PARTE III
PROPOSTA DI UNO STRUMENTO DI SINTESI A SUPPORTO DELLA PROGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI PER L'EDILIZIA SCOLASTICA ESISTENTE

Cap III.5
Piani e Programmi per la riqualificazione dell'Edilizia Scolastica

"Il quadro delle normative incentivanti e dei finanziamenti disponibili per gli interventi di riqualificazione delle strutture scolastiche risulta essere attualmente frastagliato, incompleto e soprattutto strettamente connesso ai singoli fatti di cronaca che richiamano l'attenzione sui livelli di emergenza in cui versa il patrimonio scolastico italiano"[1].
Lo stato "d'urgenza", unitamente alle lacune presenti nel sistema amministrativo, hanno determinato l'emanazione di finanziamenti cosiddetti "a pioggia", ovvero dati senza un criterio di programmazione mirata, rischiando di diventare inefficaci.
Il capitolo mette in evidenza come, data la vastità del patrimonio edilizio scolastico da recuperare, oltre ad una più efficace e sistematica programmazione degli interventi, sia necessario definire una selezione individuando le "priorità di intervento", al fine di indirizzare in maniera mirata gli strumenti di incentivo ed i finanziamenti necessari.
L'Anagrafe Scolastica, anche se costituisce il principale strumento conoscitivo rappresentativo dello stato dell'edilizia scolastica, non definisce un giudizio complessivo del "grado di rischio sismico" e "livello di inefficienza energetica".
A supporto della programmazione sono necessari strumenti che, anche utilizzando i dati provenienti dall'Anagrafe Scolastica, consentano una lettura sintetica e speditiva delle problematiche, ovvero una graduatoria delle priorità.

III.5.1 La programmazione dell'Edilizia Scolastica

L'edilizia scolastica è caratterizzata da una *governance* multilivello, che coinvolge lo Stato, le Regioni e gli Enti Locali proprietari degli immobili. Tale approccio è stato definito per la prima volta dalla legge n. 23/1996 "Norme per l'edilizia scolastica", che assegnava alle Regioni la competenza programmatoria in materia di edilizia scolastica[2]. Precedentemente all'emanazione della legge n.23, gli interventi erano affidati a provvedimenti specifici dettati da situazioni di emergenze. La normativa, riconoscendo l'edificio scolastico quale elemento costitutivo ed integrante del sistema scolastico, introduce una serie di elementi innovativi, nell'ottica di fornire le basi strumentali per una programmazione sistematica degli interventi e la gestione economica. Le principali misure intraprese sono state:

- la predisposizione di fondi statali a supporto dell'attività di programmazione;
- l'attribuzione alle Province ed ai Comuni della competenza in materia di fornitura, costruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria (compresi l'adeguamento e la messa a norma) degli edifici adibiti ad uso scolastico, nonché le forniture (acqua, luce, gas, telefono, riscaldamento) con i relativi impianti e le spese dell'arredamento;

[1] Gallo P. (2011). Progettare l'emergenza scuola. COSTRUIRE IN LATERIZIO, vol. 142, pp. XVII-XX
[2] La legge n. 23/1996 "Norme per l'edilizia scolastica", all'art. 4, comma 2 recita: "la programmazione dell'edilizia scolastica si realizza mediante piani generali triennali e piani annuali di attuazione predisposti e approvati dalle regioni, sentiti gli uffici scolastici regionali, sulla base delle proposte formulate dagli enti territoriali competenti sentiti gli uffici scolastici provinciali, che all'uopo adottano le procedure consultive dei consigli scolastici distrettuali e provinciali". Lo stesso DLgs. n. 112/1998 (Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti locali), agli artt. 138 e 139, nel ripartire le competenze tra Province e Comuni, riconosce la funzione di programmazione regionale.

- l'attribuzione ai Comuni della competenza sulle scuole dell'obbligo e alle Province delle scuole superiori (precedentemente alcune scuole superiori erano di competenza comunale);
- L'istituzione dell'Osservatorio per l'edilizia scolastica con compiti di promozione, di indirizzo e di coordinamento delle attività di studio, ricerca e normazione tecnica.
- La promozione dell'Anagrafe nazionale dell'edilizia scolastica diretta ad accertare la consistenza, la situazione e la funzionalità del patrimonio edilizio scolastico, articolata per Regioni[3].

In sintesi, la procedura prevede l'emanazione di un decreto da parte del Ministro della Pubblica Istruzione, in cui sono fissati gli indirizzi generali per assicurare il coordinamento degli interventi, i criteri per la ripartizione dei fondi fra le regioni ed indicate le somme disponibili nel primo triennio, suddivise per annualità.

Successivamente alla pubblicazione del decreto, le regioni trasmettono al MIUR i Piani Generali Triennali contenenti i progetti preliminari, la valutazione dei costi e l'indicazione degli enti territoriali competenti.
Il D.L. 179/2012, prevede che tali piani siano predisposti sulla base di un'apposita richiesta da parte degli enti locali proprietari degli immobili adibiti all'uso scolastico.
Relativamente alla modalità di approvazione, da parte delle Regioni, delle proposte presentate dagli enti locali, il D.Lgs del D.L. 179/2012, all'art. 5 recita:

"Nel procedimento programmatorio, le Regioni valuteranno opportunamente i fabbisogni edilizi in ragione di una dettagliata indicazione, da parte di Comuni e Province, dell'utilizzo degli edifici vincolati alla destinazione scolastica, anche tenuto conto delle relative, eventuali, proposte di revoca formulate ai sensi dell'art. 8, comma 7 della legge 11 gennaio 1996 n. 23 e di razionalizzazione della rete scolastica, considerando, altresì, le prevedibili esigenze di utilizzo a medio e lungo termine per effetto di eventuali rimodulazioni della stessa nonché la celerità di esecuzione degli interventi, la cui immediata cantierabilità – con particolare riguardo alla sussistenza di progettazioni esecutive, alla disponibilità delle aree ed all'assenza di vincoli di carattere normativo – costituisce elemento di priorità per l'accesso al finanziamento".

Ai fini della predisposizione dei piani triennali, le Regioni dunque devono operare un'azione di valutazione puntuale e contestualizzata dei progetti presentati dagli enti interessati e dei fabbisogni espressi[4].I criteri per l'approvazione dei progetti presentati a livello locale sono principalmente la fattibilità operativa degli interventi e la compatibilità con gli indirizzi regionali e nazionali relativi all'edilizia scolastica.

Dal quadro descritto emerge come la programmazione dell'edilizia scolastica sia soggetta a tempistiche lunghe che non semplificano l'iter burocratico: dal momento in cui viene rilevata la problematica, trascorrono circa tre anni e questa dilatazione comporta numerose complicazioni al processo di riqualificazione. Questo fattore ha inciso molto su una gestione della

[3] Cfr. Conferenza delle regioni e delle province autonome, Audizione dinanzi alla commissione VII della camera dei deputati nell'ambito dell'Indagine conoscitiva sull'edilizia scolastica in Italia, (documento disponibile al sito http://www.ance.it/docs/docDownload.aspx?id=14904

[4] "Nell'assegnazione delle risorse da parte del Miur, si tiene conto della capacità di spesa degli enti locali nell'utilizzo delle risorse assegnate nell'annualità precedente, "premiando" le regioni "virtuose" con l'attribuzione di una quota non superiore al venti per cento, aggiuntiva rispetto all'entità di risorse spettanti in sede di riparto. L'art. 11 del D.l 179/2012 convertito, con modificazioni dalla legge n.221/2012, ha istituito presso il Ministero dell'istruzione dell'Università e della ricerca il Fondo unico per l'edilizia scolastica nel quale confluiscono tutte le risorse iscritte nel bilancio dello Stato destinate agli interventi di edilizia scolastica". (rif. http://nuovo.camera.it/561?appro=62&Sicurezza+degli+edifici+scolastici)

riqualificazione basata sul "principio dell'emergenza", piuttosto che su una programmazione sistematica.

III.5.2 Gli strumenti conoscitivi sullo stato dell'Edilizia Scolastica esistente

Uno dei principali fattori che limitano i processi di programmazione degli interventi di riqualificazione, è la scarsa consapevolezza che le amministrazioni hanno rispetto agli edifici di propria competenza. Dove il patrimonio di edilizia scolastica è stato oggetto di un'attività di ricognizione finalizzata a rilevarne lo stato di conservazione e d'uso, non di rado emergono carenze relative alla documentazione tecnica e alle certificazioni comprovanti la rispondenza della struttura e dei servizi alle norme specifiche.

Degli edifici scolastici indagati da Legambiente nell'ambito del progetto "Ecosistema Scuola 2013" risulta che "circa il 61% possiede il certificato di agibilità, attestante la sussistenza delle condizioni di sicurezza, igiene, salubrità, risparmio energetico degli edifici e degli impianti in essi installati, solo il 35,9% il certificato di prevenzione incendi, mentre più dell'83% hanno impianti elettrici a norma"[5]. La raccolta di informazioni relative alle caratteristiche qualitative e quantitative degli edifici scolastici, consente di gestire in maniera efficace la programmazione degli interventi, ottimizzando al contempo l'utilizzo delle strutture disponibili.

CERTIFICAZIONI	ANNO 2008*	ANNO 2009*	ANNO 2010*	ANNO 2011*	ANNO 2012*
Certificato di collaudo statico	46,8%	48,6%	51,1%	50,4%	52,4%
Certificato idoneità statica	56,0%	56,0%	52,6%	51,6%	54,2%
Certificato di agibilità	54,5%	57,7%	54,1%	58,1%	61,2%
Certificato agibilità igienico - sanitaria	72,3%	69,8%	68,8%	71,9%	73,8%
Certificato prevenzione incendi	43,1%	35,4%	34,8%	34,5%	35,9%
Scale di sicurezza	48,8%	51,8%	53,2%	54,0%	54,5%
Porte antipanico	90,1%	90,1%	88,6%	90,7%	90,2%
Prove di evacuazione	95,4%	95,1%	93,1%	97,9%	94,4%
Impianti elettrici a norma	81,9%	79,6%	77,6%	82,4%	83,4%
** Anno di riferimento dati*					

Fig. III.5.1 Certificazioni disponibili nelle strutture scolastiche analizzate da Legambiente (Fonte: XIV Rapporto Ecosistema Scuola (a cura di) Legambiente, Rapporto sulla qualità dell'edilizia scolastica, delle strutture e dei servizi, 2013)

III.5.2.1 Anagrafe dell'Edilizia Scolastica

In Italia, la gestione dei dati concernenti il patrimonio immobiliare scolastico a scala regionale, viene effettuata dall'Anagrafe scolastica. L'obiettivo del censimento dell'Anagrafe è quello di definire un quadro conoscitivo da condividere con gli enti locali ai quali compete l'onere della gestione delle strutture stesse. L'Anagrafe, articolata per Regioni, costituisce lo strumento fondamentale ai fini dei diversi livelli di programmazione degli interventi nel settore.

La Legge n. 23 dell'11 gennaio 1996, all'articolo 7, individua il MIUR (Ministero della Istruzione Università e Ricerca) quale soggetto deputato a realizzare e curare l'aggiornamento, "nell'ambito del proprio sistema informativo e con la collaborazione degli enti locali interessati, di un'anagrafe nazionale dell'edilizia scolastica diretta ad accertare la consistenza, la situazione e la funzionalità del patrimonio edilizio scolastico".

[5] Legambiente, 2013, op.cit. p. 35

La raccolta delle informazioni avviene mediate la compilazione di due questionari cartacei:
- il Questionario Edificio, articolato in sette sezioni e finalizzato a raccogliere elementi atti a valutare quantitativamente e qualitativamente le strutture scolastiche;
- il "Questionario istituzione scolastica", articolato in due sezioni, orientato a raccogliere informazioni sulle singole unità scolastiche.

Lo strumento, così com'è concepito, consente di poter disporre di diverse chiavi di lettura della complessiva situazione del patrimonio edilizio scolastico, così da razionalizzare le necessarie attività di analisi ed ottimizzare le conseguenti scelte generali di intervento.

Operativamente, l'Anagrafe vede coinvolti su più livelli le scuole, gli Enti Locali, e le Regioni. Queste ultime sono depositari delle maggiori responsabilità dal momento che devono gestire "l'alimentazione della base dati" attraverso l'utilizzo di rilevatori locali. Si tratta di professionisti che, opportunamente formati, devono acquisire le informazioni contemplate dalle apposite schede di rilevazione, da inviare successivamente, tramite i nodi regionali, al MIUR. L'iniziativa, che coinvolge fattivamente tutti i soggetti istituzionalmente competenti (Uffici centrali e periferici del Ministero, Regioni, Province, Comuni e Scuole), è articolata essenzialmente nei seguenti momenti procedurali:

- perfezionamento delle schede di rilevazione e relativo manuale di compilazione;
- individuazione, a livello regionale, delle figure del referente responsabile, dei formatori del personale di rilevazione e del tecnico del nodo regionale;
- formazione dei rilevatori;
- scelta e formazione, con appositi corsi organizzati dalla Regione, dei rispettivi rilevatori (individuati direttamente dalla Regione) e successivo avvio degli stessi sul territorio;
- nomina, da parte di ciascuna Direzione Generale, di un "Facilitatore", con il compito di coadiuvare e favorire, nell'ambito scolastico, in particolare le attività di rilevazione, adottando ogni idonea iniziativa diretta al miglior esito dell'intera procedura; o avvio e conclusione, nei termini convenuti, delle attività di rilevazione e di acquisizione delle informazioni, con produzione e diffusione degli atti finali[6].

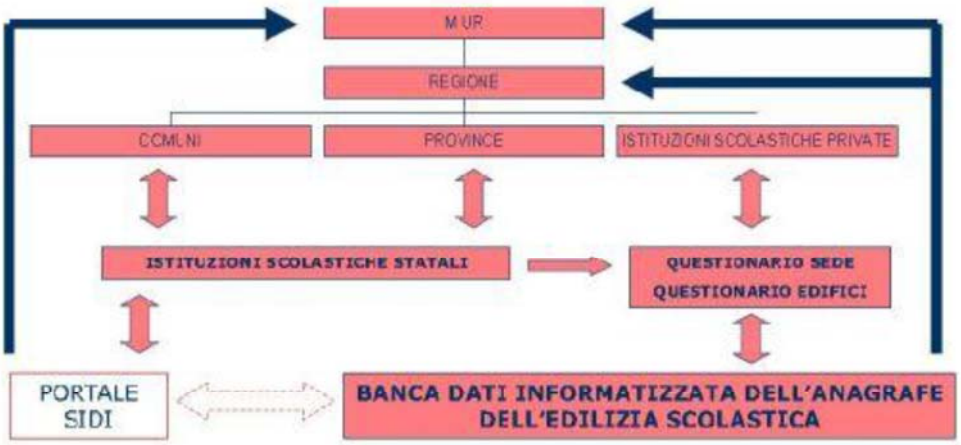


Fig. III.5.2 Schema procedura Anagrafe secondo l'art. 7 della L. n. 23 del 11 gennaio 1996

[6] Anagrafe Nazionale dell'Edilizia Scolastica, http://www.utsbasilicata.it/articoloanagrafe.html (rilevato) 13/03/2013

L'Anagrafe dunque è estremamente importante per la conoscenza dell'effettivo stato del patrimonio scolastico sul territorio, anche ai fini della migliore programmazione ed attuazione delle necessarie iniziative.
Consente infatti un'esaustiva cognizione delle reali condizioni in cui versano le strutture edilizie, della dislocazione territoriale (valutata anche in base alle zone sismiche), dando anche alle amministrazioni competenti la possibilità di implementare e personalizzare le indagini con nuove tematiche ritenute di proprio interesse (non comprese nelle schede).

Tuttavia dopo circa diciotto anni dall'istituzione dell'Anagrafe i dati non sono stati resi pubblici e lo strumento non è sempre stato integrato nel ciclo della programmazione, ovvero non "ha funzionato adeguatamente" così com'erano le intenzioni del Legislatore. Lo strumento sarebbe potuto diventare un valido supporto per prevenire i rischi e valutare al meglio il fabbisogno del patrimonio, oltre che per la gestione delle risorse economiche.

Il vuoto di "conoscenza e consapevolezza" dello stato dell'Edilizia scolastica (soprattutto per quanto riguarda i dati tecnici), ha reso critica sia la conoscenza generale dei fabbisogni, sia la valutazione puntuale e contestualizzata dei progetti presentati dagli enti interessati a finanziamenti regionali e nazionali. "L'aggiornamento costante, tempestivo e sistematico dell'Anagrafe consentirebbe di avere puntuali informazioni sulle caratteristiche (strutturali, tecnologiche, di sicurezza e di conservazione) e sui punti di forza e di debolezza di tutti gli edifici scolastici, statali, non statali e dei centri di formazione professionale, rappresentando un requisito imprescindibile per poter disporre di un quadro completo e puntuale del patrimonio edilizio di ciascun ente"[7].

III.5.2.2 Schede di valutazione della vulnerabilità sismica

Le schede di valutazione GNDT, finalizzate alla valutazione della Vulnerabilità sismica degli edifici in muratura e cemento armato, raccolgono una serie di dati utili per la conoscenza delle caratteristiche strutturali e tecnologiche dell'edificio, e possono avere più livelli di approfondimento in relazione alla finalità:

- pre-scheda (o scheda di livello 0) per la raccolta di informazioni preliminari al censimento di vulnerabilità per gli edifici in muratura o in cemento armato;
- scheda di 1°/2° livello per il rilevamento dell'esposizione e della vulnerabilità degli edifici in muratura o in cemento armato;
- scheda di 1° livello per rilevamento danno, pronto intervento e agibilità per gli edifici ordinari nell'emergenza post-sisma.

