



Eleonora Oleotto - Moira Picotti

LA RISTRUTTURAZIONE DELLE SCUOLE

**SOLUZIONI STRUTTURALI, IMPIANTISTICHE
E PER IL RISPARMIO ENERGETICO**

Soluzioni per gli interventi strutturali - Materiali e soluzioni costruttive
Efficienza energetica e sostenibilità - Confort termico, acustico ed igrometrico
Soluzioni innovative per il progetto antincendio - Normativa aggiornata
Gestione del cantiere negli edifici esistenti - Finanziamenti
Check list per l'analisi delle problematiche degli edifici

Dario Flaccovio Editore

Eleonora Oleotto Moira Picotti

La ristrutturazione delle scuole

**SOLUZIONI STRUTTURALI, IMPIANTISTICHE
E PER IL RISPARMIO ENERGETICO**



Dario Flaccovio Editore

E. Oleotto - M. Picotti

LA RISTRUTTURAZIONE DELLE SCUOLE

ISBN 9788857904894

© 2015 by Dario Flaccovio Editore s.r.l. - tel. 0916700686
www.darioflaccovio.it info@darioflaccovio.it

Prima edizione: luglio 2015

Oleotto, Eleonora <1977->

La ristrutturazione delle scuole : soluzioni strutturali, impiantistiche e per il risparmio energetico / Eleonora Oleotto, Moira Picotti. -

Palermo : D. Flaccovio, 2015.

ISBN 978-88-579-0489-4

I. Edilizia scolastica.

690.7 CDD-22

I. Picotti, Moira <1972->.

SBN PAL0281870

CIP - Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

Stampa: Tipografia Priulla, Palermo, luglio 2015

Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

L'editore dichiara la propria disponibilità ad adempiere agli obblighi di legge nei confronti degli aventi diritto sulle opere riprodotte.

La fotocopiatura dei libri è un reato.

Le fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume/fascicolo di periodico dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633. Le riproduzioni effettuate per finalità di carattere professionale, economico o commerciale o comunque per uso diverso da quello personale possono essere effettuate solo a seguito di specifica autorizzazione rilasciata dagli aventi diritto/dall'editore.

Indice

<i>Prefazione</i>	pag.	9
1. Il progetto di ristrutturazione della scuola: criticità e opportunità negli interventi	»	13
1.1. Premessa	»	13
1.2. Fasi di intervento	»	14
2. Come cambia la scuola: scuola 2.0 e cl@ssi 2.0 – nuove esigenze didattiche e nuova concezione degli spazi scolastici	»	17
2.1. Il nuovo modo di fare didattica	»	17
2.1.1. LIM in classe	»	17
2.1.2. Cl@ssi 2.0	»	18
2.1.3. HSH (Hospital School Home)	»	19
2.1.4. @urora (@usilio per il Recupero, l'Orientamento e il Reinserimento degli Adolescenti)	»	19
2.1.5. Editoria Digitale Scolastica	»	19
2.1.6. Scuola 2.0	»	20
2.2. La scuola si trasforma: ripensare il progetto architettonico secondo le esigenze della scuola multimediale	»	20
2.2.1. L'aula	»	21
2.2.2. Spazi laboratoriali	»	22
2.2.3. Lo spazio di gruppo	»	23
2.2.4. L'agorà	»	23
2.2.5. Lo spazio individuale	»	23
2.2.6. Lo spazio informale e di relax	»	24
3. Problematiche strutturali delle costruzioni esistenti	»	25
3.1. Generalità sulle costruzioni in muratura	»	25
3.2. Valutazioni caratteristiche meccaniche	»	29
3.2.1. Premessa sui materiali	»	29
3.2.2. Analisi degli elementi costruttivi per un inquadramento strutturale.....	»	29

3.2.2.1. Le murature	»	30
3.2.2.2. Le strutture orizzontali	»	31
3.2.2.3. I collegamenti verticali	»	32
3.2.2.4. I serramenti	»	33
3.2.3. Conclusioni	»	33
3.3. Quadro normativo	»	34
3.4. Formulazioni di verifiche	»	38
3.4.1. Criteri di verifica	»	39
3.5. Valutazioni di sicurezza degli edifici storici	»	41
3.5.1. Un esempio di intervento su murature storiche	»	43
3.6. Interventi strutturali sulle costruzioni in muratura	»	45
3.6.1. Criteri generali	»	46
3.6.3. Progetto di un intervento	»	48
4. Materiali e soluzioni costruttive	»	51
4.1. Il progetto di ristrutturazione delle scuole: criteri generali per la scelta corretta dei materiali	»	51
4.2. Le strutture opache dell'involucro edilizio: materiali per il risparmio energetico	»	54
4.2.1. Pareti esterne	»	55
4.2.2. Elementi orizzontali: solai contro-terra, coperture e terrazze	»	56
4.2.3. Coperture e terrazze	»	57
4.3. Le superfici vetrate	»	58
4.4. I materiali di finitura e gli arredi	»	59
4.4.1. Arredi	»	60
5. Il comfort negli edifici scolastici soggetti a ristrutturazione	»	63
5.1. Il benessere termico	»	63
5.2. Il benessere acustico	»	65
5.3. Sfasamento e inerzia termica dell'involucro edilizio	»	67
5.4. Analisi della forma dell'edificio per lo sfruttamento della luce naturale	»	68
5.5. Il controllo dell'illuminamento naturale e i sistemi di illuminazione artificiale ad alta efficienza	»	69
5.6. Analisi della forma dell'edificio per lo sfruttamento della ventilazione notturna	»	72

5.7. La ventilazione naturale e meccanica, i sistemi di filtrazione e i recuperatori di calore	»	74
5.8. Gli impianti tecnologici specifici nei diversi locali scolastici	»	78
6. Analisi energetica e ottimizzazione degli impianti tecnologici	»	81
6.1. Il protocollo ITACA e i protocolli Regionali	»	81
6.2. Comparazione energetica fra le diverse soluzioni impiantistiche negli edifici scolastici	»	96
6.3. Soluzioni impiantistiche per il risparmio del fabbisogno idrico	»	98
6.4. I sistemi di regolazione e supervisione negli edifici scolastici	»	99
6.5. Soluzioni per lo sfruttamento delle risorse rinnovabili in edifici vincolati	»	100
6.6. Integrazione della struttura scolastica nelle Smart City	»	104
6.7. La piattaforma energetica VERYSchool	»	104
7. I sistemi di sicurezza antincendio	»	107
7.1. Impianti di sicurezza antincendio nell'edilizia scolastica	»	107
8. Linee di indirizzo per la riduzione della vulnerabilità sismica dell'impiantistica antincendio	»	113
8.1. I parametri fondamentali alla base delle scelte progettuali	»	113
8.2. Le soluzioni tecnologiche inerenti gli impianti tecnologici	»	115
9. Gestione del cantiere negli edifici esistenti	»	117
9.1. Modalità per esperire il controllo della conformità dell'esecuzione con le scelte progettuali e le finalità dell'opera	»	117
9.2. La gestione della sicurezza nelle ristrutturazioni di edifici scolastici	»	119
9.3. Il coordinamento del cantiere: piano degli interventi	»	121
10. Finanziamenti	»	125
10.1. Principali caratteristiche di politiche e finanziamenti europei	»	125
Bibliografia essenziale	»	131
Sitografia.....	»	135
Normativa	»	137

