ha mai superato l'1-1,5%) deve essere sistematicamente aumentato e speso per reale miglioramento della sicurezza possibilmente anche con diminuzione di rischio.

Anche negli ospedali ci sono ingegneri, sempre in prima linea, che si dibattono continuamente in un mare di problemi complessi e immediati, non ultimi quelli legali e l'ospedale per la sua importanza tecnologica e microambientale dovrà essere oggetto, spero, di prossime giornate di studio, riservate solo al caso specifico, che riveleranno certamente realtà, misure, contromisure tattiche e sistemi di grande fascino e forse poco conosciute.

Gli alberghi

Amato RAMONDETTI (*)

È mia intenzione cogliere l'opportunità di questo nostro incontro per cercare di delineare un quadro sintetico di quelle che sono le problematiche tuttora aperte in materia di sicurezza, e che coinvolgono il settore turistico-alberghiero, con particolare riferimento al tema della prevenzione incendi ed a tutti gli interventi atti a garantire un adeguato grado di sicurezza degli immobili a tale scopo destinati. È mio interesse inoltre fare particolare riferimento alle attività alberghiere esistenti, ed ai problemi connessi con l'adeguamento tecnico-normativo degli immobili destinati a questo uso, all'interno di un quadro più ampio che investe l'intero campo del riuso del patrimonio edilizio esistente.

La specifica legislazione che regolamenta il nostro settore in materia di sicurezza contro gli incendi, si trova in una fase di transizione; infatti, le norme emanate con lettera circolare del 21/10/1974, dimostratesi di difficile applicazione per le attività alberghiere esistenti, sono state integrate con prescrizioni a carattere provvisorio mediante la legge n. 406 del 18/7/1980, in attesa di recepire, nell'ordinamento legislativo nazionale, le direttive CEE in materia di prevenzione incendi. La situazione di transizione di cui sopra ha reso fattibile tecnicamente, con investimenti a breve termine, un parziale ma immediato miglioramento del grado di sicurezza degli esercizi stessi caratterizzati, lo voglio ricordare, da bassa densità di affollamento per metro quadrato, da modesti valori medi di carico d'incendio, dalla presenza continua di personale dipendente in servizio.

Le prescrizioni legislative suddette, miranti ad una protezione di tipo attivo nei confronti del rischio di incendio, hanno sensibilizzato in questi ultimi anni gestori e proprietari, influenzandone le scelte a favore della sicurezza, sia negli investimenti finalizzati alla manutenzione ordinaria e straordinaria degli immobili, sia negli investimenti orientati al miglioramento nella conduzione dell'esercizio stesso. È stata infatti data particolare importanza alla manutenzione degli impianti di spegnimento ed all'addestramento del personale addetto, ai fini di garantire la velocità e l'efficacia necessaria a ridurre al minimo il lasso di tempo che intercorre tra l'istante teorico d'innesco d'incendio e l'intervento. Ove la ricettività dell'albergo lo giustificasse, sono stati generalmente richiesti ed impiegati impianti di rivelazione automatici, anche se non espressamente richiesti dall'allegato *A*), di cui alla legge n. 406; ciò ha permesso di fatto di estendere il controllo a tutto l'esercizio e di centralizzare i sistemi di allarme nei luoghi perennemente presidiati, garantendone così l'efficacia anche, e soprattutto, in periodo notturno, momento in cui si rilevano i più alti indici di affollamento dei locali. Analogamente per i vani scala, in molte situazioni si è andati oltre quanto espressa-

(*) Dottore, Unione Regionale Associazione Piemontese Albergatori, Torino.

mente richiesto dalla legge n. 406 e, ove la ricettività dell'esercizio lo giustificasse e la tipologia distributiva dell'edificio lo permettesse, sono stati eseguiti interventi sui vani scala esistenti, in modo da renderli di tipo *protetto*. Questo permette l'esodo degli occupanti verso un *luogo sicuro* e conosciuto, posto ad ogni piano dello stabile, e sovente sito in posizione baricentrica. L'orientamento verso sistemi di prevenzione di tipo attivo si è dimostrato, sebbene nella sua veste di provvisorietà, più realisticamente applicabile e quindi di più sicuro risultato. Ora, se andiamo ad esaminare il documento pervenuto dalla Commissione della Comunità Europea, contenente una serie di raccomandazioni da applicarsi al nostro settore in materia di sicurezza, non possiamo che constatare la presenza di un elenco di orientamenti già contenuti nella circolare del 1974, dimostratisi di difficile applicazione per le attività esistenti, con l'aggiunta di soglie di classificazione e parametri assai più restrittivi di quelli attualmente in vigore.