Le schede di 1° livello vengono in genere utilizzate per esami di tipo statistico, mentre quelle di 2° livello, più approfondite, vengono utilizzate nell'esame di un più ristretto numero di edifici. In particolare la compilazione della scheda di 2° livello GNDT è basata su una scheda (Benedetti e Petrini 1984, GNDT 1994) che raccoglie informazioni tipologiche e costruttive su ogni singolo edificio . Le schede GNDT unitamente alle informazioni ricavabili dall'Anagrafe scolastica sono servite per mettere a punto un *tool* che informatizza i dati disponibili sull'edilizia scolastica a scala nazionale e li utilizza per la valutazione del rischio sismico e dello scenario di danno. Queste valutazioni sono condotte con metodi la cui affidabilità sui risultati è legata al livello di conoscenza del dato stesso. La piattaforma, ad uso esclusivo del Dipartimento di Protezione Civile, è stata sviluppata dal gruppo di lavoro Eucentre (*European Centre for training and Research in Earthquake Engeenering*) dell'Università degli studi di Pavia.

[7] Cfr. Conferenza delle regioni e delle province autonome, Audizione dinanzi alla commissione VII della camera dei deputati nell'ambito dell'Indagine conoscitiva sull'edilizia scolastica in Italia, (documento disponibile al sito http://www.ance.it/docs/docDownload.aspx?id=14904

Fig. III.5.3 Procedura per la definizione di uno strumento WebGIS che consente di elaborare le mappe di rischio sismico a partire dai dati disponibili dal censimento dell'Anagrafe dell'Edilizia Scolastica e dalle schede di II livello GNDT (Fonte: European Centre for training and Research in Earthquake Engeenering)

III.5.2.3 Schede di valutazione della vulnerabilità non strutturali negli edifici scolastici

Gli eventi sismici hanno messo in evidenza la gravità dei danni provocati dai cedimenti degli elementi non strutturali in termini economici ma soprattutto di vite umane. Il terremoto dell'Abruzzo del 6 Aprile 2009 ha evidenziato, oltre ai crolli e cedimenti di carattere strutturale, un diffuso danneggiamento degli elementi non strutturali. Questa tipologia di danno può assumere specifiche peculiarità, in relazione alle caratteristiche tipologiche e costruttive di un determinato territorio. La vulnerabilità di tali elementi è accentuata anche per terremoti di bassa intensità, che provocano danneggiamenti diffusi sulle costruzioni con gravi disagi e conseguenze spesso gravose.

Le vulnerabilità non strutturali negli edifici scolastici riguardano i distacchi d'intonaco e dei rivestimenti, il ribaltamento delle tramezzature ed il crollo dei controsoffitti, lo scivolamento dei manti di copertura, i distacchi dei cornicioni e dei parapetti, la caduta di oggetti di vario tipo sia interni che collegati alle pareti esterne degli edifici.
Tali provvedimenti sono stati formalizzati in un'Intesa Istituzionale sancita nel 2009 dalla Conferenza Unificata, tra il Governo, le regioni, le province autonome di Trento e Bolzano, le autonomie locali, avente per oggetto gli "indirizzi per prevenire e fronteggiare eventuali situazioni di rischio connesse alla vulnerabilità di elementi anche non strutturali negli edifici scolastici" (GU n. 33 del 10-2-2009).
A seguito dell'intesa, è stata predisposta un'azione sistematica di ricognizione e valutazione della presenza di situazioni di rischio determinato dalla vulnerabilità degli elementi non strutturali critici. L'operazione è stata condotta da apposite squadre tecniche, incaricate di effettuare sopralluoghi finalizzati all'individuazione di situazioni di rischio connesse alla vulnerabilità degli impianti e degli elementi non strutturali rispetto a possibili crolli, anche parziali, degli stessi, in

relazione alle loro modalità di collegamento alle strutture, come anche disconnessioni o altre possibili criticità.

Tale ricognizione è stata realizzata attraverso un programma di attività che prende le mosse dalla conoscenza dello stato degli edifici scolastici derivante dall'Anagrafe dell'edilizia scolastica: una serie di informazioni che riguardano le dimensioni delle scuole, le tecnologie costruttive, l'età di costruzione, la classificazione sismica, la presenza di certificazioni relative a vari disposti legislativi in tema di sicurezza, lo stato di manutenzione etc.

Nell'ambito di questi provvedimenti sono state redatte le "linee guida per il rilevamento delle vulnerabilità degli elementi non strutturali nelle scuole". Le linee guida definiscono i criteri e le impostazioni generali per effettuare le visite ispettive e per la compilazione delle schede di rilievo della vulnerabilità di elementi non strutturali negli edifici scolastici. La redazione delle schede ha fatto specifico riferimento ad esperienze internazionali in questo settore[8].

[8] Fra i riferimenti internazionali, il principale è costituito dai Manuali per il rilievo a vista di potenziali situazioni di rischio della Federal Emergency Management Agency (FEMA 15° 154, FEMA 155, FEMA 178) degli Usa.

3.4	RIVESTIMENTI ED INFISSI

3.4.1	I rivestimenti esterni sono incollati o ancorati efficacemente alle pareti	V ❍	F ❍	NA❍

Gravità ed estensione									Interventi suggeriti					
Grave			Medio			Lieve			Demolizione Rimozione	Pendini Staffe	Puntelli Controventi	Riparazione Rinforzo	Transenne Protezioni	Altro
E	M	B	E	M	B	E	M	B						
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Note	
	....

Stima di massima dei costi:	<10.000 € ☐	10.000€ - 50.000 € ☐	>50.000 € (da approfondire) ☐

3.4.2	Non sono visibili fessure o danneggiamenti negli elementi di rivestimento o venature indebolite nei pannelli in pietra (marmo, etc.) come indizio di una possibile rottura che possa determinarne il distacco e la caduta	V ❍	F ❍	NA❍

Gravità ed estensione									Interventi suggeriti					
Grave			Medio			Lieve			Demolizione Rimozione	Pendini Staffe	Puntelli Controventi	Riparazione Rinforzo	Transenne Protezioni	Altro
E	M	B	E	M	B	E	M	B						
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Note	
	....

Stima di massima dei costi:	<10.000 € ☐	10.000€ - 50.000 € ☐	>50.000 € (da approfondire) ☐

3.4.3	Infissi e vetrate sono in buono stato di manutenzione ed efficacemente collegati alla parete	V ❍	F ❍	NA❍

Gravità ed estensione									Interventi suggeriti					
Grave			Medio			Lieve			Demolizione Rimozione	Pendini Staffe	Puntelli Controventi	Riparazione Rinforzo	Transenne Protezioni	Altro
E	M	B	E	M	B	E	M	B						
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Note	
	....

Stima di massima dei costi:	<10.000 € ☐	10.000€ - 50.000 € ☐	>50.000 € (da approfondire) ☐

Fig. III.5.4 Scheda per il rilevamento delle vulnerabilità non strutturali (Fonte: Linee Guida per il rilevamento della vulnerabilità degli elementi non strutturali nelle scuole, Consiglio Superiore dei lavori Pubblici, 2009)

Fig. III.5.5 Problematiche relative agli elementi "non strutturali". (Fonte: Linee Guida per il rilevamento della vulnerabilità degli elementi non strutturali nelle scuole, Consiglio Superiore dei lavori Pubblici, 2009)

III.5.3.I finanziamenti a supporto della messa in sicurezza dell'edilizia scolastica esistente.

La priorità attribuita dal Governo alla questione della messa in sicurezza dell'edilizia scolastica esistente, può essere valutata attraverso la lettura dei provvedimenti finanziari, quale misura degli investimenti designati dal Governo.

Si rileva come i principali programmi e stanziamenti finanziari per la messa in sicurezza degli edifici scolastici siano stati la diretta conseguenza di situazioni di emergenza. Come già evidenziato, con la legge 23/96, sono stati previsti finanziamenti per l'edilizia scolastica, attraverso piani triennali, articolati annualmente, predisposti ed approvati dalle Regioni, sulla base delle proposte formulate dagli enti locali competenti. Tali finanziamenti sono stati caratterizzati da una certa discontinuità e difficoltà di attivazione. I principali stanziamenti si dividono in:

- 1996-1998: 819 milioni di euro
- 1999-2001: 750 milioni di euro
- 2002: finanziamenti pari a 0
- 2003: 112 milioni di euro
- 2004: 348 milioni di euro
- 2005 e 2006 nessun finanziamento
- 2007-2009: 227 milioni di euro (risorse liquide)[9].

Si individuano dunque due principali filoni di intervento per lo stanziamento delle risorse finalizzate alla messa in sicurezza degli edifici scolastici: Il primo filone è legato al crollo della scuola elementare "Francesco Iovine" di San Giuliano di Puglia, avvenuto in data 31 ottobre 2002.

In quell'occasione, con la legge finanziaria n. 289 del 2002, è stato istituito, nell'ambito del "Programma delle Infrastrutture Strategiche" (PIS), un "Piano straordinario di messa in sicurezza degli edifici scolastici"[10], gestito dal Ministero delle Infrastrutture e dal Ministero dell'Istruzione, d'intesa con il Dipartimento della Protezione Civile e le Regioni. I "piani stralcio" che sono seguiti, e la gestione delle risorse finanziarie hanno messo in evidenza una certa difficoltà e farraginosità delle complesse procedure di attuazione dei finanziamenti per la messa in sicurezza.

Con la delibera n. 76/2011 il CIPE ha approvato la "Relazione semestrale al 31 dicembre 2010 sullo stato di avanzamento del 1° e del 2° programma stralcio". "In relazione al 1° Programma stralcio, la relazione ha evidenziato che risulterebbero non avviati interventi per un valore di 18,5 milioni di euro (11% del totale) a causa di ritardi relativi all'autorizzazione e alla sottoscrizione dei relativi contratti di mutuo; con riferimento al 2° Programma stralcio si sono riscontrati ritardi analoghi con interventi non avviati per un ammontare di 91,2 milioni di euro (pari al 30% del totale). La successiva delibera CIPE n. 66 del 30 aprile 2012, ha preso atto che sono stati attivati dagli enti locali beneficiari 1.320 interventi (pari all'83% dei 1.593 interventi programmati) dell'importo di 386 milioni di euro (il 79% del valore dell'intero Piano). Risultano completati 329 interventi (21%) per un importo complessivo di 85,3 milioni di euro (17 % del totale). Gli importi complessivi assegnati al Mezzogiorno assommano a circa il 67 % del totale

[9] Anci, Indagine conoscitiva sulla situazione dell'edilizia scolastica in Italia, Novembre 2013, http://www.anci.lombardia.it/xnews/apl/_private/cli/STRATEG91Q9ZXXG/att/AUDIZIONE%20EDILIZIA%20SCOLASTICA%2013_11_13.pdf (rilevato 13/03/2014).

[10] Il Piano straordinario per la messa in sicurezza delle scuole di cui all'art. 80, comma 21, della legge 289/2002, l'art. 32bis del decreto-legge 30 settembre 2003, n. 269, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 novembre 2003, n. 326 ed incrementato con la Legge 24 Dicembre 2007, n. 244 e, più recentemente, l'art. 7bis della L. 169/2008.

delle risorse"[11]. Un nuovo ciclo di finanziamento è collegato ad un ulteriore tragico episodio che vide coinvolta la scuola di Rivoli. Con delibera Cipe n.3 del 6 Marzo del 2009, è stato quindi assegnato un miliardo di euro a valere sui fondi FAS per il finanziamento di interventi per la messa in sicurezza delle scuole gestite dal Ministero delle Infrastrutture Una parte di tali finanziamenti è stata destinata all'emergenza Abruzzo, i restanti 760 milioni di euro, invece sono stati suddivisi in due piani straordinari stralcio.

- Nel primo piano straordinario stralcio, sono stati stanziati 358 milioni di euro per interventi urgenti di messa in sicurezza anche di elementi non strutturali in 1706 istituti scolastici individuati sull'intero territorio nazionale. A fine 2010 risultavano presentate 1.630 proposte convenzioni, per 347 milioni di euro. Di queste però solo 780 attualmente risultano essere state sottoscritte.

- Nel secondo piano straordinario stralcio, sono stati stanziati 402 milioni di euro destinati alle regioni del Sud, ridotti a 259 milioni di euro. Anche per questi attualmente non si conoscono i tempi per la reale disponibilità. "L'elenco degli interventi è pronto, mentre le convenzioni di finanziamento non risultano essere state sottoscritte"[12].

L'attivazione delle risorse messe a disposizione e quindi gli interventi urgenti e necessari da effettuare, hanno subito una serie di ritardi e rimandi, con la conseguenza che ad oggi non solo molti interventi di messa in sicurezza dell'edilizia scolastica esistente non sono stati attivati, ma anche le risorse per la ricostruzione delle scuole in Abruzzo, devono in buona parte ancora essere utilizzate.

Dall'analisi si evince come una delle caratteristiche peculiari è da ricercarsi nella difficoltà di gestire le risorse anche quando queste siano rese disponibili. I programmi ed i finanziamenti per l'edilizia scolastica esistente sono stati caratterizzati fin'ora da una certa "discontinuità e frammentazione". La continuità dei finanziamenti statali infatti, garantirebbe l'efficacia e l'efficienza degli interventi sull'edilizia scolastica esistente e consente di rispondere alla domanda di manutenzione ordinaria, straordinaria e messa a norma delle strutture, nonché di realizzazione di nuovi edifici.

[11] Camera dei deputati, sicurezza negli edifici scolastici, http://www.camera.it/leg17/1050?appro=62&Sicurezza+degli+edifici+scolastici#paragrafo750 (rilevato) 13/03/2014.
[12] Anci, op.cit. pp. 7

QUADRO SINTETICO DELLE PRINCIPALI RISORSE STATALI DESTINATE ALL'EDILIZIA SCOLASTICA

Fonte di finanziamento e programma	Importo stanziato	Importo da attivare	Anno	Competenza	Riferimenti	Nota su importo da attivare
1- Fondi FSC (Fondo Sviluppo Coesione)	**951,4**	**567,3**	**2009**			
- Ricostruzione Abruzzo	*226,4*	*72,0*		*Comm. Ricostruzione*	*Del. CIPE 47/2009*	*Stima Ance*
- Scuola europea di Parma	*8,4*	*-*		*Comune di Parma*	*Del. CIPE 48/2009*	
- 1° programma stralcio di messa in sicurezza	*357,6*	*196,3*		*MIT*	*Del. CIPE 32/2010*	*893 progetti*
- 2° programma stralcio di messa in sicurezza	*259,0*	*259,0*		*MIT*	*Del. CIPE 6/2012*	*1.809 progetti*
- Nuovi edifici scolastici	*40,0*	*40,0*		*MIT e MIUR*	*Del. CIPE 6/2012*	*Stima Ance*
- Riserva sisma Emilia-Romagna, Lombardia e Veneto	*60,0*	***		*MIUR*	*DL 74/2012*	*Stima in corso*
2- Fondi Legge stabilità 2012 (L. 183/2011)	**100,0**	**40,0**	**2012**			
- Messa in sicurezza e costruzione di nuovi edifici	*40,0*	*40,0*		*MIT e MIUR*	*L 183/2011*	*Stima Ance*
- Riserva sisma Emilia-Romagna, Lombardia e Veneto	*60,0*	***		*MIUR*	*DL 74/2012*	*Stima in corso*
3- Capitoli di bilancio MIUR	**38,0**	**38,0**	**2012**			
- Interventi di edilizia scolastica - fondi immobiliari	*38,0*	*38,0*		*MIUR*	*Dir. 26 marzo 2013*	
4- Decreto-legge Fare (DL 69/2013)	**450,0**	**450,0**	**2013**			
- Programma INAIL 2014-2016	*300,0*	*300,0*		*INAIL*	*DL 69/2013- Art.18*	
- Programma interventi urgenti	*150,0*	*150,0*		*MIUR*	*DL 69/2013- Art.18*	
5- Decreto-legge Istruzione (DL 104/2013)	**850,0**	**850,0**	**2013**			
- Mutui trentennali per interventi di edilizia scolastica	*850,0*	*850,0*		*MEF*	*DL 104/2013 -Art.10*	*Stima Ance*
6- Decreto-legge anticrisi 2008 (DL 185/2008)	**111,8**	**111,8**	**2008**			
- Piano straordinario di messa in sicurezza	*111,8*	*111,8*		*MIT*	*DM 3 ottobre 2012*	*989 progetti*
7- Fondi strutturali europei 2007-2013	**606,9**	**359,2**	**2007-2011**			
- Risorse del PON "Ambienti per l'apprendimento"	*223,0*	*167,2*		*MIUR*	*QSN 2007-2013*	*Stima Ance*
- Risorse del Piano di Azione e Coesione	*383,9*	*192,0*		*MIUR*	*PAC-Dicembre 2011*	*Stima Ance*
8- Fondi Legge Obiettivo	**488,0**	**93,8**	**2004-2006**			*Fonte MIT*
- Delibere CIPE 102/2004 e 143/2006	*488,0*	*93,8*		*MIT*		
TOTALE	**3.596,1**	**2.510,1**				
- di cui risorse stanziate prima del 2013	***2.296,1***	***1.210,1***				

Nota: Ai soprarindicati finanziamenti, si aggiungono le risorse, pari a circa 100 milioni di euro, messe a disposizione del Dipartimento della Protezione Civile in attuazione della Legge Finanziaria per il 2008 (20 milioni di euro l'anno dall'anno 2008)

Fig. III.5.6 Quadro delle principali risorse statali destinate all'edilizia scolastica
(fonte: Documento sull'edilizia scolastica per la giornata di ascolto del mondo della scuola)

III.5.4 Bandi e programmi per l'efficientamento energetico negli edifici scolastici

Per rispettare gli obiettivi fissati da protocollo di Kyoto e quelli europei del 2020 in termini di riduzione di gas serra, miglioramento dell'efficienza energetica e di promozione delle Fonti rinnovabili, in Italia, a partire dal 2000, sono stati promossi da parte del Ministero dell'Ambiente, numerosi progetti rivolti all'edilizia scolastica, in particolare per l'integrazione delle tecnologie solari negli edifici, con la finalità di migliorare le prestazioni energetiche mediante soluzioni impiantistiche e tecnologiche in grado di ridurre i consumi da fonti fossili e, di conseguenza, la produzione di gas serra. Di seguito si descrivono i principali programmi che hanno consentito di attivare i finanziamenti per l'efficientamento energetico e la riduzione dei consumi negli edifici scolastici.