Prefazione

Il decreto-legge 12 settembre 2013 n. 104, coordinato con la legge di conversione dell'8 novembre 2013 n. 128 recante *Misure urgenti in materia di istruzione, università e ricerca*, ha introdotto nuove disposizioni per le scuole, al fine di favorire gli interventi di straordinaria ristrutturazione, messa in sicurezza ed efficientamento energetico degli immobili di proprietà pubblica adibiti all'istruzione. Inoltre in esso sono contenute disposizioni specifiche in materia di prevenzione incendi negli edifici scolastici. Il decreto rappresenta un'opportunità per la ristrutturazione degli edifici scolastici esistenti, che presentano molteplici problematiche, legate al consumo di risorse, al benessere dell'ambiente interno, alle condizioni di fruizione e sicurezza e, non da ultimo, alla gestione da parte degli Enti incaricati. Tale situazione ha orientato gli sforzi dell'attuale governo nella direzione di un piano nazionale di edilizia scolastica con lo stanziamento di fondi per la riqualificazione, il recupero e la messa in sicurezza.

Con questa pubblicazione si vogliono fornire indicazioni di intervento su edifici scolastici esistenti, basate sull'adeguamento dell'ambiente fisico e sull'ottimizzazione delle risorse, al fine di contribuire, da un lato, all'innalzamento della qualità edilizia e delle condizioni d'uso per l'utente e, dall'altro, al miglioramento della gestione delle risorse economiche a disposizione degli Enti.

Molti edifici scolastici in Italia, costruiti prima degli anni Ottanta, richiedono interventi di ripristino e messa in sicurezza: con il decreto-legge n. 104/2013 questo rinnovamento è possibile. Sono stati infatti stanziati dei fondi per la riqualificazione, il recupero e la messa in sicurezza degli edifici scolastici: c'è una rinnovata attenzione non solo per la didattica, ma anche per gli edifici.

Il programma di finanziamento del Governo si compone di tre livelli:

- *Scuole belle* che comprende gli interventi di piccola manutenzione, decoro e ripristino funzionale delle scuole.
- *Scuole sicure* per interventi di messa in sicurezza delle scuole, di manutenzione straordinaria, per l'adeguamento della normativa antisismica e per l'eliminazione delle barriere architettoniche, nonché per la rimozione dell'amianto. Sono compresi gli interventi di adeguamento sismico, riqualificazione e messa in sicurezza, sicurezza degli elementi non strutturali.
- *Scuole nuove*, che raggruppa le linee di finanziamento volte a sostenere le nuove edificazioni di Istituti scolastici e la ristrutturazione completa di quelli esistenti.

Questo volume nasce per essere uno strumento di supporto ai progettisti, ma anche agli uffici tecnici e alle pubbliche amministrazioni, che devono individuare le priorità e le modalità di esecuzione delle opere da realizzare negli edifici scolastici, finalizzate alla riqualificazione energetica e ambientale. La pubblicazione documenta un percorso operativo che, attraverso un'analisi dell'edificio, formula delle ipotesi di intervento relative agli aspetti che necessitano di essere migliorati per garantire sicurezza, benessere, qualità funzionale e risparmio nei consumi. In tal modo i progettisti possiedono delle indicazioni operative e soluzioni per poter intervenire in modo programmato sull'edificio scolastico, ottimizzando l'impiego di risorse e considerando le esigenze degli utenti e l'evoluzione dell'attività didattica.

L'edificio scolastico rappresenta un insieme molto complesso – involucro, strutture, impianti, sostenibilità, efficienza del costruito – e quindi i consigli per affrontare il progetto di ristrutturazione edilizia di un edificio scolastico, contenuti nel volume, devono essere preceduti da un primo percorso di controlli e verifiche del patrimonio immobiliare scolastico esistente.

Da un'indagine eseguita dal Censis in materia di edilizia scolastica è emerso che per il 36% è prioritario avviare lavori di manutenzione straordinaria, mentre per il 57% l'esigenza si colloca nella necessità di fornire continuità agli interventi di manutenzione ordinaria e, nel complesso, solo nel 7% dei casi è fondamentale costruire un edificio più adeguato. Si consideri che

più del 15% degli edifici del nostro paese è stato costruito prima del 1945, altrettanti tra il 1945 e il 1960, mentre il 44% risale all'epoca fra il 1961 e il 1980 e solo un quarto è stato costruito dopo il 1980. Inoltre circa il 60% degli edifici scolastici italiani è stato costruito prima dell'emanazione delle norme antisismiche.

La pubblicazione affronta temi legati alle criticità e alle opportunità negli interventi di ristrutturazione, alla progettazione degli spazi interni, all'adeguamento strutturale e alla progettazione impiantistica e antincendio, il tutto con particolare attenzione al benessere e al risparmio energetico. A fini operativi sono state inserite indicazioni riguardo gli aspetti legati al cantiere scuola e indicazioni riguardo le possibili fonti di finanziamento degli interventi.

Un'appendice scaricabile online (vedi pag. 137) raccoglie, infine, una check list per i sopralluoghi negli edifici scolastici esistenti: con essa è possibile analizzare lo stato di fatto dell'edificio scolastico e proporre sinteticamente gli interventi. La check list riassuntiva rappresenta uno strumento per lo studio dell'edificio scolastico esistente, suddividendolo in fasi: diagnosi energetica, interventi edilizi, interventi impiantistici. Le diverse fasi riguardano l'involucro, gli interni e la tecnologia.

Inoltre vi è contenuta una raccolta delle normative a livello nazionale per gli interventi sull'edilizia scolastica, che rappresenta un riferimento utile per un approccio completo alla gestione del patrimonio immobiliare scolastico.

1. Il progetto di ristrutturazione della scuola: criticità e opportunità negli interventi

1.1. Premessa

Nell'affrontare un progetto di ristrutturazione edilizia di un edificio scolastico, numerose sono le criticità riscontrabili:

- elementi strutturali: risultano inadeguati alle norme attuali di riferimento e costituiscono un problema legato alla sicurezza degli occupanti dell'edificio;
- mancato rispetto dei requisiti igienico-sanitari secondo le normative esistenti in materia;
- obsolescenza e degrado dei materiali da costruzione e di finitura;
- sistema impiantistico obsoleto e non efficace per gli usi previsti e molto spesso non rispondente alle normative vigenti;
- non rispondenza alle nuove normative di risparmio energetico;
- mancanza di spazi adeguati per il nuovo modo di fare scuola: spazi e luoghi per lo studio, per la condivisione e per lo svago.

Nei capitoli successivi cercheremo di dare indicazioni e suggerimenti legati a queste tematiche al fine di realizzare degli interventi di ristrutturazione architettonica ed energetica che rispondano sì alle normative vigenti, ma che realizzino degli interventi con buon senso e che tengano in considerazione come obiettivi fondamentali il benessere e la sicurezza degli studenti, nonché l'attenzione all'ambiente.