Non è mio compito esprimere opinioni in merito, è invece mia intenzione analizzare le reali possibilità di intervento sugli edifici esistenti e le ripercussioni che tali operazioni potranno avere sulle gestioni in corso, nonché la reale possibilità che, per parte di queste ultime, se ne pregiudichi il destino. Faccio riferimento, a tale proposito, ad alcune prescrizioni contenute nel documento redatto dalla Commissione delle Comunità Europee, e cioè:

— per alberghi con ricettività superiore a 50 persone, vengono richieste almeno due scale di cui una protetta;
— per alberghi che superino i tre piani fuori terra, vengono richieste analogamente due scale;
— i corridoi ciechi non devono superare uno sviluppo di m 10;
— tutti i materiali di rivestimento, pavimenti, pareti, soffitti, devono appartenere alla Classe 1.

È stata condotta, in seguito a quanto sopra, una indagine statistica mirante alla definizione delle caratteristiche tipologico-distributive degli esercizi esistenti, in relazione ai requisiti suddetti. Parallelamente, sono stati raccolti dati riguardanti le cause d'innesco d'incendio negli alberghi, estese all'ambito europeo per poter valutare in modo più esatto la situazione italiana rispetto agli altri stati membri. In relazione alla tipologia delle attività esistenti, sono state raccolte informazioni circa la ricettività media, il numero dei collegamenti verticali esistenti all'interno dell'esercizio, il rapporto dell'attività stessa con le attività adiacenti, il rapporto fra attività condotte in proprio ed attività date in gestione. Da ciò è emerso che:

— il 50% degli alberghi ha una ricettività superiore alle 50 persone;
— l'85% degli alberghi ha una sola scala ad uso esclusivo;
— il 70% degli alberghi è inserito in quota parte di edificio esistente, adibito anche ad altre destinazioni;
— il 60% delle attività sono date in gestione.

In relazione alle cause d'innesco d'incendio, troverete allegata agli atti del convegno una memoria contenente una serie di dati da quali emerge, per quanto riguarda l'Italia, che il 20% dei casi d'innesco è imputabile a cause di origine elettrica, valore medio se non inferiore ad altre nazioni, mentre si constata un'alta percentuale per i casi imputabili agli impianti termici ed alle cucine. Vi è da sottolineare però che i dati risalgono all'anno 1972, e quindi sono contemporanei al periodo di entrata in vigore della circolare n. 73 del 29/11/1971, che ha regolamentato efficacemente negli anni seguenti il settore delle centrali termiche e delle cucine.

Quanto detto, permette di fare una serie di considerazioni sulla reale situazione alberghiera piemontese.

Nella grande maggioranza dei casi la localizzazione degli immobili è interna ai centri storici; è superato il limite dei tre piani fuori terra e, non di rado, gli edifici sono soggetti a vincoli di carattere paesaggistico-monumentale.

Le tipologie edilizie più rappresentative sono da annoverarsi tra gli edifici storici, spesso destinati solo in quota parte ad albergo, spesso dotati di più vani scala interni, ma non a loro uso esclusivo. Il raggiungimento di detti vani scala non è sempre possibile tramite filtri a prova di fumo, e l'installazione di scale esterne, in facciata, non sembra essere la panacea a tutti i mali.

Lo sviluppo dei corridoi supera spesso i dieci metri ma, per contro, è in molti casi possibile l'esodo tramite ballatoi a cortile o terrazze e balconi; tale opportunità non sembra chiaramente considerata e valutata dalle norme, anche se risulta essere un modello tipologico molto diffuso nella nostra regione.

È da notare inoltre che spesso, in edifici ristrutturati, la posizione in pianta dello sbarco ascensori non necessariamente coincide con il pianerottolo a servizio della scala principale di collegamento, creando così serie difficoltà alla compartimentazione verticale.

In relazione all'impiego di materiali per finiture interne quali: pavimenti, pareti, soffitti, sono attualmente in vigore in Italia le prescrizioni contenute nella circolare n. 16 del 15/3/1951 e nel decreto del 6/7/1983, che non sono esplicitamente estesi anche alla destinazione turistico-ricettiva e che contengono indicazioni diverse da quanto prescritto nel documento CEE. Ciò crea incertezza da parte degli operatori e dei tecnici sui criteri di scelta da adottare nell'impiego dei materiali e, in prospettiva, della loro idoneità anche nel prossimo futuro. A ciò va aggiunto inoltre che, come innanzi accennato, il 60% delle attività esistenti sono date in gestione e

Allegato A)

Cause di incendio negli alberghi	Francia (Parigi 1971) %	Inghilterra (1963-1971) %	Italia (1968-1972) %
Origine elettrica	36	19	20
Imprudenza dei fumatori	21	22	3
Impianti di riscaldamento	7	7	27
Origine dolosa accertata	3	—	—
Origini diverse o non determinate	33	52	50

Dall'esame dei sinistri è stato possibile inoltre individuare i locali nei quali hanno avuto inizio, e trarre utili indicazioni per gli interventi di Prevenzione incendio.