III.5.4.1 Il Programma nazionale "Tetti fotovoltaici"

Promosso dal Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare, con il supporto tecnico dell'Enea, ha consentito il finanziamento di impianti fotovoltaici a bassa potenza, collegati alla rete elettrica ed integrati nelle strutture edilizie. I beneficiari del programma sono stati principalmente le amministrazioni pubbliche, quali i comuni, le province, le Università statali e gli enti pubblici di ricerca.

A partire dal biennio 2001-2002, il programma è stato articolato in:

- Programma nazionale destinato a soggetti pubblici quali Comuni, Province, Enti pubblici di ricerca, Università Statali.
Il programma ha consentito il finanziamento di meno di un terzo delle proposte presentate.
- Programma nazionale per impianti fotovoltaici a valenza architettonica; destinato al finanziamento di impianti di particolare pregio architettonico, di potenza superiore a 30 Kwp da installare su edifici pubblici.
- Programmi regionali per tutti i soggetti privati e pubblici; bando gestito dalle regioni che hanno stabilito le modalità di presentazione delle domande e di erogazione del contributo.

Rispetto alla destinazione d'uso degli edifici che hanno presentato richiesta, le strutture scolastiche rappresentano una quota notevolmente superiore alle altre categorie, sintomo del crescente interesse nell'ambito delle nuove tecnologie per l'utilizzo delle fonti rinnovabili. A partire dalla significativa partecipazione a questi programmi, sono stati avviati specifici programmi sulle fonti rinnovabili destinati alle scuole.

III.5.4.2 Programma Nazionale per la promozione dell'Energia Solare

Nel 2007 è stato attivato, da parte del Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare, il programma per la Promozione dell'Energia Solare, finalizzato allo sviluppo del solare termico per la produzione di calore a bassa temperatura (bando "Il sole negli enti pubblici") e del fotovoltaico per la produzione di energia elettrica ("Il sole a Scuola" ed "Ad alta valenza architettonica").

Questa misura promuove la realizzazione di impianti fotovoltaici e solari destinati anche agli edifici scolastici e, simultaneamente, l'avvio di un'attività didattica volta alla realizzazione di analisi energetiche e di interventi di razionalizzazione e risparmio energetico nei suddetti edifici, tramite il coinvolgimento degli studenti. Fanno parte una serie di iniziative rivolte alle scuole come il "il bando il sole a scuola", ed il "fotovoltaico nell'architettura".

Il numero di richieste di incentivo pervenute e finanziate hanno messo in evidenza ancora una volta la discrepanza esistente tra il Nord ed il Sud della Penisola. Malgrado alcuni parametri in miglioramento, i capoluoghi di Provincia del Sud sono collocati in gran parte in fondo alla graduatoria di Legambiente sulla qualità complessiva dell'Edilizia Scolastica e dei servizi, relativamente all'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili.

Il perdurare di questa situazione di sostanziale ristagno rispetto alla qualità degli Edifici Scolastici del Sud e delle Isole dimostra come la logica degli interventi a pioggia non sia stata efficace.

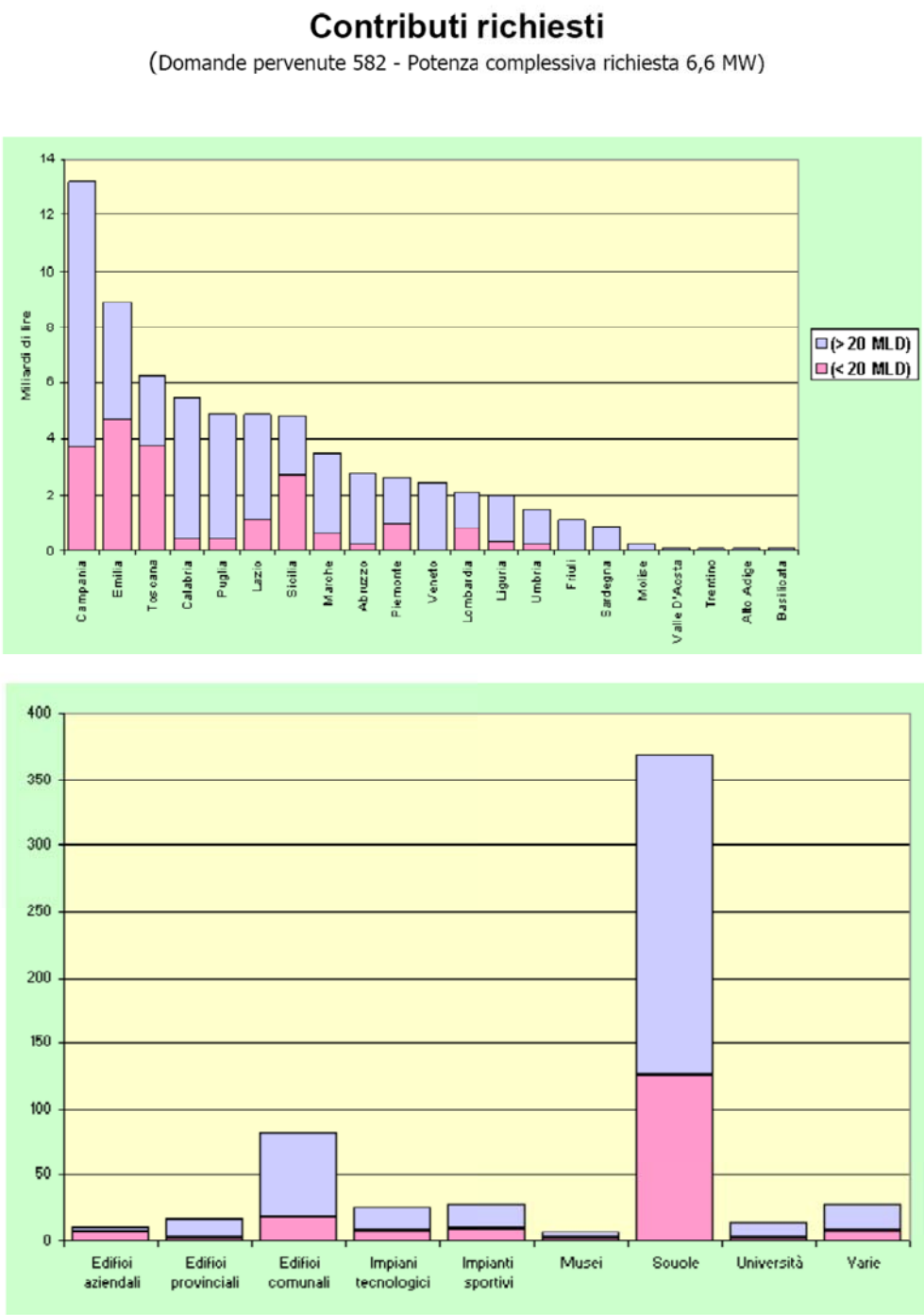


Fig. III.5.6 Programma Nazionale per la promozione dell'Energia Solare, richieste di finanziamento. In rosa solo le richieste effettivamente finanziate.

III.5.4.3 Programma Analisi Energetiche nel settore dei servizi

Con Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 31/07/2008, è stato emanato il bando nazionale denominato "Bando per l'attuazione di analisi energetiche nel settore dei servizi e nella Pubblica Amministrazione". Il bando è finalizzato al cofinanziamento di "attività di analisi energetiche mirate alla definizione del potenziale risparmio energetico nel settore terziario e nella pubblica amministrazione" (art.1). Beneficiari dei finanziamenti sono le aziende distributrici di energia elettrica e le società operanti nel

settore dei servizi energetici (ESCO[13]), accreditate presso l'Autorità dell'energia elettrica e del gas. Il Bando, che prevede il cofinanziamento fino al 50% dei costi ammissibili relativi ai progetti presentati, finanzia i progetti relativi alla realizzazione di studi, valutazioni e campagne di misura per l'analisi energetica delle strutture edilizie rispetto alle quali le pubbliche amministrazioni o le imprese del settore terziario risultino proprietari o gestori. Gli edifici scolastici hanno presentato in percentuale, un numero maggiore di richieste.

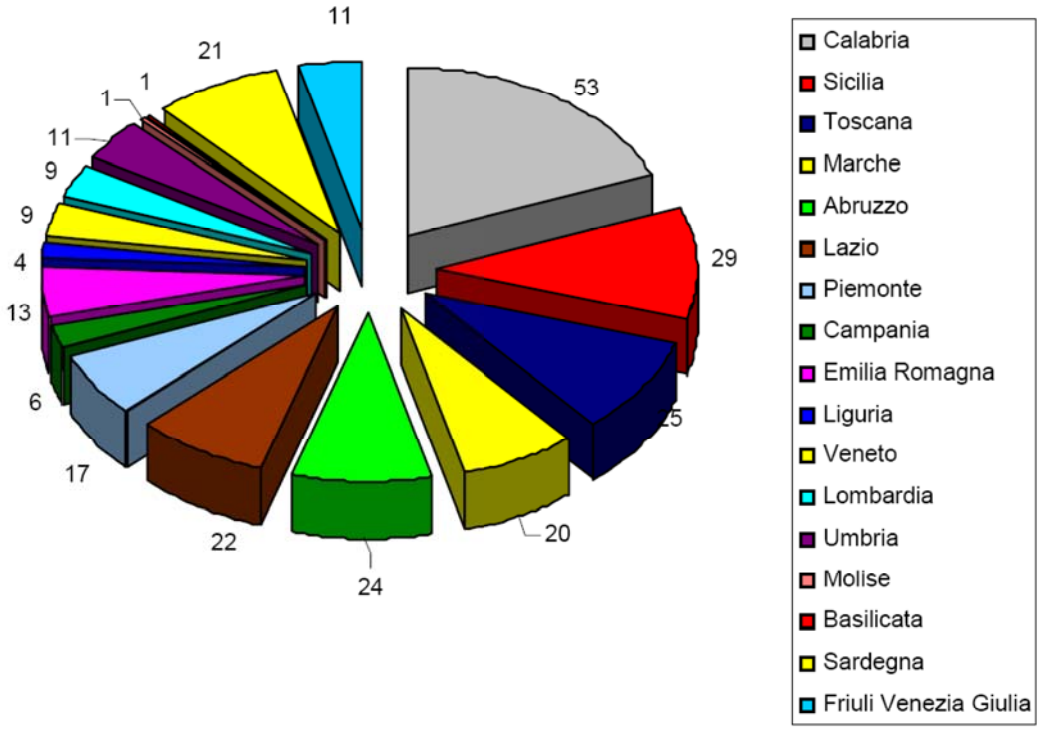


Fig. III.5.7 Distribuzione progetti finanziati (Fonte: Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare. Direzione generale per la salvaguardia ambientale).

III.5.4.4 Programma PON e POIN FESR 2007-2013

Nell'ambito del Programma Operativo Nazionale è stato emanato il bando, rivolto agli edifici scolastici e agli enti pubblici, denominato "Energie rinnovabili e risparmio energetico", Linea di attività 2.2 "Interventi di efficientamento energetico degli edifici e utenze energetiche pubbliche o ad uso pubblico". Il bando consente il finanziamento delle seguenti attività/operazioni:

- Analisi e diagnosi energetica
- Generatori di calore ad elevata efficienza (ad es. caldaia a condensazione)
- Impianti di cogenerazione o trigenerazione
- Sistema di regolazione della temperatura nei singoli locali (ad es. valvole termostatiche)
- Sistemi di distribuzione del calore a bassa temperatura (ad es. pannelli radianti)
- Pompe di calore geotermiche
- Sistemi di illuminazione esterna degli edifici ad alta efficienza (SAP, LED)
- Sistemi di illuminazione interna degli edifici ad alta efficienza (LED o fluorescenti con alimentatore elettronico)
- Regolatori di flusso luminoso in base ad orario

[13] Le Energy Service Company (anche dette ESCO) sono società che effettuano interventi finalizzati a migliorare l'efficienza energetica, assumendo su di sé il rischio dell'iniziativa e liberando il cliente finale da ogni onere organizzativo e di investimento. I risparmi economici ottenuti vengono condivisi fra la ESCO ed il Cliente finale con diverse tipologie di accordo commerciale.

- Rilevatore di presenza
- Tubi Solari
- Isolamento termico delle coperture piane in conformità ai limiti stabiliti dal D.Lgs. 192/2005 e s.m.i.
- Isolamento termico a cappotto delle chiusure esterne verticali in conformità ai limiti stabiliti dal D.Lgs. 192/2005 e s.m.i.
- Isolamento termico per primo solaio in conformità ai limiti stabiliti dal D.Lgs. 192/2005 e s.m.i.
- Sostituzione dei serramenti esistenti con serramenti efficienti in base ai limiti stabiliti dal D.Lgs. 192/2005 e s.m.i, inclusa la sostituzione obbligatoria dei cassonetti con cassonetti coibentati (laddove esistenti)
- Frangisole (schermature solari)
- Coperture a verde e pareti vegetali.

REGIONE	Edifici che utilizzano fonti rinnovabili	REGIONE	Edifici che utilizzano fonti rinnovabili
ABRUZZO	28,9%	MOLISE	0,0%
BASILICATA	0,0%	PIEMONTE	7,2%
CALABRIA	6,5%	PUGLIA	59,1%
CAMPANIA	3,5%	SARDEGNA	23,8%
EMILIA ROMAGNA	23,6%	SICILIA	11,5%
FRIULI V. GIULIA	7,5%	TOSCANA	19,6%
LAZIO	14,0%	TRENTINO ALTO ADIGE	14,5%
LIGURIA	9,1%	UMBRIA	4,8%
LOMBARDIA	5,2%	VENETO	32,7%
MARCHE	13,1%		

REGIONE	Edifici con impianti solare termico*	Edifici con impianti solare fotovoltaico*	Edifici con impianti geotermia e/o pompe di calore*	Edifici con impianti biomassa*
ABRUZZO	54,0%	90,0%	0,0%	0,0%
BASILICATA	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CALABRIA	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
CAMPANIA	5,9%	94,1%	0,0%	0,0%
EMILIA ROMAGNA	32,5%	62,7%	0,0%	1,2%
FRIULI V. GIULIA	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
LAZIO	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
LIGURIA	4,2%	100,0%	0,0%	0,0%
LOMBARDIA	15,4%	89,7%	5,1%	0,0%
MARCHE	41,2%	58,8%	0,0%	0,0%
MOLISE	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PIEMONTE	3,1%	90,6%	0,0%	6,3%
PUGLIA	5,5%	94,5%	0,0%	0,0%
SARDEGNA	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
SICILIA	59,3%	52,5%	1,7%	0,0%
TOSCANA	35,4%	62,5%	2,1%	0,0%
TRENTINO ALTO ADIGE	33,3%	72,2%	0,0%	0,0%
UMBRIA	37,5%	62,5%	0,0%	0,0%
VENETO	12,4%	84,3%	2,5%	0,0%

Fig. III.5.8 Percentuale di edifici scolastici che utilizzano fonti rinnovabili, e sistemi per la riduzione dei consumi energetici. (Fonte: XIV Rapporto Ecosistema Scuola (a cura di) Legambiente, Rapporto sulla qualità dell'edilizia scolastica, delle strutture e dei servizi, 2013)

III.5.5 Considerazioni conclusive

Gli interventi realizzati in ragione dei finanziamenti e bandi emanati, sono riusciti a fornire solo soluzioni parziali alla necessità di adeguamento e rinnovamento strutturale di cui necessita il patrimonio edilizio scolastico esistente.

Le cause sono molteplici, tra cui l'eccessiva parcellizzazione delle competenze in materia, la non sempre efficace distribuzione territoriale delle risorse e le difficoltà degli Enti Locali nella gestione e manutenzione del proprio patrimonio scolastico (difficoltà nel predisporre e applicare piani di manutenzione degli edifici e monitoraggio; limiti operativi derivanti dalle dotazioni di bilancio; difficoltà di programmare e attuare interventi nel rispetto del Patto di stabilità interno). Bisogna comunque rilevare che sempre di più negli ultimi anni sta aumentando, sia a livello locale che a livello nazionale, l'interesse di provvedere alla messa in sicurezza sismica unitamente alla riqualificazione energetica. Tra i programmi nazionali finalizzati alla riqualificazione sismica ed energetica degli edifici scolastici emerge il Bando Ministero Istruzione PON-FESR "Ambienti per l'apprendimento" Obiettivo C "Incrementare la qualità delle infrastrutture scolastiche, l'ecosostenibilità e la sicurezza degli edifici scolastici; potenziare le strutture per garantire la partecipazione delle persone diversamente abili e quelle finalizzate alla qualità della vita degli studenti".