1.2. Fasi di intervento

Diverse sono le fasi di analisi fondamentali che precedono l'intervento di ristrutturazione. Il reperimento del materiale documentale esistente di progetto risulta fondamentale per acquisire le prime informazioni relative all'edificio, in particolare per capire le necessità di intervento relative a strutture, materiali e nuove soluzioni costruttive da mettere in atto per realizzare un buon intervento di ristrutturazione architettonica ed energetica, il tutto tenendo in considerazione le norme vigenti.

È importante quindi riuscire a reperire il maggior numero di dati relativi a:

elaborati grafici:

- piante, prospetti e sezioni dell'edificio – progetto aggiornato allo stato attuale;
- particolari costruttivi aggiornati allo stato attuale;
- progetto strutturale;
- progetto impianto elettrico allo stato attuale;
- progetto impianto termico allo stato attuale;
- progetto impianto antincendio allo stato attuale.

documenti:

- relazioni del progetto architettonico;
- relazioni del progetto strutturale;
- relazioni impianti elettrici;
- relazioni impianti termici;
- relazioni L10/91 e seguenti;
- certificazioni energetiche;
- storico dei consumi termici ed elettrici degli ultimi 3-5 anni (bollette o dati del gestore);
- contratto con il gestore dell'energia;
- dati sull'utilizzo dell'edificio o dei singoli locali: numero persone, frequenza e orari utilizzo;
- norme tecniche.

Generalmente gli istituti scolastici vengono sottoposti a diversi interventi di manutenzione nel corso degli anni e, per questo, molte volte risulta complicato risalire alla corretta storia dell'edificio solamente attraverso

l'analisi della documentazione. Di fondamentale importanza risulta essere quindi la fase di sopralluogo in cui deve essere reperita una serie di informazioni relative all'edificio, agli impianti e all'utilizzo degli spazi.

Una volta ottenute tutte le informazioni necessarie per conoscere l'edificio e le sue problematiche, è possibile formulare le ipotesi di intervento relative agli aspetti che necessitano di essere migliorati per garantire sicurezza, benessere, qualità funzionale e risparmio nei consumi, attualmente rilevati come una delle voci di spesa più ingenti nel bilancio scolastico.

È necessario quindi agire negli interventi con buon senso, proponendo soluzioni che siano sostenibili dal punto vista economico e che magari possano essere realizzate in più lotti e in tempi diversi, anche in relazione ai finanziamenti possibili che possono essere reperiti per l'attuazione degli interventi stessi.

Nei capitoli successivi verranno analizzate le tematiche relative alle nuove esigenze della scuola in termini di spazi, in relazione a come sta cambiando il modo di insegnare e il modo di apprendere degli studenti; verranno esaminate le tematiche strutturali in particolare per quanto riguarda gli edifici in muratura, tipologia costruttiva più diffusa negli edifici scolastici costruiti prima degli anni '70.

Verranno affrontate poi le tematiche legate ai materiali che possono essere impiegati per rispondere a diverse esigenze – dall'isolamento termico alla riqualificazione degli interni – ponendo attenzione alla salubrità degli ambienti.

Quindi si passerà ad analizzare le problematiche e le opportunità legate agli impianti, alla gestione del cantiere e infine agli strumenti di finanziamento esistenti.

3. Problematiche strutturali delle costruzioni esistenti

3.1. Generalità sulle costruzioni in muratura

I progetti di ristrutturazione degli edifici scolastici prevedono generalmente opere per l'adeguamento alle normative di sicurezza.

Gli edifici che ospitano le scuole, realizzati prima degli anni '70, sono composti prevalentemente da strutture in muratura; alcuni di essi possono essere storici ed essere tutelati come beni culturali. Pertanto i numerosi edifici esistenti in muratura, sia ordinari che di valore storico-monumentale, costituiscono una delle classi di manufatti più vulnerabili ad eventi sismologici. Per tale motivo in questo capitolo sarà trattata codesta tipologia strutturale, la muratura, senza alcuna pretesa di fornire linee guida di intervento strutturale finalizzate alla riparazione nonché rafforzamento su elementi strutturali, tamponamenti e partizioni. Per converso si vorrà fornire una attività di consulenza relativa ad applicazioni antisismiche e interventi di consolidamento in conformità con le più recenti tipologie e tecniche costruttive murarie ottemperanti a quanto prescritto dalle nuove linee guida emanate dal Ministero dell'Istruzione per la progettazione. Le predette linee guida sono tecniche-quadro che rinnovano i concetti di funzionalità degli spazi per la didattica, mirati alla riorganizzazione degli ambienti fisici dell'istituto scolastico ovvero le nuove tecnologie, l'efficienza e il risparmio energetico secondo una nuova logica nella progettazione avente connotazione di tipo "prestazionale".

Gli interventi di ristrutturazione nelle scuole sono mirati all'ottenimento del Certificato di Prevenzione Incendi per le attività scolastiche e al miglioramento del comportamento delle strutture soggette alle azioni sismiche, secondo la normativa vigente.

Per quanto consta gli interventi impiantistici, tali saranno diffusamente trattati nel capitolo 8.

Relativamente agli interventi strutturali sugli edifici in muratura si distinguono due condizioni, in accordo con quanto previsto dalle disposizioni della normativa vigente, D.M. 14.01.2008, *Norme tecniche per le costruzioni*:

1. miglioramento sismico: è l'insieme degli interventi strutturali volti ad incrementare la resistenza degli elementi strutturali o parte di essi, pur non determinando il raggiungimento della verifica di sicurezza dell'intera struttura. Per un edificio esistente significa aumentare la sicurezza strutturale esistente, ma senza raggiungere i livelli richiesti per le nuove costruzioni;
2. adeguamento sismico: è l'insieme delle opere strutturali realizzate al fine di rendere la struttura verificata in accordo alle disposizioni normative ed ai carichi agenti. In questo caso i livelli di sicurezza raggiunti per l'edificio esistente adeguato sono quelli previsti per le nuove costruzioni.

La terza categoria di intervento, non richiedente il collaudo statico come le due precedenti, è rappresentata da riparazioni e interventi locali che interessano elementi isolati e che comportano un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti.

Nonostante le indicazioni contenute nelle NTC 2008 abbiano introdotto nuovi criteri di verifica degli edifici in muratura, enfatizzandone la gestione e la manutenzione delle strutture, permangono numerose problematiche afferenti la metodologia di valutazione dell'esistente e le tecniche di riduzione della vulnerabilità.

Sono molti i difetti che si riscontrano negli edifici in muratura, dovuti a materiali impiegati inadeguati nonché a dettagli costruttivi non conformi alle nuove norme di legge. In particolare, le strutture in muratura con valore storico-artistico possono, negli anni, essere state oggetto di modifiche di destinazione d'uso con l'eventualità che vi siano state introdotti incrementi di sollecitazioni agenti sugli elementi strutturali.

Per poter stabilire il tipo di intervento sull'edificio per la messa in sicurezza, è necessario interpretare in modo corretto il funzionamento dell'orga-

nismo strutturale. Per le strutture in muratura si devono valutare i seguenti aspetti:

- miglioramento dei collegamenti tra solai e pareti o tra copertura e pareti e fra pareti confluenti in martelli murari e angolate;
- riduzione ed eliminazione delle spinte non contrastate di copertura, archi e volte;
- rafforzamento delle pareti intorno alle aperture.