Locale	Francia %	Italia %
Camere degli ospiti	29,5	16
Altri locali aperti al pubblico	21,1	6
Cucine	12,6	20
Centrali termiche	6,7	3
Cantine e sotterranei	5,4	9
Diversi	24,7	46

che, di conseguenza, le opere di adeguamento ricadendo sul conduttore non sono sempre sopportabili, soprattutto se di notevole entità. Da quanto detto, nascono le riflessioni sul reale futuro che attende la categoria e, in particolare, alcune fasce di essa, nonché sulle possibilità di rilancio che si possono intravvedere per essa, nel tentativo di uscire dallo stato di recessione che da anni investe il settore.

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

Direttore responsabile: **GIAN FEDERICO MICHELETTI** Autorizzazione Tribunale di Torino, n. 41 del 19 Giugno 1948

Spedizione in abbonamento postale GR III/70 - Mensile

STAMPERIA ARTISTICA NAZIONALE - CORSO SIRACUSA, 37 - TORINO

SCALE DI SICUREZZA CON EXODUS®

IL GRADINO IN GRIGLIATO ELETTROFUSO ORSOGRIL PER SCALE DI SICUREZZA APPROVATO DAL MINISTERO DELL'INTERNO*

* DIREZIONE GENERALE DELLA PROTEZIONE CIVILE E DEI SERVIZI ANTINCENDI - CENTRO STUDI ED ESPERIENZE

Se siete interessati o partecipi a problemi per scale di sicurezza o antincendio, se avete responsabilità per l'evacuazione da scuole, ospedali, alberghi, cinema, sale da ballo, discoteche, ecc. abbiamo la soluzione per Voi.

Siamo da anni primi per tecnologia e qualità nella produzione di grigliati elettrofusi: abbiamo voluto essere anche i primi ed unici a dare ai progettisti ed ai vari utilizzatori la soluzione giusta per un gradino idoneo per scale di sicurezza e antincendio.

Non ci siamo fermati alle parole ed alle promesse: abbiamo sottoposto i nostri gradini a prove rigorose di sollecitazione e qualità. Poi abbiamo ancora cercato ed ottenuto una certificazione di idoneità per il problema specifico.

Allo scopo abbiamo interessato il Ministero degli Interni - Direzione Generale della protezione civile e dei servizi antincendio a Roma Capannelle, che - dopo diverse prove statistiche e funzionali - ha certificato l'idoneità del nostro gradino EXODUS per l'impiego su rampe di scale di sicurezza.

Il gradino EXODUS è costruito in grigliato elettrofuso zincato a caldo a norme UNI ed è provvisto di piastre laterali per il fissaggio alle strutture con bulloni e di speciale angolare anteriore di rinforzo, antisdrucciolo e rompivisuale. La maglia del gradino è studiata per ottenere un sicuro effetto antisdrucciolevole, per facilitare il calpestio, per non trattenere neve ghiaccio o terra, per disperdere eventuali fumi.

Possiamo costruire su Vs. progetto seguendo tutte le Vs. indicazioni oppure, avvalendoci della collaborazione di alcuni studi specializzati, possiamo fornire la scala con relazione di calcolo, collaudo statico e tutte le varie pratiche amministrative assolte.

Tra i nostri Clienti abituali sono le Ferrovie dello Stato, l'Enel, la Fiat, diversi altri enti pubblici e privati, oltre a numerose imprese edili e industrie.

Per quanto sopra.....

siamo a Vostra disposizione:

UFFICIO REGIONALE ORSOGRIL
Geom. Luigi Roux
Via Frola, 4 - 10121 TORINO
Tel. (011) 519.892 - 510.981

OFFICINA REGIONALE ORSOGRIL
Metalcarp S.a.s. di Cravero
V. Lombardia, 26 - 10071 BORGARO (TO)
Tel. (011) 470.15.27 - 470.15.65

Desidero ricevere il quaderno tecnico «IL GRIGLIATO NELLE SCALE DI SICUREZZA»
ditta _____
indirizzo _____
città _____ cap. _____

LINEAPRONTO

ORSOGRIL®

copri con

Onduline®

scopri che risparmi

Onduline® S·T

sottocoppo

«intelligenza soprattutto»

LEADER

ONDULINE,
LA COPERTURA PIÙ ECONOMICA:

- conveniente all'acquisto
- semplice ed economica da installare
- massima sicurezza
- lunga durata
- resistente alle più avverse condizioni atmosferiche
- nessun problema di manutenzione.

ONDULINE ST,
LA LASTRA DAI SETTE VANTAGGI:

- risparmio di tempo del 50% nella posa dei coppi
- allineamento perfetto dei coppi
- stabilità totale dei coppi
- impermeabilità assoluta con ogni pendenza
- manutenzione eliminata per sempre
- isolamento termico superiore
- transitabilità del tetto senza rotture.

IN VENDITA NEI PRINCIPALI MAGAZZINI E NEI C.A.P.

Onduline ITALIA SPA

55011 ALTOPASCIO (LUCCA) Via Sibolla - Tel. (0583) 25611/2/3/4/5 r.a. - Telex 500228 ITOFIC I