Il Bando finanzia progetti finalizzati alla riqualificazione degli edifici scolastici in relazione all'efficienza energetica, alla messa a norma degli impianti, all'abbattimento delle barriere architettoniche, alla dotazione di impianti sportivi e al miglioramento dell'attrattività degli spazi. Anche a livello regionale la programmazione si pone sempre di più, tra gli obiettivi prioritari, la riqualificazione energetica e strutturale, anche se tali interventi vengono perseguiti in maniera distinta. Tra i principi per l'ammissibilità degli interventi, sempre più spesso vi è il principio dell'adozione di tecnologie bioclimatiche e relativa dimostrazione della sostenibilità finanziaria. Infine bisogna rilevare come gran parte degli sforzi economici per attuare gli interventi sono stati fatti dagli stessi Comuni ed enti locali interessati. Secondo la rilevazione effettuata dall'ANCI, l'impegno economico dei Comuni nell'ambito dell'edilizia scolastica risulta maggioritario sia rispetto ai finanziamenti regionali che a quelli dello Stato.

Il contesto descritto è caratterizzato da un rilevante divario tra l'urgenza di mettere in sicurezza il patrimonio edilizio scolastico esistente, e la necessità di operare per una riqualificazione sistematica. In sintesi dall'analisi emergono una serie di problematiche connesse alla programmazione dell'Edilizia Scolastica:

1. eccessiva frammentazione degli strumenti finanziari e di incentivo alla riqualificazione;
2. mancanza di un aggiornamento costante e tempestivo dei dati dell'Anagrafe Scolastica;
3. interventi basati sul principio dell' "emergenza";
4. mancanza di strumenti conoscitivi sintetici capaci di orientare la scelta delle priorità di intervento nel processo di programmazione dell'Edilizia Scolastica;

Per quanto riguarda il primo punto, i piani e programmi di incentivazione che sono stati descritti sarebbero dovuti diventare l'occasione per operare per una riqualificazione energetica e strutturale "integrata" dell'Edilizia scolastica. Per far si che la riqualificazione degli edifici scolastici non si limiti a sporadici e puntuali interventi finalizzati a risolvere singole problematiche, vi è la necessità di rilanciare una visione programmatica, all'interno di un piano organico che non si limiti ad operazioni di manutenzione straordinaria ed a mettere in sicurezza gli immobili scolastici, ma che sia capace di orientare una riqualificazione integrata. Si tratta, allo stesso tempo, di riconoscere la scuola come il motore sociale, civile ed economico del Paese.

Per quanto riguarda il secondo punto, risulta prioritario avere un aggiornamento costante, tempestivo e sistematico dello stato attuale, ovvero delle caratteristiche tecnico-prestazionali degli Edifici Scolastici sul territorio nazionale, per poter individuare meglio l'effettivo fabbisogno di interventi. Una stima precisa di tale fabbisogno è difficilmente tracciabile con gli strumenti di rilevazione oggi a disposizione, e che sono sostanzialmente le schede dell'Anagrafe nazionale dell'Edilizia Scolastica e le informazioni desumibili dalle richieste di aiuto finanziario che vengono inoltrate alle Regioni dagli enti proprietari degli Edifici Scolastici. Entrambe le fonti scontano debolezze di fondo che impediscono loro di affermarsi come base esauriente ed affidabile di conoscenza dello stato attuale.

La mancanza di una base conoscitiva esaustiva dello stato dell'edilizia scolastica ha contribuito ad una gestione degli interventi basata sul criterio dell' "emergenza". E' necessario invece superare la visione residuale ed emergenziale dell'Edilizia Scolastica, giungendo ad un piano di centralità del rinnovamento delle strutture scolastiche, con una programmazione efficace. Un ruolo strategico è quello svolto dai dirigenti scolastici per il perseguimento della migliore gestione delle risorse edilizie ed economiche assegnate alle istituzioni scolastiche.

In relazione alle problematiche fin qui esposte, la ricerca propone uno strumento a supporto della programmazione degli interventi, finalizzato all'individuazione sintetica delle problematiche energetiche e sismiche presenti negli edifici scolastici. Lo strumento cerca di dare un contributo non tanto alla "conoscenza" del patrimonio scolastico (dal momento che è compito dell'Anagrafe scolastica), quanto alla sistematizzazione dei dati disponibili, attraverso la messa a punto di una procedura per la definizione dei due indicatori relativi alle problematiche trattate in questa ricerca (sismica ed energetica).

Data la vastità del patrimonio pubblico scolastico esistente, e le limitate risorse economiche disponibili, risulta necessario definire uno strumento di analisi speditivo, per un'indagine rapida ma cosciente sullo stato di fatto, in grado di selezionare gli edifici con urgenza di verifica sismica approfondita, e di individuare un ventaglio di interventi locali da effettuare sugli edifici che non presentano problematiche urgenti. Lo strumento deve da un lato fornire una mappatura delle priorità su larga scala, dall'altra agevolare, per ciascun edificio oggetto di analisi, una lettura comparata delle principali vulnerabilità presenti sia da un punto di vista energetico che strutturale. Gli interventi per il miglioramento sismico degli edifici esistenti, possono diventare dunque l'occasione per agire anche sul miglioramento delle prestazioni energetiche, dal momento che i parametri indagati dalla sismica, relativamente ai principali elementi tipologici, tecnologici e strutturali dell'organismo edilizio, sono valutabili anche da un punto di vista energetico.

Lo sviluppo di una metodologia in grado di definire delle priorità di intervento, per quanto riguarda la sicurezza sismica degli edifici e i consumi energetici, è di particolare interesse in quanto permette di proporre delle linee di indirizzo per gli interventi sugli edifici scolastici, commisurate alla gravità del rischio sismico e dei consumi. In questo modo, avendo a disposizione una classifica delle "priorità", si agevoleranno le autorità competenti, nell'intervenire con delle tempistiche commisurate allo stato di rischio. La creazione di un ordine di importanza risulta necessaria proprio per una adeguata gestione delle risorse tecniche, del tempo, del denaro, delle risorse tecniche, che dovranno essere ottimizzate nel miglior modo possibile.

Normative

Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici del 10-2-1966 n.2345
Edilizia scolastica prefabbricata.

Legge del 05-08-1975 n. 412
Norme sull'edilizia scolastica e piano finanziario d'intervento.(G.U. n. 229 del 28/08/1975).

Decreto Ministeriale del 18-12-1975
Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica (G.U. 02-02-1976, n. 29, Supplemento ordinario)

Decreto del Presidente della Repubblica n° 447 del 06/12/1991
Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n° 46, in materia di sicurezza degli impianti. (G.U. n° 38 del 15/02/1992)

Decreto Ministeriale del 26 Agosto 1992
Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica.(G.U. 16 Settembre, n. 218).

Legge quadro del 5/2/1992, n. 104
Legge-quadro per l'assistenza, l'integrazione sociale e i diritti delle persone handicappate. (Aggiornata al 31/12/2008) (G.U. 17/2/1992, n. 39, S.O.)

Decreto Legislativo del 16-4-1994, n. 297
Testo Unico delle disposizioni legislative vigenti in materia di istruzione, relative alle scuole di ogni ordine e grado.(G.U. 19.05.1994 n.115)

Decreto Legislativo del 19 Settembre 1994, n.626
Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE, 93/88/CEE, 95/63/CE, 97/42, 98/24 e 99/38 riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro. (G.U. 12.11.1994, n. 265, s.o. n. 141)

D.P.R. del 24-7-1996 n. 503
Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici. (G.U. del 27 Settembre 1996, n. 227, S.O.).

Legge del 2 Ottobre del 1997 n. 340
Norme in materia di organizzazione scolastica e di edilizia scolastica. (GU n. 236 del 09/10/1997)

Decreto Ministeriale del 10 Marzo 1998
Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro (S.O. n. 81 a G.U. del 7 Aprile 1998, n.81)Decreto Ministeriale del 21 Marzo 1970
Norme tecniche relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di edilizia scolastica. (Pubblicato nel Suppl. ord. alla G.U. 1° Giugno 1970, n. 134)

Legge del 16 giugno 1998, n. 191
"Modifiche ed integrazioni alle leggi 15 marzo 1997, n. 59, e 15 maggio 1997, n. 127, nonche' norme in materia di formazione del personale dipendente e di lavoro a distanza nelle pubbliche amministrazioni. Disposizioni in materia di edilizia scolastica". (G.U n. 142 del 20 giugno 1998 - Supplemento Ordinario n. 110)

Decreto Ministeriale del 29 Settembre 1998, n. 382
Regolamento recante norme per l'individuazione delle particolari esigenze negli istituti di istruzione ed educazione di ogni ordine e grado, ai fini delle norme contenute nel D.Lgs. 19 settembre 1994, n. 626, e successive modifiche ed integrazioni.(Registrato alla Corte dei conti il 27 ottobre 1998 - Registro n. 1 Pubblica istruzione, foglio n. 316 - in G.U. 04-11-98)

Circolare Ministeriale del 29-4-1999 n.119
Decreto legislativo n. 626 del 1994 e successive modifiche e integrazioni - D.M. n. 382 del 1998: Sicurezza nei luoghi di lavoro - Indicazioni attuative.

Legge del 10 Febbraio 2000, n. 30
Legge Quadro in materia di Riordino dei Cicli dell'Istruzione (G.U. 23 febbraio 2000, n. 44).

Legge dell' 11 Gennaio 1996, n. 23
Norme per l'edilizia scolastica (in GU n. 15 -Serie generale- del 19 gennaio 1996)

Legge del 14 novembre 2000, n. 338
Disposizioni in materia di alloggi e residenze per studenti universitari. (G.U. n. 274 del 23/11/2000).

Decreto Ministeriale del 9 Maggio 2001 n.118
Standard minimi dimensionali e qualitativi e linee guida relative ai parametri tecnici ed economici concernenti la realizzazione di alloggi e residenze per studenti universitari di cui alla legge 14 Novembre 2000 n. 338(G.U. n.117 del 21/5/2002 - Suppl. Ordinario n. 107)

Legge del 24 Novembre 2003, n. 326
Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 settembre 2003, n. 269, recante disposizioni urgenti per favorire lo sviluppo e per la correzione dell'andamento dei conti pubblici (art. 32) (s.o. n. 181 alla G.U. 25 novembre 2003, n. 236)

Dirett. Pres. Cons. Min. 02/03/2011
Assegnazione alle regioni Abruzzo, Calabria, Campania, Emilia Romagna, Lazio, Liguria, Lombardia, Marche, Molise, Piemonte, Puglia, Sicilia, Toscana, Umbria, Veneto, di risorse finanziarie ai sensi dell'art. 32-bis del decreto-legge 30 settembre 2003, n. 269, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 novembre 2003, n. 326
(Gazzetta ufficiale 19/04/2011 n. 90)

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 2 marzo 2011 n. 3927
Modalita' di attivazione del Fondo per interventi straordinari della Presidenza del Consiglio dei Ministri, istituito ai sensi dell'articolo 32-bis del decreto-legge 30 settembre 2003, n. 269, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 novembre 2003, n. 326, ed incrementato con la legge 24 dicembre 2007, n. 244.

Deliberazione 05/05/2011 n. 46
Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica - Piano straordinario per la messa in sicurezza degli edifici scolastici (legge 289/2002, articolo 80, comma 21). Relazione semestrale al 30 giugno 2010 sullo stato di avanzamento del 1° e del 2° programma stralcio
(Gazzetta ufficiale 08/10/2011 n. 235)

Deliberazione 03/08/2011 n. 76
Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica - Piano straordinario per la messa in sicurezza degli edifici scolastici (Legge 289/2002, articolo 80, comma 21). Relazione semestrale al 31 dicembre 2010 sullo stato di avanzamento del 1° e del 2° programma stralcio
(Gazzetta ufficiale 16/11/2011 n. 267)

Cap III.6
Strumento di sintesi

Nel capitolo viene descritta la procedura per la definizione di uno strumento di sintesi a supporto della programmazione degli interventi per Edilizia scolastica esistente.
Com'è stato analizzato nei precedenti capitoli, attualmente le Amministrazioni Pubbliche sono chiamate a dare risposta sia alla necessità di mettere in sicurezza il patrimonio edilizio di propria competenza, che alla riduzione dei consumi energetici degli stessi.
A causa della vastità di tale patrimonio pubblico e alle limitate risorse economiche disponibili, risulta necessario definire uno strumento di analisi speditivo, per un'indagine rapida ma cosciente sullo stato di fatto dell'edilizia scolastica esistente, al fine di indirizzare i finanziamenti verso quegli edifici che presentano una priorità di intervento.
Oltre ad individuare la priorità di intervento, lo strumento deve essere in grado di agevolare l'"attivazione" di un processo integrato per il recupero energetico e strutturale degli Edifici Scolastici esistenti, attraverso la verifica della sussistenza delle due problematiche e dell'incidenza dell'una rispetto all'altra.
L'analisi condotta nella seconda parte della ricerca ha messo in evidenza la fattibilità di un approccio integrato alla riqualificazione. L'integrazione di alcuni strumenti, fasi e procedure consentirebbe, in particolare di ridurre i tempi, di ottimizzare le risorse disponibili e di individuare soluzioni efficaci in grado di rispondere ad entrambe le problematiche. Tali convergenze sono auspicabili nella fase di diagnosi e valutazione dello stato di fatto e nella fase di progettazione dell'intervento.
Obiettivo della ricerca dunque è quello di individuare uno strumento in grado di agevolare l'"attivazione" di un processo integrato per il recupero energetico e strutturale degli Edifici Scolastici esistenti, attraverso la verifica della sussistenza delle due problematiche e dell'incidenza dell'una rispetto all'altra. Lo strumento deve essere in grado di valutare la gravità delle due problematiche confrontate rispetto a dei valori limite prestabiliti, e di programmare le successive azioni necessarie. Infine, in ragione di queste valutazioni lo strumento deve essere in grado di individuare in quale "macrocategoria di intervento" ricade l'edificio analizzato, ovvero verifiche sismiche o interventi locali.

III.6.1 Proposta per uno strumento a supporto della programmazione integrata degli interventi di riqualificazione.

La prima parte della ricerca ha messo in evidenza come le problematiche energetiche e sismiche coesistano all'interno degli edifici scolastici esistenti e, per essere affrontate in maniera efficace, necessitano di una valutazione integrata.

E' stato inoltre rilevato come gli strumenti attuali a supporto della programmazione non siano ancora sufficienti a promuovere questa sinergia negli interventi di riqualificazione degli edifici esistenti. Tali strumenti infatti, se da un lato dimostrano una positiva inversione di tendenza rispetto al passato, nell'incentivare l'uso di fonti rinnovabili negli edifici scolastici e nel dimostrare una forte sensibilità alle problematiche connesse alla sicurezza, riescono a dare risposta solo a singole problematiche, senza risolvere la questione in maniera integrata.

La difficoltà, da parte degli enti locali, di operare per una riqualificazione sinergica, deriva anche dalla mancanza di un quadro conoscitivo dello stato degli edifici, sintetico ed esaustivo su larga scala, in grado di agevolare una valutazione comparata tra più edifici.

I dati più completi di cui si dispone, relativamente alle caratteristiche tipologiche e alle carenze in termini di adeguamento alla normativa, sono ricavabili dalle schede di rilevamento messe a

punto dall'Istituto dell'Anagrafe Scolastica. Tuttavia questi dati fin'ora non sono stati adeguatamente inclusi all'interno degli strumenti di pianificazione, pur rappresentando una buona base di partenza per la messa a punto di giudizi sintetici relativi alle singole problematiche emergenti (es. adeguamento alla normativa antincendio, barriere architettoniche, ecc.).

Un'altra questione alla quale dare una risposta è la necessità, per molti edifici scolastici, di dover portare a termine (o ancor più grave di avviare) le verifiche di sicurezza ai sensi dell'O.P.C.M n. 3274 del 20 marzo 2003, condizione indispensabile prima di prendere qualsiasi decisione di intervento che ne possa compromettere la stabilità. L'obbligo di portare a compimento le verifiche sismiche limita l'attivazione di interventi per quella parte di edifici che non si trova in situazioni di elevato grado di rischio sismico, ma che comunque necessita di interventi per risolvere una serie di problematiche, tra cui il miglioramento energetico. La valutazione dei diversi livelli prestazionali delle costruzioni esistenti, soprattutto nel caso delle delicate valutazioni sismiche, richiede infatti un'opportuna conoscenza dei manufatti da prendere in considerazione, che si traduce in rilievi e indagini dettagliate e molto mirate, con impiego notevole di risorse economiche e tempi tecnici, che spesso risultano incompatibili con le reali disponibilità dei soggetti gestori.

In quest'ottica è necessario definire una scala di priorità, al fine di distinguere gli edifici che necessitano di valutazioni urgenti da edifici che, fermo restando l'obbligatorietà delle verifiche sismiche, possono attivare preliminarmente interventi puntuali in grado di migliorare "simicamente" ed "energeticamente" alcune parti dell'organismo edilizio.