La modalità di intervento dipende dai risultati ottenuti dalla valutazione di sicurezza dell'edificio, perciò il progetto di adeguamento o miglioramento sismico dell'edificio esistente dovrà tener conto delle seguenti prescrizioni:

- verifica della struttura prima dell'intervento con valutazione delle carenze;
- scelta motivata del tipo di intervento;
- scelta delle tecniche e/o dei materiali;
- dimensionamento preliminare dei rinforzi e degli eventuali elementi strutturali aggiuntivi;
- analisi strutturale con le caratteristiche della struttura post-intervento.

Nel corso del capitolo saranno descritte sinteticamente le tecniche e i materiali per gli interventi quali (Albano, Cuzzilla 2012):

- riempimento delle fessure e dei vuoti con iniezioni di miscele leganti;
- rinforzo delle fessure larghe o delle zone di debolezza mediante l'impiego di elementi in acciaio, come tiranti metallici o intonaco armato;
- iniezioni di malta;
- applicazioni di pareti di malta rinforzata con apposita rete elettrosaldata su entrambi i lati della muratura.

Un'alternativa al "tradizionale" è rappresentata dall'impiego di materiali fibro-rinforzati di cui sarà fornita descrizione tecnica di intervento evidenziandone i pregi e i difetti.

Nell'ottica della ristrutturazione di edifici esistenti, si riserverà una parte del capitolo alle valutazioni di sicurezza degli edifici aventi valore storico/artistico. Qui si ripropone, oltre al miglioramento, anche il tema della

compatibilità, facendo riferimento alle *Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale*, con quanto previsto dalle NTC 2008. In questo caso, gli interventi sulle strutture dovranno essere valutati nell'ottica della conservazione dell'edificio, evitando opere di demolizione-ricostruzione, privilegiando interventi che si integrino con la struttura esistente, rispettando le tecniche originarie della struttura. Per le zone dichiarate a rischio sismico, nella fattispecie relativamente ai beni di interesse culturale, ai sensi del comma 4 dell'art. 29 del D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 *Codice dei beni culturali e del paesaggio*, è stabilita la possibilità di limitarsi ad interventi di miglioramento effettuando la relativa verifica di sicurezza.

Spesso gli interventi di ristrutturazione edilizia negli edifici storici in muratura non sono di tipo strutturale ma di adeguamento impiantistico, legati ad esigenze di adeguamento normativo. Accade che questi interventi abbiano delle ricadute strutturali, comportando una sensibile riduzione di resistenza degli elementi portanti dell'edificio. Per questo motivo è necessario valutare l'impatto degli interventi non strutturali, come quelli di adeguamento impiantistico, sulla capacità resistente della struttura nella valutazione dell'indice di sicurezza sismica.

Il filo conduttore di questo capitolo, riguardante gli interventi di ristrutturazione edilizia volti a trasformare in tutto o in parte l'edificio mediante un insieme di opere di ripristino o di sostituzione di elementi costruttivi, è la conservazione dell'edificio funzionale. È molto importante l'impiego di materiali e tecnologie coerenti con le esigenze di conservazione edilizia e ambientale.

Gli interventi sul patrimonio edilizio esistente attualmente in corso, finalizzati al miglioramento delle condizioni d'uso degli edifici scolastici, appaiono inadeguati dal punto di vista della riqualificazione dell'edificio. Parte è da attribuirsi a problematiche legate al consumo di risorse e alla gestione da parte degli Enti incaricati. Per questo motivo si affronterà il tema strutturale in modo piuttosto generale ma finalizzato all'efficienza, tema approfondito nei capitoli seguenti.

In questo capitolo ci si propone di:

- definire gli obiettivi, che sono una conseguenza delle indicazioni della committenza (nel caso di edifici scolastici queste saranno fornite dagli Enti preposti) e dell'inquadramento normativo;

- analizzare la struttura per una descrizione delle procedure per la valutazione della sicurezza;
- orientare la scelta in merito ad interventi di ristrutturazione su edifici esistenti.

3.2. Valutazioni caratteristiche meccaniche

3.2.1. *Premessa sui materiali*

Per eseguire la verifica dell'edificio in muratura si deve prima di tutto individuare la struttura portante e la geometria; successivamente si devono determinare le caratteristiche meccaniche della muratura stessa. Questo però presenta numerose difficoltà dovute principalmente al materiale stesso che è anelastico, non omogeneo e anisotropo.

La muratura è composta da elementi naturali (pietre) o artificiali (mattoni o blocchi) uniti con la malta, elementi che hanno caratteristiche meccaniche diverse tra di loro.

Per la muratura la resistenza meccanica non dipende solo dall'entità dei carichi ma dalla loro direzione: la malta e il laterizio sono deformabili in modo diverso, ciò causa l'instaurarsi di autotensioni che influenzano la resistenza globale della muratura. Altri fattori, quali la modalità della posa in opera, influenzano fortemente la resistenza della muratura.

Le costruzioni in muratura hanno struttura portante verticale realizzata con sistemi collegati tra di loro da strutture orizzontali ai piani e da opere di fondazione. I sistemi resistenti verticali sono costituiti da muri che devono sopportare azioni verticali e orizzontali.

Nella ristrutturazione dell'edificio è molto importante raggiungere un adeguato livello di sicurezza strutturale; per la messa in sicurezza della struttura deve essere fatta la verifica delle stesse, conoscendone la struttura nel suo complesso.

3.2.2. *Analisi degli elementi costruttivi per un inquadramento strutturale*

Un'analisi iniziale, che deve essere condotta per meglio comprendere il comportamento strutturale dell'intero edificio, è quella tecnologica degli elementi costruttivi, classificando le diverse tipologie degli elementi che compongono l'edificio.

Nel caso degli edifici scolastici esistenti in muratura, le strutture prese in

4. Materiali e soluzioni costruttive

4.1. Il progetto di ristrutturazione delle scuole: criteri generali per la scelta corretta dei materiali

La scelta corretta dei materiali e delle soluzioni costruttive diventa un parametro fondamentale nel progetto di ristrutturazione di un edificio scolastico, in quanto essa influisce enormemente nella qualità del progetto, ma soprattutto nella qualità degli ambienti che lasceremo ai nostri figli.

Oltre al rispetto di tutte le normative vigenti in termini di conformità (marchio CE e relativo attestato di conformità, ecc.), i materiali devono rispondere ad una serie di requisiti che si possono sintetizzare nei seguenti punti.

SICUREZZA IN TERMINI DI STABILITÀ E RESISTENZA MECCANICA

Le soluzioni costruttive adottate nel progetto devono essere concepite in modo da sopportare i carichi previsti senza dar luogo a crolli, deformazioni, cedimenti o deterioramenti anche parziali dell'edificio.

PROTEZIONE DALL'INCENDIO

È necessario garantire la stabilità degli elementi portanti dell'edificio per un tempo utile ad assicurare il soccorso agli occupanti, la possibilità che gli occupanti lascino indenni l'edificio in caso d'incendio e che le squadre di soccorso possano operare in condizioni di sicurezza. Di fondamentale importanza risulta essere la scelta di materiali che non emanano fumi tossici in caso di incendio e limitare al massimo la propagazione dei fumi e del fuoco anche alle opere vicine.