In situazione di budget limitato, il beneficio per la comunità è decisamente superiore se si interviene con interventi locali "integrati", su un numero maggiore di edifici, piuttosto che con una procedura strutturata che non può prescindere dagli esiti delle verifiche sismiche. Peraltro va sottolineato che questa filosofia di intervento, accettata nelle ricostruzioni post-terremoto per la necessità di intervenire "rapidamente" su un numero molto elevato di costruzioni, è più difficile da far comprendere e accettare all'opinione pubblica in situazioni "normali", in quanto non si percepisce la dimensione del problema e, dunque, la necessità di dover intervenire su un numero molto elevato di edifici, con un budget limitato.

La definizione di un approccio strategico e multidimensionale alla riqualificazione del patrimonio edilizio scolastico esistente, offrirebbe all'amministrazione un fattore moltiplicatore della propria efficacia di intervento, potendo integrare in modo più funzionale i propri strumenti di gestione tecnica del patrimonio con strumenti sintetici di valutazione del rischio e dei consumi, superando quindi la semplice "cultura della manutenzione a guasto avvenuto e della gestione dell'emergenza"[1].

Con la presente ricerca si cerca di dare un contributo alle problematiche esposte definendo uno strumento di sintesi in grado di conoscere il livello di sicurezza e di rischio sismico degli edifici, quindi di "attivare" un processo integrato per il recupero degli edifici scolastici esistenti.

[1] Clementa Carola, "Sostenibilità, sicurezza ed efficienza energetica nel recupero edilizio. Strumenti e strategie per la riqualificazione integrata e la valorizzazione del patrimonio scolastico nell'area metropolitana romana.

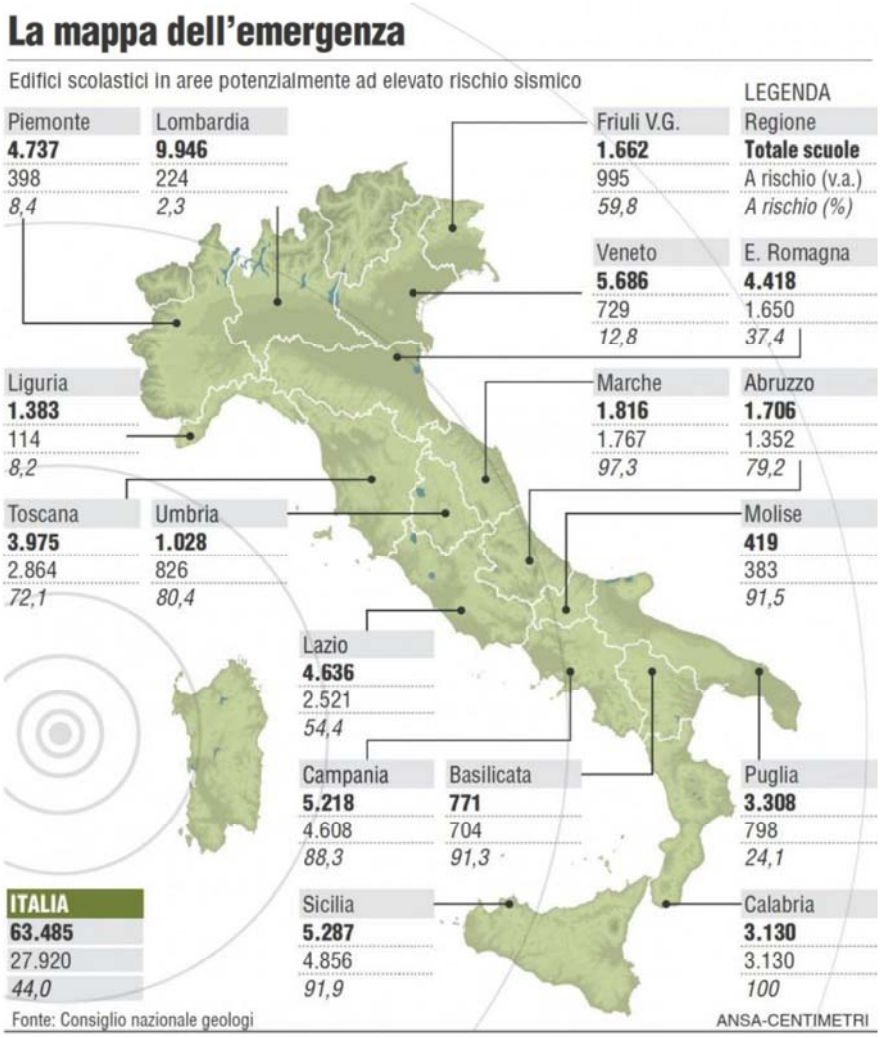


Fig. III.6.1 Mappa degli edifici scolastici collocati in area potenzialmente a rischio (fonte consiglio nazionale dei geologi)

III.6.2 Caratteristiche dello strumento

In risposta alle questioni fin qui esposte, la ricerca propone la messa a punto di uno strumento operativo, finalizzato a gestire il complesso di problematiche emergenti relative ai consumi energetici ed alla sicurezza sismica, rilevate su un vasto numero di edifici scolastici.

Le schede di valutazione hanno per oggetto le seguenti tipologie scolastiche:
- scuola dell'infanzia (nido e scuola materna);
- scuola di base (elementare e media);
- scuola secondaria (superiore);

Sono esclusi dall'analisi:

Edifici scolastici danneggiati da eventi sismici;
Edifici costruiti con tecnologia diversa dalla tipologia del cemento armato e della muratura.

Lo strumento consiste in una scheda di sintesi relativa a ciascun edificio scolastico e in grado di:

- Individuare gli indicatori rappresentativi di rischio sismico e dei consumi energetici per il riscaldamento.
- Effettuare un confronto tra le due problematiche.

I principali obiettivi dello strumento sono:

1. definire un primo "livello di giudizio" sullo stato di fatto dell'edificio oggetto di analisi, attraverso la messa a punto di due specifici indicatori:
   - l'Indice dei consumi energetici;
   - l'indice di Rischio Sismico.

Tali indicatori consentono di individuare gli obiettivi, di fornire gli elementi informativi atti a motivare e guidare le scelte da effettuare e di orientare le successive fasi operative del processo di recupero degli edifici scolastici.

2. consentire l'attivazione di interventi integrati sul patrimonio scolastico esistente;

3. effettuare una preliminare selezione degli edifici scolastici che necessitano di verifiche urgenti, da quelli che possono attivare gli interventi locali di rafforzamento e miglioramento sismico ed energetico.

Le caratteristiche principali dello strumento sono:

1. Applicabilità su un vasto patrimonio di edifici (pubblici o privati) ;
2. Utilizzabilità da parte sia di Ingegneri sia di Architetti.
3. Flessibilità

Per rendere applicabile lo strumento su un vasto numero di edifici, le metodologie utilizzate sono caratterizzate da un approccio "speditivo", ovvero basato sulla raccolta di pochi dati empirici e su giudizi che consentono di ottenere dati ed informazioni confrontabili. Per quanto riguarda il secondo punto, lo strumento elaborato non richiede competenze specialistiche, ma può essere utilizzato da professionisti laureati nelle materie di architettura e ingegneria edile.

Inoltre, lo strumento è pensato per poter essere aggiornato ogni volta che si interviene sugli edifici scolastici, con interventi che implicano il rafforzamento/miglioramento della vulnerabilità sismica, ovvero la riduzione dei consumi energetici. La messa a sistema degli indicatori individuati per ciascun edificio scolastico, definisce infine una sorta di "catasto" finalizzato a comunicare informazioni per la valutazione ed il confronto dei consumi energetici e delle vulnerabilità sismiche di un ampio patrimonio edilizio. Rappresenta cioè uno strumento di supporto per l'individuazione immediata degli edifici con elevata priorità di intervento. Il catasto è definito a partire dai *benchmark* di rischio sismico e dei consumi energetici prestabiliti. Obiettivo del catasto dunque, non è solo quello di individuare gli edifici che necessitano di priorità di intervento, ma di selezionare un numero di edifici che, collocandosi in posizione più favorevole rispetto agli altri, possono attivare interventi di miglioramento/rafforzamento locale.

In definitiva, per la messa a punto dello strumento è stato necessario definire:

1. le metodologie per la definizione degli indicatori;
2. l'Unità minima oggetto di analisi;
3. I *benchmark* di riferimento;
4. Le macrocategorie di intervento.

III.6.3 Metodologia per la valutazione del rischio sismico e dei consumi

La metodologie adottata per la valutazione delle problematiche energetiche e sismiche è stata selezionata in base ai seguenti criteri:

1. Metodologie caratterizzate da un approccio speditivo, finalizzato all'analisi di un consistente numero di edifici in tempi contenuti.
2. Metodologie in grado di rendere confrontabili un campione consistente di edifici, collocati in zone caratterizzate da clima e pericolosità sismica diverse.
3. Metodologie in grado di definire la misura del rischio o del livello dei consumi, ovvero di dare un giudizio comparabile.

Per la definizione dell'Indice dei Consumi Energetici, è stata utilizzata la metodologia messa a punto dall'Enea nella "Guida per il contenimento della Spesa Energetica nelle scuole". Tale metodologia si basa sulla valutazione dei consumi reali "normalizzati" rispetto ad alcuni fattori che influenzano il comportamento del sistema considerato.
Per la valutazione della vulnerabilità sismica sono state utilizzate metodologie qualitative basate "su un giudizio degli esperti", in grado di analizzare i principali fattori che incidono sul comportamento strutturale (ad esempio l'efficienza dei collegamenti, la resistenza dei materiali, la regolarità morfologica), comprendendo nella valutazione anche l'influenza degli elementi non strutturali.

III.6.3.1 Metodologia per la valutazione dei consumi

L'analisi speditiva e su larga scala della "performance energetica" degli edifici scolastici, non può non prescindere dalla valutazione dei consumi reali, normalizzati rispetto ad una serie di fattori.
Questo tipo di valutazione, viene in genere utilizzata come primo step per avere consapevolezza di eventuali azioni successive, quali ad esempio un'attenta diagnosi energetica dell'edificio scolastico in esame. I fattori che potrebbero influenzare i consumi energetici per il riscaldamento di un edificio scolastico sono:

- Gradi Giorno convenzionali della località
- Gradi Giorno reali della località per ogni stagione di riscaldamento analizzata;
- Volume lordo riscaldato;
- Superficie utile dell'edificio;
- Trasmittanza termica globale media ponderata dell'involucro edilizio;
- Rapporto fra superficie trasparente e superficie opaca dell'involucro verticale;
- Potenza installata dell'impianto di riscaldamento;
- Tipologia di combustibile utilizzato per l'alimentazione dell'impianto di riscaldamento;
- Rendimento medio stagionale dell'impianto di riscaldamento;
- Orario prevalente di utilizzo scolastico;
- Presenza di attività durante l'orario extrascolastico;
- Numero di classi attive;
- Numero di alunni iscritti;
- Livello di temperatura minimo e di benessere richiesti.

La ricerca condotta nel 2010 dall'Enea[2], relativamente ai consumi energetici di un vasto campione di edifici scolastici, ha evidenziato come, tra i fattori elencati, quelli che hanno una significativa influenza sui consumi energetici degli edifici scolastici sono:

[2] Enea, *Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione*, Settembre 2010.

- il dato geometrico;
- il dato climatico (Gradi Giorno reali);
- le ore di funzionamento degli impianti.

Il consumo reale, normalizzato rispetto ai Gradi Giorno, riferito cioè all'unità di volume e riportato al clima standard, e alle ore di funzionamento degli impianti rappresenta l'indicatore che esprime meglio la performance energetica degli edifici[3].

Il metodo di analisi richiede in questo modo pochi dati, facilmente reperibili, che riguardano i consumi energetici per il riscaldamento, i dati dimensionali (superfici disperdenti, volumetria lorda riscaldata, ecc..) e i dati specifici del sito in cui è ubicato l'edificio in questione. La valutazione di merito della qualità energetica della scuola in esame avviene attraverso il confronto dei consumi energetici specifici di questa, con dei benchmark di riferimento.

III.6.3.2 Metodologia per la valutazione del Rischio Sismico

Nell'ultimo trentennio sono state messe a punto diverse metodologie per la stima della vulnerabilità sismica di un edificio, intesa come misura della suscettibilità dell'edificio stesso a subire danni per effetto di un terremoto di assegnate caratteristiche[4].

Le metodologie convenzionali per la valutazione della vulnerabilità sismica di un edificio esistente sono perlopiù di tipo "quantitativo", basate su analisi globali e dettagliate, che prevedono la conoscenza puntuale delle caratteristiche geometriche, costruttive e materiche. Lo svolgimento di tali analisi comporta evidentemente un'attenta valutazione dei dettagli costruttivi e la determinazione delle proprietà dei materiali strutturali (anche sulla base di prove sperimentali), rendendo necessario accedere agli immobili in esame, con sospensione delle attività scolastiche, al fine di effettuare una serie di saggi e prove sperimentali.

Come è stato già detto, la valutazione dei diversi livelli prestazionali delle costruzioni esistenti, soprattutto nel caso delle delicate valutazioni sismiche, richiede un opportuna conoscenza dei manufatti da prendere in considerazione, che si traduce in rilievi e indagini dettagliate e molto mirate, con impiego notevole di risorse economiche e tempi tecnici, che spesso risultano incompatibili con le reali disponibilità dei soggetti gestori.

Gli edifici scolastici continuano ad avere urgenza di interventi di riqualificazione e non si possono attendere gli esiti delle verifiche sismiche per poter avviare i lavori di messa in sicurezza, almeno per quegli edifici scolastici che, per caratteristiche tipologiche tecnologiche e costruttive, non presentano gravi carenze.

Di fronte ad una estensione notevole dei territori esposti a rischio e all'elevato numero di edifici da analizzare, è fondamentale avere una chiara visione della vulnerabilità sismica degli edifici rapportata al rischio sismico del territorio. Non sempre tuttavia è possibile condurre valutazioni approfondite almeno in fase preliminare, quando il primo obiettivo è quello di stabilire innanzitutto la priorità di intervento[5]. In questo contesto, la valutazione della vulnerabilità

[3] La metodologia e le fasi operative per lo svolgimento dell'analisi sono descritte nella guida Enea al contenimento della spesa energetica negli edifici scolastici. Obiettivo della guida è quello di offrire uno strumento utile per i responsabili decisionali delle istituzioni che hanno competenza nella gestione degli edifici. La guida è disponibile all'indirizzo http://www.fire-italia.it/eell/scuole/guida_scuole.pdf

[4] Polidoro B., la valutazione della vulnerabilità sismica: il caso Pettinato, Tesi di laurea in Ingegneria, Università degli Studi di Napoli Federico II, a.a 2009/2010.

[5] Savoia M., Chinni C., Mazzotti C., M., Perri G., RE.SIS.TO : una metodologia speditiva per la valutazione di vulnerabilità sismica di edifici in muratura e calcestruzzo armato, documento disponibile alla pagina http://www.ingenio-web.it/immagini/CKEditor/B27.pdf

sismica si configura come una fase di diagnosi preventiva per scopi pianificatori che si realizza attraverso l'acquisizione di una serie di indicatori primari di vulnerabilità sulla base dei quali è possibile definire, oltre che una misura della qualità delle costruzioni, anche una base di conoscenza che consenta di individuare dei riferimenti oggettivi per una razionale azione di consolidamento.

Tra i metodi di valutazione basati sul giudizio di esperti il più diffuso ed attualmente utilizzato in Italia è la procedura proposta da D. Benedetti e V. Petrini (Benedetti, Petrini 1984), e adottata dal Gruppo Nazionale Difesa dai Terremoti (GNDT) del C.N.R, nell'ambito delle attività di diagnosi preventiva per scopi pianificatori.

La procedura, può essere utilizzata sia per verificare gli edifici in muratura che in cemento armato, e si basa sulla valutazione delle scheda definite "schede di Valutazione di 2° livello". Le schede consentono di valutare la vulnerabilità dell'edificio, in funzione di un certo numero di parametri ritenuti rappresentativi della predisposizione dell'edificio in muratura o in cemento armato, a subire danni per effetto di un evento sismico. La metodologia presenta i caratteri di rapidità di impiego e di economicità, e consente di introdurre informazioni sulla regolarità, sulle resistenze, la geometria ecc. della struttura dell'edificio oggetto di analisi[6].

L'indice di rischio consente di poter confrontare gli edifici e di stabilire delle graduatorie. La natura statistica del metodo di valutazione impone di assumere le dovute cautele allorché si fa un uso puntuale dei valori di vulnerabilità e nel trattamento dei dati degli edifici pubblici ai fini della formazione delle graduatorie di vulnerabilità.

[6] Polidoro B, op.cit.

SCHEDA DI VULNERABILITA' DI 2° LIVELLO (CEMENTO ARMATO)

Cod. ISTAT Provincia [1] Cod. ISTAT Comune [4] N. scheda [7] Squadra [12]

	PARAMETRI	Clas-si	Qual. inf.	ELEMENTI DI VALUTAZIONE	SCHEMI - RICHIAMI (CEMENTO ARMATO)
1	TIPO DI ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA RESISTENTE (S.R.)	[14]	[25]	[36] Pareti in c.a. (cl. A) 1 Tamp. cons. e telai (cl. A) 2 Tamp. deb. e telai rig. (cl. B) 3 Tamp. deb. e telai def. (cl. C) 4 Telai non tamp. (cl. B o C) 5	Parametro 3. Resistenza convenzionale Minimo fra A_x e A_y: A ____ Coefficiente $a_0 = A/A_t$ ____
2	QUALITA' DEL S.R.	[15]	[26]	(vedi manuale) [37]	$q = (A_x+A_y) \cdot h \cdot p_m / A_t + p_s$ ____
3	RESISTENZA CONVENZIONALE	[16]	[27]	Numero di piani N [38] Area tot. cop. A_t (mq) [40] Area A_x (mq) [45] Area A_y (mq) [49] τ_k (t/mq) [53] Alt. media interp. h (m) [56] . Peso spec. par. p_m (t.mc) [60] . Carico perm. sol. p_s (t/mq) [63] .	$C = a_0 \cdot \tau_k/(q.N)$ ____ $\alpha = C/(0.4.R)$ ____ Calcolo di R Terreni tipo S_1: R=2.5 (T<0.35 s) $R = 2.5/(T/0.35)^{2/3}$ (T>0.35 s) ____ Terreni tipo S_2: R = 2.2 (T<0.8 s) $R = 2.2/(T/0.8)^{2/3}$ (T>0.8 s)
4	POSIZIONE EDIFICIO E FONDAZIONI	[17]	[28]	Pend. perc. terr. [66] Roccia tond. si [69] 1 no 2 Terr. sc. non sp. si 3 no 4 Terr. sc. sp. si 5 no 6 Dif. max. di quota Δh (m) [70] .	Parametro 6. Configurazione planimetrica e=0 (cl. A) e_y/d_y=0.08 (cl. A) e_y/d_y=0.28 (cl. B) e_y/d_y=0.40 (cl. C) e_y/d_y=0.43 (cl. C)
5	ORIZZONTAMENTI	[18]	[29]	Piani sfalsati si [74] 1 no 2 Orizz. rig. e ben coll. [75] 1 Orizz. def. e ben coll. 2 Orizz. rig. e mal coll. 3 Orizz. def. e mal coll. 4 % or. rig. ben coll. [76]	
6	CONFIGURAZIONE PLANIMETRICA	[19]	[30]	Rapp. perc. β_1 = a/l [79] Rapp. perc. β_3 = e/d [82] Rapp. perc. β_4 = Δd/d [85] Rapp. perc. β_5 = c/b [88]	Parametro 7. Configurazione in elevazione
7	CONFIGURAZIONE IN ELEVAZIONE	[20]	[31]	% aumento (+) riduz. (-) di massa [91] Rapp. perc T/H [95] Var. in elev. s.r. [98] 0 1 1 2 2 Piano terra port. si [99] 1 no 2	
C8	COLLEGAMENTI ED ELEMENTI CRITICI	[21]	[32]	Rapp. perc. γ_1 = s/b [100] Rapp. perc. γ_2 = e/b'$_{min}$ [103] Rapp. perc. γ_3 = e/b" [106] Rapp. max. h/b_{min} [109] % σ/Rc (approssim.) [112] Colleg. el. pref. si [115] 1 no 2 c.o. 3 Largh. min. b_{min} (cm) [116]	Parametro C9. Colleg. ed elementi critici trave γ_1= s/b trave γ_2=e/b'$_{min}$ pilastro γ_3=e/b"
C9	ELEM. BASSA DUTT.	[22]	[33]	Rapp. min. h_{min}/b [119] Rapp. max. h_{medio}/h_{min} [122]	
10	EL. NON STRUTT.	[23]	[34]	(vedi manuale)	
11	STATO DI FATTO	[24]	[35]	(vedi manuale)	
12	Struttura a telai piani o a telai spaziali			piani [125] 1 spaziali 2	

6/02

Fig. III.6.2 Scheda di Vulnerabilità di II livello per il Cemento Armato, GNDT

SCHEDA DI VULNERABILITA' DI 2° LIVELLO (MURATURA)

Cod. ISTAT Provincia 1 | Cod. ISTAT Comune 4 | N. scheda 7 | Squadra 12

	PARAMETRI	Clas-si	Qual. inf.	ELEMENTI DI VALUTAZIONE
1	TIPO ED ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA RESISTENTE (S.R.)	14	25	Norm. nuove costruz. (cl. A) 36 1 Norm. riparazioni (cl. A) 2 Cord. o cat. tutti livelli (cl. B) 3 Buoni amm. fra mur. (cl. C) 4 Senza cord. cattivi amm. (cl. D) 5
2	QUALITA' DEL S.R.	15	26	(vedi manuale) 37
3	RESISTENZA CONVENZIONALE	16	27	Numero di piani N 38 Area tot. cop. A_t (mq) 40 Area A_x (mq) 45 Area A_y (mq) 49 τ_k (t/mq) 53 Alt. media interp. h (m) 56 . Peso spec. par. p_m (t.mc) 60 . Carico perm. sol. p_s (t/mq) 63 .
4	POSIZIONE EDIFICIO E FONDAZIONI	17	28	Pend. perc. terr. 66 Roccia fond. si 69 1 no 2 Terr. sc. non sp. si 3 no 4 Terr. sc. sp. si 5 no 6 Dif. max. di quota Δh (m) 70 .
5	ORIZZONTAMENTI	18	29	Piani sfalsati si 74 1 no 2 Orizz. rig. e ben coll. 75 1 Orizz. def. e ben coll. 2 Orizz. rig. e mal coll. 3 Orizz. def. e mal coll. 4 % or. rig. ben coll. 76
6	CONFIGURAZIONE PLANIMETRICA	19	30	Rapp. perc. β_1 = a/l 79 Rapp. perc. β_2 = b/l 82
7	CONFIGURAZIONE IN ELEVAZIONE	20	31	% aumento (+) riduz. (-) di massa 85 Rapp. perc T/H 89 Perc. in sup. port. 92 Piano terra port. si 95 1 no 2
M8	D_{max} MURATURE	21	32	Rapp. massimo l/s 96
M9	COPERTURA	22	33	Cop. non sp. 99 0 poco sp 1 sp 2 Cord. in copert. si 100 1 no 2 Cat. in copert. si 101 1 no 2 Car. perm. cop. p_c (t/mq) 102 . Lungh. app. cop. l_a (m) 106 Perim. cop. l (m) 109
10	EL. NON STRUTT.	23	34	(vedi manuale)
11	STATO DI FATTO	24	35	(vedi manuale)

SCHEMI - RICHIAMI (MURATURA)

Parametro 3. Resistenza convenzionale

Tipologia struttura verticale — τ_k (t/mq)

Minimo fra A_x e A_y A (mq)

Massimo fra A_x e A_y B (mq)

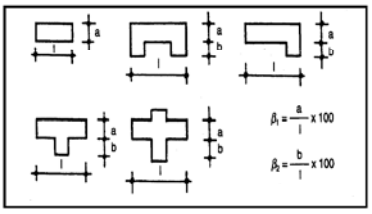
Coeff. a_0 = A/A_t Coeff γ = B/A

$q = (A_x+A_y) \cdot h \cdot p_m / A_t + p_s$

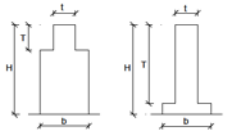
$C = a_0\tau_k / (qN).[1+(qN)/(1.5a_0\tau_k(1+\gamma))]^{1/2}$

α = C/(0.4.R)

Parametro 6. Configurazione planimetrica

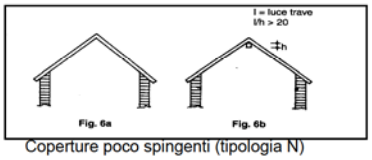


Parametro 7. Configurazione in elevazione

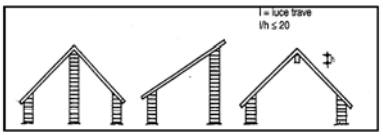


Parametro M9. Copertura

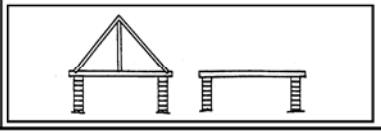
Coperture spingenti (tipologia M)



Coperture poco spingenti (tipologia N)



Coperture non spingenti (tipologia O)



6/02

Fig. III.6.3 Schede di Vulnerabilità di II livello Muratura, GNDT

III.6.4 L'Unità minima di analisi

Le schede si riferiscono all'edificio scolastico e saranno in numero pari all'unità minima analizzata.

Gli indicatori da rilevare si riferiscono ad una porzione di "edificio scolastico", che non sempre coincide nel caso di analisi energetica e di analisi sismica. Per omogeneizzare la valutazione dell'indice dei consumi energetici e dell'indice di rischio sismico, si rende necessario ricondurre la valutazione all'unità minima analizzata. Per prima cosa dunque si deve fare chiarezza su cosa si intende per edificio scolastico, per Unità Strutturale e per Unità di volume lordo riscaldato

- Edificio scolastico; l'Anagrafe Scolastica, definisce l'edifico scolastico "qualsiasi costruzione coperta, isolata da vie o da spazi vuoti, oppure da altre costruzioni mediante muri che si elevano, senza soluzione di continuità, dalle fondamenta al tetto, che disponga di uno o più liberi accessi sulla via, e abbia almeno una scala autonomo (...) un fabbricato o un insieme di fabbricati contigui, tali da costituire un unico organismo edilizio e statico, realizzando così tra loro una completa solidarietà strutturale".

- Volume lordo riscaldato: il volume lordo, espresso in metri cubi, rappresenta il volume delle parti di edificio riscaldate, definito dalle superfici che lo delimitano[7]. In riferimento al volume riscaldato, si considera pertanto involucro edilizio l'insieme delle strutture esterne, ovvero confinanti con ambienti privi di impianti di riscaldamento, che lo delimitano.

- Unità strutturale: per la definizione dell'unità strutturale si rimanda al capitolo 6.
In generale, in base a quanto indicato al punto 8.7.1 delle NTC 2008 e al punto C8.A.3 della Circolare n.617/2009, un edificio scolastico composto da due o più parti accorpate e indipendenti strutturalmente, anche se costruite nel medesimo periodo, è da considerarsi composto da due strutture differenti e pertanto il comportamento strutturale dovrà essere analizzato separatamente.

Analizzando le definizioni, si nota come le tre definizioni in alcuni casi possono non coincidere.
Un esempio è il caso di un edificio scolastico (così come definito dall'Anagrafe) composto da un unico volume riscaldato, ma strutturalmente suddiviso in più parti (anche mediante giunti sismici). In questo caso l'analisi sismica deve riferirsi a ciascuna unità in cui è suddiviso l'edificio, mentre per l'analisi energetica si deve considerare l'intero volume riscaldato.

Si deve quindi procedere ad individuare un "minimo comune denominatore" delle tre definizioni di edificio scolastico. In questo caso il minimo comune denominatore deve essere rappresentato necessariamente dall'Unità Strutturale, così come definita dalle NTC 2008 - § 8.7.1.
Tale scelta è dettata anche dal fatto di dovere dare prevalenza e priorità all'analisi sismica. Per ciascun edificio scolastico vengono quindi compilate "n" schede in base al numero di Unità Strutturali eventualmente presenti.

[7] DM 19/02/07

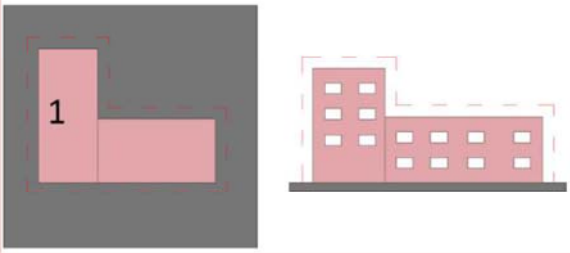
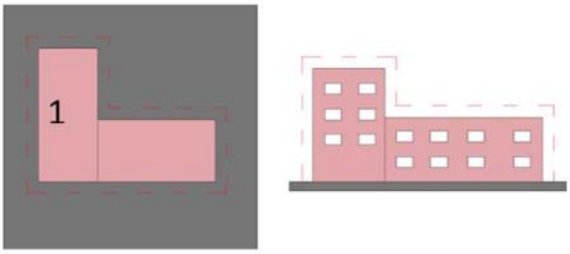
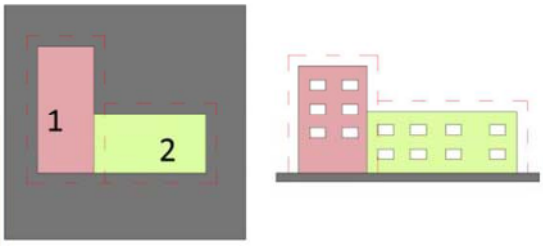
	UNITA' MINIMA	DEFINIZIONE	ESEMPIO
1.	**Edificio Scolastico**	Un fabbricato o un insieme di fabbricati contigui, tali da costituire un unico organismo edilizio e statico. Def. Anagrafe Scolastica	
2.	**Volume lordo riscaldato**	Volume lordo delle parti di edificio riscaldate, definito dalle superfici che lo delimitano. DM 19/02/07	
3.	**Unità strutturale**	L'US dovrà avere continuità da cielo a terra per quanto riguarda il flusso dei carichi verticali e, di norma, sarà delimitata o da spazi aperti, o da giunti strutturali, o da edifici contigui strutturalmente ma, almeno tipologicamente, diversi. *NTC 2008 - § 8.7.1: Costruzioni In Muratura*	

Fig. III.6.4 Definizione di edificio scolastico secondo l'Anagrafe Scolastica, la "Sismica" e l'"Energetica".

I casi possibili cui il rilevatore può incorrere sono:

• Edificio scolastico che occupa un unico fabbricato libero su tutti i lati, privo di giunti sismici e caratterizzato da una "continuità da cielo a terra" per quanto riguarda il flusso dei carichi verticali: si deve compilare un'unica scheda di sintesi.

• Edificio scolastico composto da un solo fabbricato, omogeneo da un punto di vista strutturale, ma utilizzato da una o più unità scolastiche: si dovrà considerare un unico edificio scolastico composto da più sedi. La valutazione dell'Indice di rischio sismico e dell'Indice dei consumi energetici, dovrà essere riferita all'intero fabbricato, quindi ci sarà un'unica scheda di analisi.

• Edificio scolastico composto da più fabbricati contigui, separati strutturalmente ma che presentano la medesima tipologia edilizia, la stessa tecnologia e siano stati costruiti in un periodo di tempo contenuto, tale da poter essere considerato un unico intervento edilizio. In questo caso verrà compilato un numero di schede di sintesi pari al numero delle Unità strutturali individuate.

• Edificio scolastico composto da più fabbricati, siano essi contigui o separati, che presentano evidenti differenze tipologiche e strutturali (o tecnologiche): in questo caso va compilata una "scheda di sintesi" per ogni Unità strutturale che compone la scuola.

III.6.5 Definizione degli "indicatori limite"

Per agevolare il confronto degli indicatori individuati per ciascun edificio scolastico con valori di riferimento che rappresentano la "soglia limite" (ovvero oltre la quale gli edifici non risultano adeguati), è stato necessario individuare dei valori di riferimento. Per la definizione dell'Indice limite dei consumi energetici, si fa riferimento ai valori definiti dall'Enea, e che fanno parte integrante della procedura.

	BUONO	SUFFICIENTE	INSUFFICIENTE
MATERNE	< 18,5	>18,5 e < 23,5	> 23,5
ELEMENTARI	< 11	> 11 e < 17,5	> 17,5
MEDIE, SUP/SECONDARIE	< 11	> 11 e < 17,5	> 17,5
	(Wh_t/m^3 x GG x anno)		

Tab. III.6.5 Benchmark dei consumi energetici, suddivisi in base alla funzione scolastica.

L'indice di Rischio Limite invece è stato ricavato in base alle seguenti considerazioni. Il rischio sismico può essere definito come prodotto della pericolosità sismica per la vulnerabilità sismica e per l'esposizione. "Rinunciando a tenere conto dell'esposizione (per altro trascurabile nell'ambito di analisi relative agli edifici omogenei nei rapporti della destinazione d'uso quali gli edifici scolastici), una stima accettabile del rischio sismico può essere ottenuta dal confronto tra l'azione sismica che provoca il superamento di un certo stato limite (capacità) e l'azione sismica prevista dalle norme attuali per la verifica dello stesso stato limite (domanda)"[8]

[8] Mezzina M., Porco F., Raffaele D., Uva G., 2010 Linee guida per la valutazione della sicurezza di edifici pubblici con struttura in c.a o in muratura, Bari, pp 23-24.

Il Rischio Sismico è quindi definito con la seguente relazione[9]:

$$Ir = f(p,V)$$

In cui:
– la pericolosità sismica esprime la probabilità che, in un certo intervallo di tempo, in un dato luogo, si verifichi un evento sismico con assegnate caratteristiche;
– la vulnerabilità valuta la propensione degli edifici a subire danni al verificarsi di un evento sismico.

Per definire un benchmark di riferimento per il Rischio sismico, è necessario pertanto definire un valore limite della Vulnerabilità, dal quale ricavare il valore limite dell'Indice di Rischio. La vulnerabilità di un edificio può assumere valori che vanno da 0 (vulnerabilità nulla) a 100. Per quanto riguarda il valore limite dell'Indice di vulnerabilità sismica si fa riferimento alla suddivisione proposta da Dolce M. e Martinelli A.[10], valida sia per gli edifici in cemento armato che in muratura. La classificazione si basa su una scala di valutazione suddivisa in cinque livelli, con intervalli di 20 punti.[11]

VULNERABILITA' %	FASCIA	SIGLA
0-20	BASSA	B
20-40	MEDIO-BASSA	MB
20-60	MEDIA	M
60-80	MEDIO-ALTA	MA
80-100	ALTA	A

Tab. III.6.2 Valori limite di Vulnerabilità (Dolce M., 2002).