SICUREZZA NELL'UTILIZZO

L'edificio deve essere realizzato in modo tale che il suo utilizzo o il suo

funzionamento non presentino rischi inaccettabili di incidenti come cadute, colpi, bruciature, scariche elettriche, ferimenti o altri tipi di danneggiamenti alle persone che lo occupano.

RISPARMIO ENERGETICO

Tenuto conto delle condizioni climatiche locali, i materiali e le tecnologie impiegati nell'edificio devono garantire un consumo energetico moderato rispondente agli obiettivi previsti dalle normative attuali. È necessario inoltre valutare attentamente il rapporto costi-benefici in termini di risparmio energetico e rientro del capitale investito, e fare un'attenta analisi delle soluzioni da proporre perché non sempre un intervento finalizzato al risparmio energetico, se portato all'estremo, garantisce condizioni di confort, salubrità, ma al contrario può portare alla nascita di fenomeni di degrado dell'edificio (fenomeni di condensa, ecc.).

SOSTENIBILITÀ

Nel progetto di ristrutturazione di un edificio scolastico, sarebbe opportuno mettere in atto tutta una serie di azioni, in termini di sostenibilità, che prevedano il recupero e il riutilizzo di materiali esistenti, l'utilizzo di materiali regionali, di provenienza locale, a favore del rispetto ambientale e di una facile reperibilità futura. I materiali non devono derivare da una filiera produttiva inquinante, ma da fonti rinnovabili e dovrebbero poter essere riutilizzati e riciclati.

CONFORT ACUSTICO

Le soluzioni costruttive devono rispettare i requisiti acustici così come previsti dalla normativa vigente e garantire condizioni di benessere acustico agli studenti nei locali a seconda dei diversi utilizzi e funzioni cui questi sono preposti.

IGIENE, SALUTE E RISPETTO PER L'AMBIENTE

L'edificio non deve costituire un pericolo per la salute degli occupanti, causato dalla formazione di gas nocivi, dalla presenza nell'aria di particelle o gas pericolosi, dall'emissione di radiazioni pericolose, dall'inquinamento o dalla contaminazione dell'acqua o del suolo, dalla formazione di umidità sulle superfici interne o esterne.

L'esposizione ai venti principali estivi può essere utilizzata per attuare un efficiente raffrescamento naturale delle strutture dell'edificio, in quanto la quantità di calore che risulta possibile sottrarre dipende anche dalla temperatura interna e dalla temperatura esterna notturna. La soluzione ottimale si ottiene privilegiando la disposizione delle zone di ingresso aria nelle zone a pressione positiva, mentre le zone di uscita aria dovrebbero essere collocate nelle zone a pressione negativa. Il raffrescamento convettivo sfrutta la ventilazione notturna immessa negli ambienti interni per rimuovere il calore accumulato dalle strutture durante il giorno (sistema passivo diretto); il sistema risulta efficiente per climi caratterizzati da notevole escursione termica giornaliera, quando la temperatura notturna decresce sotto il limite inferiore della "zona di comfort", e l'edificio è realizzato costruttivamente tramite l'utilizzo di pareti e solai dotati di massa elevata in grado di accumulare il calore. Il sistema di aperture (che deve favorire per quanto possibile la cross-ventilation e/o l'effetto camino) può essere efficientemente automatizzato per regolare il flusso d'aria e la temperatura interna in modo da evitare un eccessivo raffreddamento dei locali.

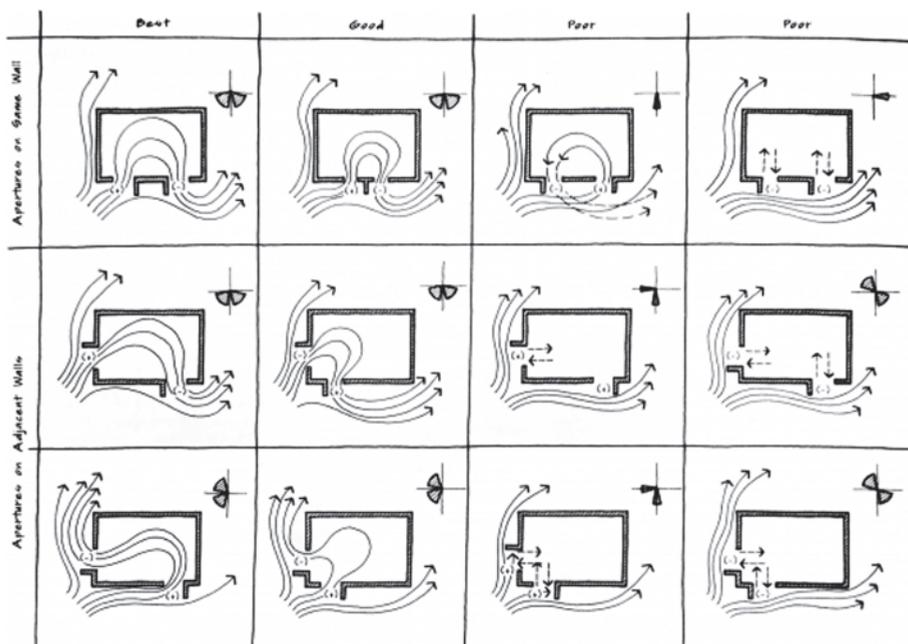


Figura 5.1. Ventilazione naturale degli edifici

(fonte: Brown G.Z., DeKay M., Sun, Wind, and Light, John Wiley and Sons, 2000, p. 184)

Nel caso in cui la forma o la collocazione dell'edificio risultino avverse all'utilizzo delle direzioni prevalenti del vento è consigliabile realizzare, ove tecnicamente possibile, aggetti o parapetti orizzontali e verticali, al fine di permettere la naturale formazione di zone a pressione positiva e negativa.

5.7. La ventilazione naturale e meccanica, i sistemi di filtrazione e i recuperatori di calore

Il benessere termoigrometrico nei locali non dipende esclusivamente dalla sola temperatura dell'aria e dalla temperatura delle superfici interne delimitanti i locali, ma dalla combinazione con altri fattori determinanti quali ad esempio l'umidità relativa interna e la quantità di ricambi dell'aria.

Il ricambio d'aria negli ambienti confinati può essere ottenuto tramite le seguenti principali modalità: ricambio naturale (utilizzo delle aperture finestrate) e ricambio meccanico e controllato (che permette il controllo della portata d'aria e della relativa purezza e il recupero del calore ma implica maggiori fabbisogni energetici).

Le norme principali che definiscono i requisiti prestazionali per gli impianti aeraulici sono la norma UNI 10339 (*Impianti aeraulici a fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura*), che fornisce una classificazione degli impianti, la definizione dei requisiti minimi e i valori delle grandezze di riferimento durante il funzionamento e si applica agli impianti aeraulici destinati al benessere delle persone, comunque installati in edifici chiusi, e la norma UNI EN 13779 (*Ventilazione degli edifici non residenziali – Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di climatizzazione*), che si applica alla progettazione e alla realizzazione dei sistemi di ventilazione e climatizzazione per gli edifici non residenziali caratterizzati dall'occupazione umana.

Nella specifica applicazione in ambienti scolastici la norma UNI 10339 definisce una portata d'aria esterna Q_{op} espressa in [10^{-3} m³/s per persona] pari a:

- asili nido e scuole materne $Q_{op} = 4$
- aule scuole elementari $Q_{op} = 5$
- aule scuole medie inferiori $Q_{op} = 6$

- aule scuole medie superiori $Q_{op} = 7$
- aule universitarie $Q_{op} = 7$
- biblioteche, sale lettura $Q_{op} = 6$
- aule musica e lingue $Q_{op} = 7$
- laboratori $Q_{op} = 7$
- sale insegnanti $Q_{op} = 6$
- servizi estrazione aria pari a 8 vol/h.

Per quanto non già definito dalla specifica normativa di settore inerente gli ambienti scolastici, la valutazione del numero di persone da considerare presenti nei differenti locali è riportata nella tabella 9 della norma UNI 10339, in funzione delle superficie dei locali:

- asili nido e scuole materne: 0,4 ns/m²
- aule scuole elementari, medie inferiori e superiori: 0,45 ns/m²
- aule universitarie: 0,60 ns/m²
- aule musica e lingue: 0,50 ns/m²
- laboratori: 0,30 ns/m²
- sale insegnanti: 0,30 ns/m².

Un aspetto determinante nei sistemi di ventilazione forzata è il controllo della qualità interna dell'aria (*IAQ* – Indoor Air Quality), che dipende dalla concentrazione degli inquinanti presenti sia nell'aria esterna sia nell'aria interna. Tra gli inquinanti principali si ricordano: il monossido di carbonio (CO) residuo della combustione; le polveri fini note come PM₁₀, particelle con diametro medio inferiore a 10 millesimi di millimetro; le polveri sottili note come PM_{2,5}; l'ozono troposferico (O₃); i composti organici volatili quali HC, CFC, HCFC, la CO₂, l'anidride solforosa (SO₂) e gli ossidi di azoto (NO_x).

Al fine di realizzare un corretto impianto di ventilazione meccanica che sia in grado di garantire i requisiti di ventilazione previsti dalla vigente normativa e il ciclo di filtrazione dell'aria in funzione del luogo di ubicazione dell'edificio e in funzione della specifica destinazione d'uso dei locali, è necessario definire i seguenti parametri:

- ODA, *outdoor air*: aria esterna entrante nel sistema di ventilazione non ancora sottoposta a trattamento;

- SUP, *supply air*: aria immessa nell'ambiente dopo la serie prevista di trattamenti;
- IDA, *indoor air*: aria nelle zone o ambienti trattati;
- TRA, *transferred air*: aria ambiente che passa da un ambiente trattato ad uno adiacente;
- ETA, *extract air*: aria estratta dall'ambiente trattato;
- RCA, *recirculation air*: aria di estrazione che viene ritrattata dal sistema di ventilazione;
- EHA, *exhaust air*: aria espulsa in atmosfera;
- SEC, *secondary air*: aria ripresa dall'ambiente e reimpressa nello stesso dopo un trattamento, la perdita per trafileamento dal sistema di trattamento aria, il trafileamento dall'esterno verso l'interno attraverso le strutture dell'edificio, il trafileamento dall'interno verso l'esterno attraverso le strutture dell'edificio;
- MIA, *mixed air*: aria che proviene dalla miscelazione di due o più flussi d'aria.

In funzione della puntuale definizione dei parametri sopra esposti, le norme UNI 10339 e UNI EN 13799 individuano il corretto processo di filtrazione dell'aria, al fine di garantire i requisiti IAQ richiesti. A titolo di esempio la norma UNI 10339 individua le seguenti classi ed efficienze dei sistemi di filtrazione:

- scuole materne e elementari classe compresa tra 7 e 9 con efficienza M+A (media efficienza + alta efficienza) considerando che per ottenere una classe 8 è necessario adottare un sistema di filtrazione in grado di garantire un campo di efficienza compreso tra 90 e 95%;
- aule in genere classe compresa tra 5 e 6 con efficienza M+A (media efficienza + alta efficienza) considerando che per ottenere una classe 6 è necessario adottare un sistema di filtrazione in grado di garantire un campo di efficienza compreso tra 60 e 80%;
- altri locali (musica, lingue, laboratori, ecc.) considerando che per ottenere una classe 7 è necessario adottare un sistema di filtrazione in grado di garantire un campo di efficienza compreso tra 80 e 90%.

Considerati gli elevati ricambi aria richiesti negli edifici scolastici, è necessario prevedere unità di trattamento aria complete di recuperatore di

stione” di stabilire i sistemi e i processi necessari per migliorare le prestazioni energetiche in termini di efficienza energetica e utilizzo dell’energia. L’attuazione della norma ha come obiettivo principale la riduzione delle emissioni di gas serra, la riduzione di altri impatti ambientali correlati e la riduzione dei costi energetici, attraverso la gestione sistematica dei flussi energetici (ENM). La norma si basa sul processo Plan – Do – Check – Act (PDCA) che comprende:

- Plan: definisce come condurre il processo di efficientamento energetico, stabilendo i criteri di base del processo, gli indicatori di prestazione energetica (*EnPIs*), gli obiettivi da raggiungere e i piani di azione necessari per conseguire il miglioramento del rendimento energetico;
- Do: l’attuazione dei piani d’azione di gestione dell’energia;
- Check: il monitoraggio dei processi che determinano il rendimento energetico;
- Act: l’adozione delle azioni atte a migliorare continuamente le prestazioni energetiche e gli ENM.

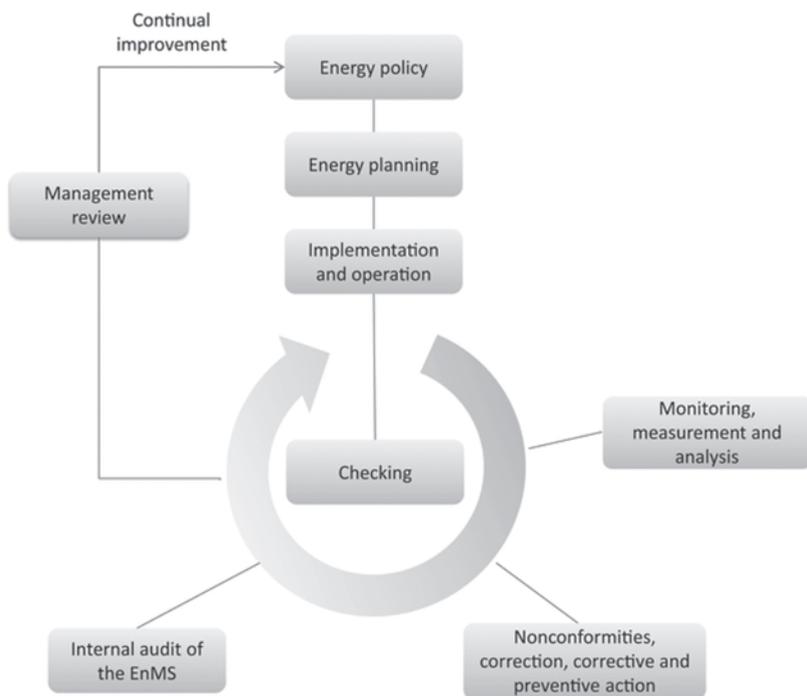


Figura 6.1. Standard IPMVP

Gli standard IPMVP (*International Performance Measurement and Verification Protocol*) suggeriscono le migliori tecniche attualmente disponibili per monitorare efficacemente i risultati degli investimenti atti all'efficiamento energetico, all'uso razionale delle risorse idriche e all'utilizzo delle energie rinnovabili.