Come benchmark limite, e per essere più cautelativi, si considera il valore limite del 50%[12]. A tale valore, secondo la tabella II.5.6, corrisponde uno specifico Indice di rischio, che varia in base alla zona sismica di riferimento, ovvero alla PGA_D (accelerazione di picco attesa al suolo). Il valore limite di riferimento cambierà in base alla posizione geografica, pertanto sarà diverso per ciscun edificio scolastico.

[9] Per la valutazione del rischio sismico e quindi dell'indice sono stati considerati i parametri di vulnerabilità e pericolosità presenti in letteratura nel testo "*Defining Priorities end Timescales for Seismic Intervention in School Buildings in Italy*", Grant D., Bommer J.J., Pinho R., Calvi G.M.

[10] Cfr. M. Dolce, A. Martinelli (A cura di), Inventario e vulnerabilità degli edifici pubblici e strategici dell'Italia centro-meridionale, Vol. II - Analisi di vulnerabilità e rischio sismico, INGV/GNDTIstituto Nazionale di geofisica e Vulcanologia / Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, L'Aquila, 2005.

[11] La suddivisione è stata proposta nell'ambito del progetto Save, Inventario e Vulnerabilità sismica degli edifici pubblici e strategici, Vol II. L'obiettivo è quello di avere una lettura più sintetica ed espressiva e nello steso tempo più consona al carattere statistico della metodologia di valutazione utilizzata. La scala così suddivisa è stata ritenuta idonea per la formazione delle graduatorie di vulnerabilità.

[12] Secondo la scala proposta da Dolce il valore accettabile di vulnerabilità, corrispondente al giudizio "vulnerabilità media", è "60%". Nell'ambito della presente ricerca è stato deciso di considerare come più cautelativo il valore pari a 50%.

Vuln. [%]	I_R (PGA_D = 0.01g)	I_R (PGA_D = 0.05g)	I_R (PGA_D = 0.10g)	I_R (PGA_D = 0.15g)	I_R (PGA_D = 0.20g)	I_R (PGA_D = 0.25g)	I_R (PGA_D = 0.30g)	I_R (PGA_D = 0.35g)
0	0.000	0.000	0.004	0.019	0.049	0.098	0.156	0.226
5	0.000	0.000	0.005	0.020	0.050	0.101	0.160	0.232
10	0.000	0.000	0.005	0.021	0.054	0.108	0.172	0.249
15	0.000	0.000	0.006	0.024	0.060	0.120	0.190	0.275
20	0.000	0.000	0.006	0.027	0.069	0.136	0.215	0.311
25	0.000	0.000	0.008	0.032	0.080	0.157	0.248	0.360
30	0.000	0.000	0.009	0.039	0.095	0.185	0.292	0.422
35	0.000	0.000	0.011	0.047	0.114	0.220	0.346	0.501
40	0.000	0.000	0.014	0.057	0.138	0.263	0.413	0.598
45	0.000	0.001	0.018	0.070	0.168	0.317	0.496	0.718
50	0.000	0.001	0.022	0.087	0.204	0.382	0.597	0.865
55	0.000	0.001	0.028	0.107	0.249	0.461	0.719	1.041
60	0.000	0.001	0.035	0.131	0.304	0.556	0.866	1.254
65	0.000	0.002	0.043	0.161	0.369	0.669	1.040	1.506
70	0.000	0.002	0.054	0.198	0.448	0.803	1.247	1.805
75	0.000	0.003	0.067	0.242	0.542	0.962	1.490	2.157
80	0.000	0.004	0.083	0.294	0.653	1.147	1.774	2.568
85	0.000	0.005	0.102	0.356	0.783	1.363	2.105	3.047
90	0.000	0.006	0.124	0.430	0.936	1.614	2.488	3.601
95	0.000	0.008	0.151	0.516	1.114	1.903	2.928	4.239
100	0.000	0.010	0.184	0.617	1.320	2.235	3.433	4.971

Tab. III.6.4 Valori dell'Indice di Rischio, in funzione della vulnerabilità V, e dell'accelerazione di picco attesa al suolo (PGAD), (Fonte: De Stefano M., Sassu M., Vignoli A., 2011 Valutazione del rischio sismico delle strutture ospedaliere in Toscana, relazione finale II fase, Firenze, p.32.)

III.6.6 Descrizione della scheda di valutazione

In base alla tipologia costruttiva le schede si dividono in:
- scheda di sintesi per gli edifici in cemento armato;
- scheda di sintesi per gli edifici in muratura.

Si ricorda inoltre che, in base al numero di unità strutturali in cui è suddiviso l'edificio, dovranno essere compilate "n"schede di valutazione, ciascuna delle quali individua un indicatore parziale di rischio sismico e dei consumi energetici.

Le schede comprendono una parte (lato a) finalizzata alla individuazione degli indicatori e una seconda parte (lato b) in cui vengono messi a sistema gli indicatori e individuata la macrocategoria di intervento in cui ricade l' edificio scolastico. La prima parte della scheda è divisa in due sezioni: una sezione dedicata alla valutazione dell'Indice dei Consumi Energetici normalizzati e una sezione dedicata alla valutazione dell'Indice di Rischio sismico. Per agevolare il rilevatore le due sezioni sono strutturate in fasi a ciascuna delle quali corrisponde una operazione/valutazione da compiere. I principali parametri da rilevare/analizzare sono.

1. parametri relativi alle caratteristiche del sito (climatiche e geomorfologiche)
2. parametri relativi alle caratteristiche dimensionali dell'unità strutturale;
3. parametri relativi alle modalità di gestione (ore di accensione degli impianti)

4. parametri per la valutazione della vulnerabilità[13].

Di seguito si analizza sinteticamente la procedura per l'individuazione dell'indice dei consumi energetici e dell'indice di rischio sismico.

III.6.6.1 Indice dei consumi energetici.

Per la valutazione dell'Indice dei consumi energetici la scheda individua 4 principali fasi operative:

Fase 1: Indicatore dei consumi energetici per il riscaldamento.
In questa sezione devono essere registrati, nelle opportune caselle, i dati sui consumi di energia riferiti agli ultimi tre anni, rilevati dalle bollette o fatture della centrale (o delle centrali) termiche dell'edificio Scolastico in esame.

Fase 2 Dati dimensionali
In questa sezione devono essere registrati i dati sulla volumetria lorda riscaldata e la superficie disperdente degli edifici. Nel calcolo della volumetria lorda riscaldata sono compresi i muri esterni, mentre sono escluse tutte le parti dell'edificio non riscaldate (interrati, mansarde, magazzini, ecc..). La superficie disperdente è data dalla somma delle singole superfici che avvolgono il volume lordo riscaldato (ovvero pareti perimetrali, tetti, solai di piano terra).
In questa sezione sono compresi anche i Gradi Giorno.

Fase 3: Fattori di normalizzazione
I consumi di combustibile degli Edifici scolastici in esame, sono influenzati da due parametri principali: le ore giornaliere di accensione degli impianti e la forma dell'edificio. I consumi devono quindi essere quindi corretti con dei cosiddetti fattori di "normalizzazione"

A parità di volume riscaldato, l'edificio scolastico che presenta una maggiore superficie disperdente consuma più energia per il riscaldamento. In relazione a questo rapporto ed alla tipologia di edificio scolastico in esame, si ricava il fattore di normalizzazione Fe (tab III 6.1.)

Fattore di normalizzazione Fe					
MATERNE		MEDIE-SECONDARIE/ SUPERIORI		ELEMENTARI	
S/V [m^2/m^3]	Fe	S/V [m^2/m^3]	Fe	S/V [m^2/m^3]	Fe
S/V < 0,4	1,2	S/V < 0,25	1,1	S/V < 0,3	1,2
0,41 < S/V < 0,5	1,1	0,26 < S/V < 0,3	1,1	0,31 < S/V < 0,35	1,1
0,51 < S/V < 0.6	1,0	0,31 < S/V < 0,4	0,9	0,36 < S/V < 0,4	1,0
S/V > 0,6	0,9	< 0,40	0,8	0,41 < S/V<0,45	0,9
				S/V > 0,45	0,8

Tab. III 6.1 Fattore di normalizzazione Fe

Il fattore di normalizzazione Fh dipende dalle ore di funzionamento della scuola.
La normalizzazione dei consumi medi deve essere effettuata per le scuole Elementari, Medie e Secondarie Superiori, dati i diversi orari di presenza e quindi di consumi per riscaldamento, per

[13] Alcuni parametri della scheda, per poter essere definiti, necessitano di analisi specifiche, non sempre facili per il professionista che si approccia per la prima volta a questo tipo di valutazione. Per l'analisi dei parametri sismici, si fa riferimento al manuale per la compilazione delle Schede GNDT/CNR di II livello, messo a punto, nella versione modificata, dalla Regione Toscana. Il manuale segue la metodologia delle scheda di vulnerabilità elaborata dal Consiglio Nazionale delle Ricerche e dal Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti dal 1984 in poi, aggiornando alcuni aspetti qualitativi e quantitativi.

illuminazione e per altri servizi. Le scuole Materne presentano in massima parte uno scarto di orario di funzionamento limitato (da 6 a 8 ore al giorno) tale da non comportare apprezzabili differenze dei consumi. Il fattore Fh trovato per la scuola in esame sarà successivamente moltiplicato per il consumo specifico per il riscaldamento.

Fattore di normalizzazione (Fh)	
Ore / giorni	Fh
Sino a 6	1,2
7	1,1
8 – 9	1,0
10 – 11	0,9
Oltre 11	0,8

Tab. III.6.2 Fattore di normalizzazione Fh

L'Indicatore dei consumi energetici per il riscaldamento è ricavato attraverso la seguente relazione:

$$IENr = \frac{[A]\times[D]\times[E]\times 1000}{[B]\times[C]}$$

Dove:
A= consumo di combustibile (in KWh);
D= Fattore Fe
E= Fattore Fh
B= Volumetria lorda riscaldata (V)
C= Gradi Giorno

SCUOLA	TIPOLOGIA SCUOLA	LOCALITA'
	N. UNITA' STRUTTURALE	mq .....

INDICE DEI CONSUMI ENERGETICI

Fase 1 *Indicatore dei consumi energetici per il riscaldamento*

	Combustibile	Unità di misura	Anno di riferimento Anno (1)	Anno (2)	Anno (3)	Fattore (4)	Consumo (KWh_t) (1+2+3)/3x(4)
1	Gas metano	mc				9,59	
2	Gasolio	l				11,86	
3	Olio fluido	l				11,4	
4	GPL	l				12,79	
5	Altro						

Totale consumo annuo scuole C= ..... KWht **A**

Fase 2 *Dati dimensionali*

Volum. lorda riscaldata	Superficie disperdente	S/V	Gradi Giorno
B V=..... m^3	S= ..... m^2	S/V=	GG=..... **C**

Fase 3 *Fattori di normalizzazione (Fe)*

Materne S/V	Fe	Elemantari S/V	Fe	Medie/Superiori S/V	Fe	Orario funz. risc. ORE	Fh
S/V < 0,4	1,2	S/V < 0,30	1,2	S/V < 0,25	1,1	< 6 ore	1,2
0,41 < S/V < 0,5	1,1	0,31 < S/V < 0,35	1,1	0,26 < S/V < 0,3	1	7 ore	1,1
0,51 < S/V < 0,6	1	0,36 < S/V < 0,4	1	0,31 < S/V < 0,4	0,9	8-9 ore	1
S/V > 0,6	0,9	0,41 < S/V < 0,45	0,9	oltre 0,40	0,8	10-11 ore	0,9
		S/V > 0,45	0,8			oltre 11 ore	0,8

Fe= ..... **D** Fh= ..... **E**

Fase 4 *Indice dei consumi energetici normalizzato*

$$IENr = \frac{[A]\times[D]\times[E]\times 1000}{[B]\times[C]}$$

IENR ..... Wh/m^3 GG anno

Fig. III.6.5 Scheda: valutazione dell'Indicatore dei Consumi Energetici per il riscaldamento.

III.6.6.2 Indice di Rischio Sismico

Le operazioni per la valutazione dell'Indice di rischio sismico sono strutturate in quattro principali fasi operative[14]:

Fase 1: Indice di vulnerabilità.
Fase 2: Determinazione accelerazione PGA_C
Fase 3: Determinazione accelerazione PGA_D
Fase 4: Indice di Rischio Sismico.

Fase 1: Indice di vulnerabilità.

La prima fase è finalizzata alla valutazione dei parametri definiti nelle GNDT. La metodologia consiste nell'attribuire un giudizio di vulnerabilità ad 11 parametri rappresentativi della predisposizione dell'edificio in muratura o in cemento armato, a subire danni per effetto di un evento sismico. In particolare, alcuni parametri prendono in considerazione il comportamento

[14] Per la valutazione dell'Indice di rischio il principale riferimento è la metodologia utilizzata per la Valutazione del Rischio Sismico delle Strutture Ospedaliere in Toscana[14], ai sensi dell'O.P.C.M. 3274/2003.

degli elementi strutturali presi singolarmente, mentre altri parametri tengono conto del comportamento d'insieme dell'organismo costruttivo, ovvero dei dettagli costruttivi. Nelle tabelle III.6.7 e III.6.8 viene fornito l'elenco con una breve descrizione, dei parametri di valutazione, suddivisi in base alla tipologia edilizia (cemento armato o muratura)[15]. A ciascun parametro è associata una classe di vulnerabilità, che può assumere quattro valori (A, B, C e D) dove A indica la classe migliore e D la peggiore. In particolare la prima classe di valutazione (classe A), raccoglie quelle situazioni che si possono considerare aderenti ai requisiti richiesti dalla Normativa sismica.

Ad ogni classe corrisponde un punteggio. Nel caso di edifici in muratura ad ogni parametro è affiancato anche il peso relativo, che ne rappresenta l'importanza ai fini del comportamento sismico della struttura. Per la valutazione di ciascun parametro si rimanda al Manuale per la compilazione della Scheda GNDT/CNR di II livello. Per il calcolo dell'indice di vulnerabilità il punteggio totale si ottiene dalla somma pesata dei punteggi dei singoli parametri:

$$I_V = \sum_{i=1-11}^{n} Vi \times Pi$$

dove Vi rappresenta il punteggio e Pi il peso dell'i-esimo parametro. L'indice di vulnerabilità così determinato rappresenta una misura convenzionale e relativa della vulnerabilità in una scala nella quale lo zero individua un edificio costruito secondo le attuali normative. Per la valutazione di ciascun parametro si fa riferimento al manuale messo a punto dalla Regione Toscana per la compilazione delle Schede GNDT di II livello.

Al valore dell'indice di vulnerabilità è associata una valutazione dell'affidabilità dell'informazione, determinata come media dell'affidabilità dei singoli parametri.
La qualità dell'informazione è quindi stata graduata in[16] :

- E = elevata, conseguita attraverso misure dirette effettuate in sito o lettura di elaborati affidabili;
- M = media, corrispondente ad informazioni indirette e misure rilevate da grafici non esecutivi
- B = bassa, qualora l'operatore possa dedurre le caratteristiche del parametro solo da ipotesi ragionevoli o da informazioni generiche.

Una volta calcolato l'indice di vulnerabilità di ciascuna unità strutturale, per poter avere dei valori paragonabili tra strutture in muratura e strutture in c.a., deve essere eseguita la conversione dell'indice di vulnerabilità valutato per gli edifici in c.a. in un indice di vulnerabilità paragonabile a quello determinato per gli edifici in muratura. In questo modo la scala percentuale di riferimento per edifici in muratura varia da 0 a 100 mentre per gli edifici in c.a. varia da 0 a circa 75.

[15] Per la descrizione completa si rimanda al Manuale per la compilazione della Scheda GNDT/CNR di II livello, Versione modificata dalla Regione Toscana.

[16] Cfr. Regione Molise, Università degli studi dell'Aquila, CNR-ITC "Analisi dei costi di intervento e riduzione della vulnerabilita' sismica degli edifici residenziali *modello di analisi", 2006, pp5-6-7*

CONVERSIONE DELL'INDICE DI VULNERABILITA' (scala da 1 a 100)	
EDIFICI IN CEMENTO ARMATO	**EDIFICI IN MURATURA**
Se $V_c > -6,5 \rightarrow V = -1,731 \cdot V_c + 56,72$ Se $V_c < -6,5 \rightarrow V = -10,07 \cdot V_c + 2,5175$	$V = Vt/ 3,825$

Tab. III.6.3 Conversione dell'indice di vulnerabilità

Fase 2: Determinazione accelerazione PGA_C

Per la valutazione dell'accelerazione di picco al suolo che determinata il collasso della struttura, ovvero della capacità PGA_C, avendo operato la conversione della vulnerabilità degli edifici in c.a. nella scala della vulnerabilità degli edifici in muratura [0;100], è stata utilizzata per tutti gli edifici la seguente espressione:

$$PGAc(V) = \frac{1}{\alpha_C + \beta c \times V^{\gamma}}$$

In Cui V rappresenta la vulnerabilità mentre:

α_c = 1.5371

β_c= 0.000974

γ_c= 1.8087

I valori dei parametri (α_c, β_c, γ_c)è stato desunto in letteratura, Petrini V., Zonno G. [1996] e Zonno et al [1998]. La taratura dei suddetti parametri è stata eseguita sull'osservazione del comportamento manifestato nei confronti dell'azione sismica e del danno subito a seguito di eventi sismici da un set circa 350 edifici.