L'applicazione degli standard IPMVP nell'ambito scolastico permette di monitorare come le misure di risparmio energetico previste/adottate influenzino positivamente o negativamente il comfort ambientale, inteso come concentrazione di inquinanti nei locali, comfort climatico e qualità dei sistemi di illuminazione, parametri fondamentali di qualità ambientali (IEQ) che influiscono sul rendimento e sul comfort degli occupanti.

Lo scopo primario del progetto VERYSchool è integrare in un'unica soluzione di gestione i componenti tecnologici, i metodi di organizzazione e il comportamento delle persone (staff di conduzione della scuola, staff di manutenzione e studenti), al fine di migliorare l'efficienza energetica tramite lo sviluppo di edifici scolastici "intelligenti".

La piattaforma VERYSchool collabora strettamente con la piattaforma locale ZEMedS (Zero Energy MEDITerranean Schools), progetto che promuove la ristrutturazione delle scuole nella zona del Mediterraneo al fine di ottenere edifici a energia quasi zero (NZEB), tramite l'utilizzo di strumenti sia tecnici che finanziari. Il processo di ristrutturazione degli edifici scolastici collocati nell'ambito delle regioni partecipanti al progetto potrà utilizzare le indicazioni contenute nelle linee guida ZEMedS.

7. I sistemi di sicurezza antincendio

7.1. Impianti di sicurezza antincendio nell'edilizia scolastica

Le strutture scolastiche possono essere attività soggette al controllo di prevenzione incendi se ricadono nell'elenco del D.P.R. 151/2011 al numero 67 "Scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie con oltre 100 persone presenti. Asili nido con oltre 30 persone presenti".

Nel D.M. 26 agosto 1992 *Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica*, le scuole vengono suddivise, in relazione alle presenze effettive contemporaneamente in essere prevedibili di alunni e di personale docente e non docente, nei seguenti tipi:

- tipo 0: scuole con numero di presenze contemporanee fino a 100 persone;
- tipo 1: scuole con numero di presenze contemporanee da 101 a 300 persone;
- tipo 2: scuole con numero di presenze contemporanee da 301 a 500 persone;
- tipo 3: scuole con numero di presenze contemporanee da 501 a 800 persone;
- tipo 4: scuole con numero di presenze contemporanee da 801 a 1.200 persone;
- tipo 5: scuole con numero di presenze contemporanee oltre le 1.200 persone.

Ogni edificio facente parte di un complesso scolastico, purché non comunicante con altri edifici, rientra nella categoria riferita al proprio affollamento.

Per gli impianti di produzione calore valgono le disposizioni di prevenzione incendi in vigore, in particolare per gli impianti ricadenti nell'attività 74 individuata nel D.P.R. 151/2011 *Impianti per la produzione di calore alimentati a combustibile solido, liquido o gassoso con potenzialità superiore a 116 kW*. In ogni caso per impianti termici di portata termica complessiva maggiore di 35 kW (convenzionalmente tale valore è assunto corrispondente al valore di 30.000 kcal/h), alimentati da combustibili gassosi alla pressione massima di 0,5 bar, dovrà essere applicato quanto richiesto nel D.M. 12 aprile 1996 *Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi*.

Negli impianti di condizionamento e ventilazione devono essere utilizzati come fluidi frigoriferi prodotti non infiammabili; negli impianti centralizzati di condizionamento aventi potenza superiore a 75 kW i gruppi frigoriferi devono essere installati in locali appositi, così come le centrali di trattamento aria con portata volumetrica superiore a 50.000 m³/h.

Le condotte non devono attraversare luoghi sicuri che non siano a cielo libero, vie di uscita, locali che presentino pericolo di incendio, di esplosione e di scoppio. L'attraversamento può tuttavia essere ammesso se le condotte sono racchiuse in strutture resistenti al fuoco di classe almeno pari a quella del vano attraversato. Qualora le condotte debbano attraversare strutture che delimitano i compartimenti, nelle condotte deve essere installata, in corrispondenza degli attraversamenti, almeno una serranda resistente al fuoco REI 60.

Le condotte devono essere realizzate in materiale di classe di reazione al fuoco 0. Nel caso di condotte preisolate, costruite con diversi componenti tra loro stratificati di cui almeno uno con funzione isolante, è ammessa la classe di reazione al fuoco 0-1. Detta condizione si intende rispettata quando tutte le superfici del manufatto, in condizione d'uso, sono realizzate con materiale incombustibile di spessore non inferiore a 0,08 millimetri e sono in grado di assicurare, anche nel tempo, la continuità di protezione del componente isolante interno che deve essere di classe di reazione al fuoco non superiore ad 1. I giunti e i tubi di raccordo, la cui lunghezza non può essere superiore a cinque volte il diametro del raccordo stesso, possono essere realizzati in materiale di classe di reazione al fuoco 0, 0-1, 1-0, 1-1 o 1. Le condotte di classe 0 possono essere rivestite esternamente con materiali isolanti di classe di reazione al fuoco non superiore ad 1.

Ogni impianto deve essere dotato di un dispositivo di comando manuale, situato in un punto facilmente accessibile, per l'arresto dei ventilatori in caso di incendio. Gli impianti a ricircolo di aria di potenzialità superiore a 20.000 m³/h devono essere provvisti di dispositivi termostatici di arresto automatico dei ventilatori in caso di aumento anomalo della temperatura nelle condotte. Tali dispositivi, tarati a 70 °C, devono essere installati in punti adatti, rispettivamente delle condotte dell'aria di ritorno (prima della miscelazione con l'aria esterna) e della condotta principale di immissione dell'aria. L'intervento di tali dispositivi non deve consentire la rimessa in moto dei ventilatori senza l'intervento manuale. Gli impianti a ricircolo d'aria di potenzialità superiore a 50.000 m³/h devono essere muniti di rilevatori di fumo, in sostituzione dei dispositivi termostatici previsti precedentemente, che comandino l'arresto dei ventilatori. L'intervento di tali dispositivi non deve consentire la rimessa in marcia dei ventilatori senza l'intervento manuale dell'operatore.

Per quanto inerente gli impianti centralizzati per la produzione di aria compressa, se di potenza superiore a 10 kW, devono essere installati in locali aventi almeno una parete attestata verso l'esterno ovvero su intercapedine grigliata, muniti di superficie di sfogo non inferiore a 1/15 della superficie in pianta del locale.

Ogni scuola deve essere munita di interruttore generale, posto in posizione segnalata, che permetta di togliere tensione all'impianto elettrico dell'attività; tale interruttore deve essere munito di comando di sgancio a distanza, posto nelle vicinanze dell'ingresso o in posizione presidiata.

Le scuole devono essere dotate di un impianto di sicurezza alimentato da apposita sorgente, distinta da quella ordinaria. L'impianto elettrico di sicurezza deve alimentare le seguenti utilizzazioni strettamente connesse con la sicurezza delle persone:

- l'impianto di illuminazione di sicurezza, compresa quella indicante i passaggi, le uscite e i percorsi delle vie di esodo che garantisca un livello di illuminazione non inferiore a 5 lux;
- l'impianto di diffusione sonora e/o impianto di allarme.

L'illuminazione di sicurezza deve essere installata anche nelle aule, sia pure limitata alla segnalazione dei vani di uscita dalle stesse (Nota prot. n. P14163/4122 Sott. 32 del 9/12/1993). Nessun'altra apparecchiatura

può essere collegata all'impianto elettrico di sicurezza. L'alimentazione dell'impianto di sicurezza deve potersi inserire anche con comando a mano posto in posizione conosciuta dal personale. L'autonomia della sorgente di sicurezza non deve essere inferiore ai 30'. Sono ammesse singole lampade o gruppi di lampade con alimentazione autonoma. Il dispositivo di carica degli accumulatori, qualora impiegati, deve essere di tipo automatico e tale da consentire la ricarica completa entro 12 ore.

Le scuole devono essere munite di un sistema di allarme in grado di avvertire gli alunni e il personale presenti in caso di pericolo. Il sistema di allarme deve avere caratteristiche atte a segnalare il pericolo a tutti gli occupanti il complesso scolastico e il suo comando deve essere posto in locale costantemente presidiato durante il funzionamento della scuola. Il sistema di allarme può essere costituito, per le scuole di tipo 0-1-2, dallo stesso impianto a campanelli usato normalmente per la scuola, purché venga convenuto un particolare suono. Per le scuole degli altri tipi deve essere invece previsto anche un impianto di altoparlanti.

Ogni tipo di scuola deve essere dotato di idonei mezzi antincendio come di seguito precisato.

Per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio si applica il D.M. 20/12/2012 *Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi*. Le disposizioni del decreto si applicano agli impianti di nuova costruzione e a quelli esistenti alla data di entrata in vigore (4 aprile 2013) del decreto stesso, nel caso essi siano oggetto di interventi comportanti la loro modifica sostanziale, così come definita nella regola tecnica allegata al decreto. Per gli impianti esistenti (senza modifiche sostanziali) rimangono valide le disposizioni precedenti.

Le scuole di tipo 1-2-3-4-5 devono essere dotate di una rete di idranti costituita da una rete di tubazioni realizzata preferibilmente ad anello e almeno una colonna montante in ciascun vano scala dell'edificio; da essa deve essere derivato ad ogni piano, sia fuori terra che interrato, almeno un idrante con attacco UNI 45 a disposizione per eventuale collegamento di tubazione flessibile o attacco per naspo. La tubazione flessibile deve essere costituita da un tratto di tubo, di tipo approvato, con caratteristiche di lunghezza tali da consentire di raggiungere col getto ogni punto dell'area protetta. Il naspo deve essere corredato di tubazione semirigida con diametro minimo di 25 mm e anch'esso di lunghezza idonea a consentire di raggiungere col

getto ogni punto dell'area protetta. Tale idrante deve essere installato nel locale filtro, qualora la scala interna sia a prova di fumo. Al piede di ogni colonna montante, per edifici con oltre tre piani fuori terra, deve essere installato un idoneo attacco di mandata per autopompa. Per altri edifici è sufficiente un solo attacco per autopompa per tutto l'impianto.

Per gli impianti esistenti possono essere installati naspi DN 25; l'alimentazione, in tale caso, deve garantire ai tre naspi idraulicamente più sfavoriti una pressione al bocchello di almeno 1,5 bar. Negli edifici di tipo 4 e 5 devono essere installati in ogni caso idranti DN 45 (Lettera circolare 30 ottobre 1996, n. 2244/4122).

L'impianto antincendio deve essere dimensionato per garantire una portata minima di 360 l/min per ogni colonna montante e, nel caso di più colonne, il funzionamento contemporaneo di almeno due colonne (il requisito minimo richiesto per l'impianto idrico è quello di garantire una portata complessiva di almeno 360 l/min per una durata di 60 minuti come da Nota prot. N. P747/4101/1 sott. 72 del 18/6/2001).

L'alimentazione idrica deve essere in grado di assicurare l'erogazione di 120 l/min cad. ai tre idranti idraulicamente più sfavoriti, con una pressione residua al bocchello di 1,5 bar per un tempo di almeno 60 min.

Qualora l'acquedotto non garantisca le condizioni di cui al punto precedente dovrà essere installata una idonea riserva idrica alimentata sempre da acquedotto pubblico e/o da altre fonti. Tale riserva deve essere costantemente garantita. Le elettropompe di alimentazione della rete antincendio devono essere alimentate elettricamente da una propria linea preferenziale. Nelle scuole di tipo 4 e 5, i gruppi di pompaggio della rete antincendio devono essere costituiti da due pompe, una di riserva all'altra, alimentate da fonti di energia indipendenti (ad esempio elettropompa e motopompa o due elettropompe). L'avviamento dei gruppi di pompaggio deve essere automatico. Le tubazioni di alimentazione e quelle costituenti la rete devono essere protette dal gelo, da urti e dal fuoco. Le colonne montanti possono correre in vista o incassate nei vani scale oppure in appositi alloggiamenti resistenti al fuoco REI 60.

Nelle attività scolastiche devono essere installati estintori portatili di capacità estinguente non inferiore a 13 A, 89 B, C di tipo approvato dal Ministero dell'interno in ragione di almeno un estintore per ogni 200 m² di pavimento o frazione di detta superficie, con un minimo di due estintori per piano.

8. Linee di indirizzo per la riduzione della vulnerabilità sismica dell'impiantistica antincendio

8.1. I parametri fondamentali alla base delle scelte progettuali

Nel dicembre 2011 è stata emanata la guida tecnica riportante le *Linee di indirizzo per la riduzione della vulnerabilità sismica dell'impiantistica antincendio*, in aggiunta alle già preesistenti linee guida per il rilevamento della vulnerabilità degli elementi non strutturali nelle scuole come da Intesa Rep. 7/CU28/1/2009.

Nella guida tecnica sono inizialmente individuati i possibili danni sismici sugli elementi costruttivi non strutturali, evidenziando che è necessario porre maggiore attenzione alla corretta progettazione degli impianti in generale e, tra questi, di quelli collegati alla sicurezza antincendio.

I danni maggiormente ricorrenti risultano:

- la rottura o lo schiacciamento di tubazioni interrato a causa di assestamenti o effetti di liquefazione che hanno provocato cedimenti del suolo;
- consegne inadeguate di acqua in termini di volume e pressione, determinate da danni al sistema acquedottistico;
- rottura delle tubazioni verticali (colonne montanti) a causa di forti spostamenti di interpiano;
- distacco dai relativi punti di ancoraggio dei ganci di sostegno dei tubi;
- estrazione degli elementi di ancoraggio tra ganci e struttura dell'edificio a causa del carico sismico;
- rottura delle testine degli sprinkler a causa dell'impatto con elementi strutturali o non strutturali adiacenti (ad es. pannelli di controsoffitto);



Acquistalo