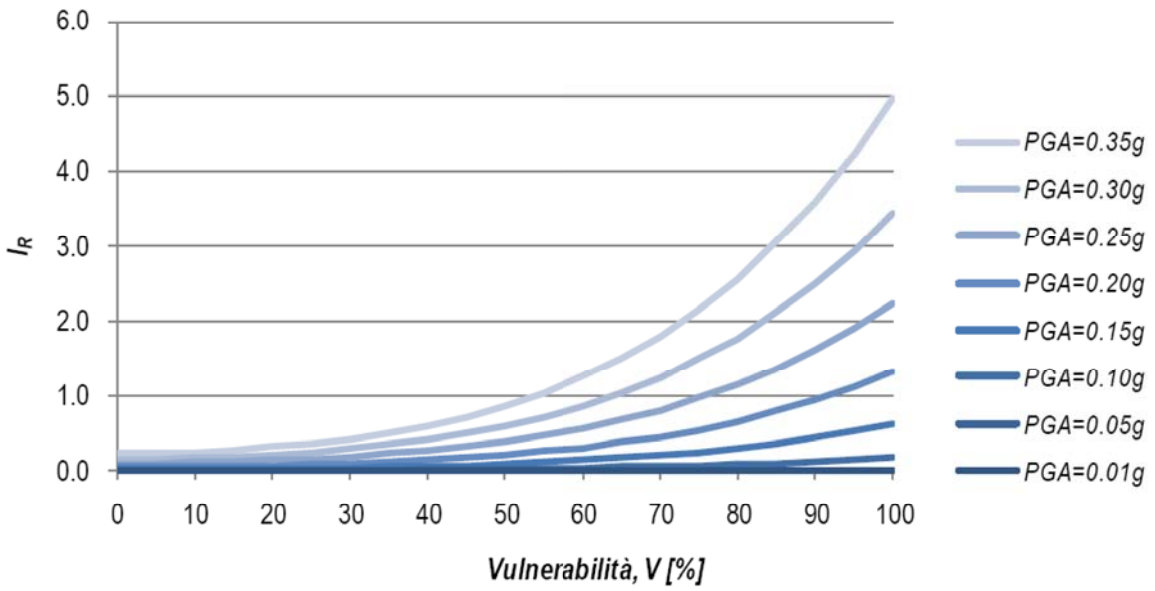


Fig. III.6.6 Andamento del valore dell'Indice di Rischio Ir, in funzione della vulnerabilità V e dell'accelerazione di picco attesa al suolo PGA_D (Fonte: De Stefano M., Sassu M., Vignoli A., 2011 Valutazione del rischio sismico delle strutture ospedaliere in Toscana, relazione finale II fase, Firenze).

PARAMETRI DI VALUTAZIONE EDIFICI IN MURATURA			
	PARAMETRI	DESCRIZIONE SINTETICA	PESO
1	Tipo ed Organizzazione del Sistema Resistente.	Con questa voce si valuta il funzionamento scatolare dell'organismo murario attraverso il rilievo e la valutazione della qualità dei collegamenti ai piani, e delle ammorsature tra i maschi murari.	1
2	Qualità del sistema resistente.	Con questa voce si valuta la qualità del sistema resistente, che dipende principalmente dalla omogeneità e dalla fattura del tessuto murario, oltre che dal tipo di connessioni tra i maschi murari.	0,25
3	Resistenza convenzionale	Con questa voce si effettua una stima del valore della resistenza alle azioni orizzontali di un edificio in muratura, attraverso l'impiego di un metodo di calcolo semplificato che assimila l'edificio, nella sua direzione più debole, ad una parete di taglio equivalente.	1,5
4	Posizione dell'edificio e delle fondazioni	Con questa voce si effettua una valutazione sintetica dell'influenza del terreno e delle fondazioni sulla risposta dell'edificio sotto sisma.	0,75
5	Orizzontamenti	Con questa voce si effettua una valutazione della bontà dei collegamenti degli orizzontamenti alle pareti verticali e della rigidezza dell'orizzontamento nel proprio piano, nell'ottica di un buon funzionamento scatolare dell'edificio.	Variabile[1]
6	Configurazione planimetrica	Con questa voce si valuta la regolarità della pianta per la valutazione del comportamento sismico.	0,5
7	Configurazione in elevazione	Con questa voce si effettua una valutazione sulla presenza di porticati e di torri o torrette di altezza e massa significativa rispetto a quella della restante dell'edificio.	Variabile[2] 0,5-1,0
8	Distanza massima tra le murature	Si valuta la distanza tra muri ortogonali, importante per verificare l'instaurarsi dei meccanismi ribaltamento fuori del piano.	1
9	Copertura	Si effettua una valutazione sul carattere spingente della copertura e sulla bontà dei collegamenti.	Variabile (0,5- 0,75- 1,0)[3]
10	Elementi non strutturali	Si tiene conto con questa voce di infissi, appendici e aggetti che possono causare con la caduta danno a persone o a cose.	0,25
11	Stato di fatto	Si tiene conto con questa voce lo stato di conservazione degli edifici	1

[1] Il punteggio è calcolato con la formula P5 = 0.5 (100 /α0) dove α0 è la percentuale di orizzontamenti rigidi e ben collegati. Se P5>1, si assume P5 = 1.

[2] Se l'irregolarità è data solamente dai porticati al piano terra il punteggio è 0,5.

[3] Il punteggio è calcolato con la formula $w = 0.5 + \alpha_1 + \alpha_2$, dove:
- $\alpha_1 = 0.25$ nel caso di copertura in latero-cemento o comunque di peso > 200 Kg.
- $\alpha_1 = 0$ negli altri casi
- $\alpha_2 = 0.25$ nel caso in cui il rapporto tra permetro della copertura e lunghezza delle zone d'appoggio è > di 2.0
- $\alpha_2 = 0$ negli altri casi

Tab. III.6.7 Parametri di valutazione degli edifici in muratura.

PARAMETRI DI VALUTAZIONE EDIFICI IN CEMENTO ARMATO		
	PARAMETRI	DESCRIZIONE SINTETICA
1	Tipo ed Organizzazione del Sistema Resistente.	Con questa voce si valuta la tipologia ed il comportamento sismico del sistema resistente principale. In particolare si valuta la resistenza offerta dai singoli elementi nella direzione individuata come la peggiore.
2	Qualità del sistema resistente.	Con questa voce si valuta la "bontà" del sistema resistente, dipendente dal tipo e qualità dei materiali usati, dalle caratteristiche di esecuzione e progettazione dell'edificio.
3	Resistenza convenzionale	Con questa voce si valuta il grado di sicurezza della struttura, rispetto a forze sismiche di riferimento.
4	Posizione dell'edificio e delle fondazioni	Con questa voce si valuta il tipo e la pendenza del terreno cui è fondato l'edificio, la tipologia delle fondazioni e i possibili dislivelli.
5	Orizzontamenti	Con questa voce si valutano i requisiti a cui deve soddisfare un orizzontamento per il funzionamento come diaframma, ovvero il funzionamento a lastra ed elevata rigidezza per deformazioni nel suo piano (perciò buona connessione degli elementi costruttivi) e l'efficace collegamento agli elementi verticali resistenti.
6	Configurazione planimetrica	Con questa voce si valuta la configurazione planimetrica in relazione alla distribuzione delle masse e delle rigidezze ed alla forma in pianta
7	Configurazione in elevazione	Con questa voce si valutano le variazioni da sistema resistente (meno rigido a più rigido), considerando gravi le variazioni positive (aumento di rigidezza dal basso verso l'alto).
8	Collegamenti ed elementi critici	Con questa voce si valutano le zone di connessione fra gli elementi strutturali (nodi trave-pilastro, zone di unione trave-solaio, nodi fondazione-pilastri o pareti, giunti fra gli elementi strutturali se prefabbricati), compresi i pilastri; le pareti di c.a.; i pannelli di c.a.; tutti gli elementi che abbiano una forza media di compressione superiore al 15% di quella ultima; gli elementi tozzi.
9	Elementi con bassa duttilità	Il parametro tiene conto dei casi in cui il comportamento dell'edificio o di parti di esso è reso critico da elementi fragili, e/o notevolmente rigidi e relativamente poco duttili.
10	Elementi non strutturali	Si tiene conto con questa voce degli elementi non strutturali che potrebbero risultare vulnerabili al sisma. In particolare si valuta l'esistenza o meno di collegamenti reagenti anche a trazione, e la stabilità alle azioni sismiche.
11	Stato di fatto	Con questa voce si valuta lo stato di fatto con priorità agli elementi resistenti in elevazione (pilastri, pareti, tamponature, travi, solai), in secondo luogo gli elementi resistenti in fondazione e gli elementi non strutturali.

Tab.III.6.8 Parametri di valutazione degli edifici in cemento armato.

Fase 3: Determinazione accelerazione PGA_D

La PGAD rappresenta l'accelerazione di picco attesa al suolo, ovvero la pericolosità sismica di base del sito di costruzione. Com' è indicato al 8.3 delle NTC, la valutazione della sicurezza degli edifici esistenti dovrà essere eseguita con riferimento agli SLU, ed in particolare alla condizione di salvaguardia della vita umana (SLV) [17].

Al cap. C8.3 delle Istruzioni per l'applicazione delle NTC 08, viene specificato che la valutazione dell'entità dell'azione sismica dovrà tenere conto della localizzazione del sito, della vita Nominale dell'opera (Vn) [18], della Classe d'uso (coefficiente Cu) [19] e del periodo di riferimento Vr (funzione di Vn e Cu). La domanda sismica (PGA_D) nel caso degli edifici scolastici è dunque valutata considerando lo spettro elastico allo SLV, assumendo Vn=50 e Cu= III.

Classe	V_R	SLO	SLD	SLV	SLC
		P_{VR} = 81%	P_{VR} = 63%	P_{VR} = 10%	P_{VR} = 5%
I	35	21	35	332	682
II	50	30	50	475	975
III	75	45	75	712	1462
IV	**100**	**60**	**101**	**949**	**1950**

[17] Con lo SLV si accetta che la costruzione, a seguito del terremoto, subisca rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali, mantenendo invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.

[18] Cap. 2.4.1 delle NTC 08. La "Vita Nominale" di un'opera strutturale VN "è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata". Viene inoltre precisato al cap.C2.4.1 delle Istruzioni per l'applicazione delle NTC 08, che "la Vita Nominale (VN) di una costruzione, così come definita al punto 2.4.1 delle NTC, è la durata alla quale deve farsi espresso riferimento in sede progettuale, con riferimento alla durabilità delle costruzioni, nel dimensionare le strutture ed i particolari costruttivi, nella scelta dei materiali e delle eventuali applicazioni e delle misure protettive per garantire il mantenimento della resistenza e della funzionalità"

[19] Cap . 2.4.2 delle NTC 08: "in presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in CLASSI D'USO così definite: Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Fase 4: Indice di Rischio Sismico.

Per la valutazione dell'indice di rischio IR sono stati considerati i parametri di vulnerabilità e pericolosità secondo la procedura illustrata nel seguito e presente in letteratura nel testo "Defining Priorities end Timescales for Seismic Intervention in School Buildings in Italy", Grant D., Bommer J.J., Pinho R., Calvi G.M. L'Indicatore di rischio dipende dalla pericolosità sismica di base, PGA_D, e dall'accelerazione che determina il collasso della struttura, PGA_C.
L'indice di Rischio sismico è così determinato:

$$Ir = f(p,V) = \left(\frac{PGAD}{PGAC}\right)^k$$

Il coefficiente k assume le seguenti espressioni in funzione alla PGAD:

- 3.6 per $0 < PGAD < 0.056\ g$,
- - 16(PGAD/g)+4.5 per $0.056 < PGAD < 0.11\ g$,
- -2.7(PGAD/g)+3.1 per $0.11 < PGAD < 0.26\ g$,
- 2.4 per $0.26\ g < PGAD$.

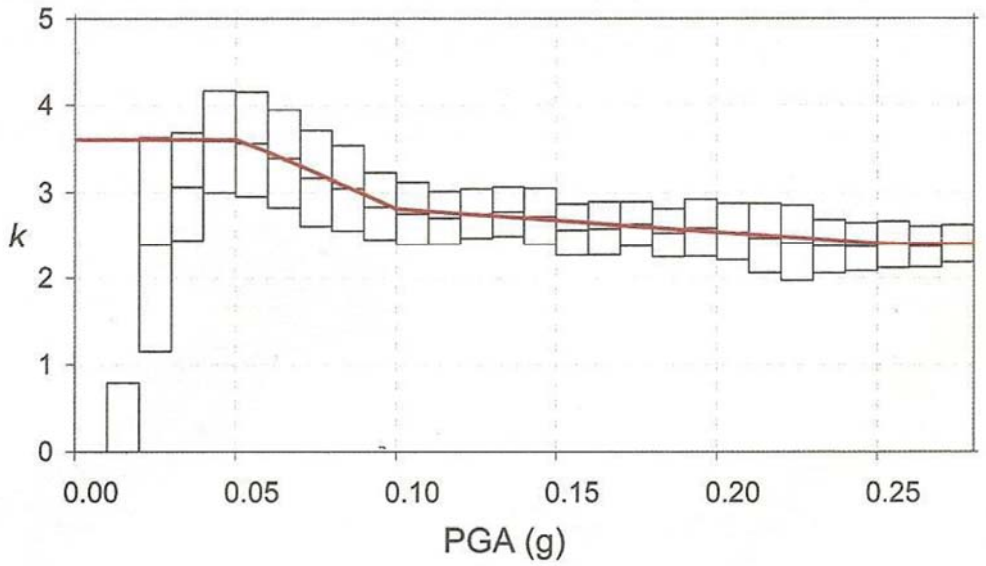


Fig. III.5.8 Andamento del valore di k in funzione dell'accelerazione di picco attesa (Fonte: De Stefano M., Sassu M., Vignoli A., 2011 Valutazione del rischio sismico delle strutture ospedaliere in Toscana, relazione finale II fase, Firenze).

INDICE DI RISCHIO SISMICO

Fase 1 *Indice di vulnerabilità*

	PARAMETRO	PUNTEGGI				PESO	classe	VALORE	QUALITA' INFORMAZIONE
		A	B	C	D				
1	Tipo ed organizzazione Sistema Resistente	0	5	20	45	1,5			
2	Qualità del Sistema Resistente	0	5	25	45	0,25			
3	Resistenza convenzionale	0	5	25	45	1,5			
4	Posizione edificio e fondazioni	0	5	25	45	0,75			
5	Orizzontamenti	0	5	15	45	1			
6	Configurazione planimetrica	0	5	25	45	0,5			
7	Configurazione in elevazione	0	5	25	45	0,5			
8	Distanza massima murature	0	5	25	45	0,25			
9	Copertura	0	15	25	45	0,75			
10	Elementi non strutturali	0	0	25	45	0,25			
11	Stato di fatto	0	5	25	45	1			

Vulnerabilità totale V= .....

Indice di Vulnerabilità (scala compresa tra 0-100) Vt/3,825 V= .....

Fase 2 *Determinazione accelerazione PGAc che provoca il collasso della struttura*

αc= 1,5371 βc= 0,000974 γ= 1,8087 V= .....

PGAc= 1/(αc+βc+V$^{\gamma}$) PGAc= .....

Fase 3 *Determinazione accelerazione PGA D*

Vn 50 Vr 75 CU III Tr=.....

PGAD= .....

Fase 4 *Indice di Rischio Sismico*

K= 3,6 per 0 < PGAD < 0.056 g

K= - 16 (PGAD/g)+4.5 per 0,056 < PGAD < 0,11 g

K= - 2,7(PGAD/g)+3.1 per 0,11 < PGAD < 0.26 g

K= 2,4 per 0,26 g < PGAD

$$I_R = f(p,V) = \left(\frac{PGA_D}{PGA_C}\right)^k$$

IR= .....

Fig. III.6.9 Scheda: valutazione dell'Indicatore di Rischio Sismico, edifici in muratura

INDICE DI RISCHIO SISMICO

Fase 1 *Indice di vulnerabilità*

	PARAMETRO	PUNTEGGI A	B	C	D		classe	VALORE	QUALITA' INFORMAZIONE
1	Tipo ed organizzazione Sistema Resistente	0	-1	-2	_				
2	Qualità del Sistema Resistente	0	-0,25	-0,5	_				
3	Resistenza convenzionale	0,25	0	-0,25	_				
4	Posizione edificio e fondazioni	0	-0,25	-0,5	_				
5	Orizzontamenti	0	-0,25	-0,5	_				
6	Configurazione planimetrica	0	-0,25	-0,5	_				
7	Configurazione in elevazione	0	-0,25	-1,5	_				
8	Collegamenti ed elementi critici	0	-0,5	-0,5	_				
9	Elementi con bassa duttilità	0	-0,25	-0,5	_				
10	Elementi non strutturali	0	-0,25	-0,5	_				
11	Stato di fatto	0	-0,5	-1	-2,45				

Vulnerabilità totale V= .....

Indice di Vulnerabilità (scala compresa tra 0-100) .....

SE Vc > -6,5 → V = -1,731•Vc + 56,72

SE Vc < -6,5 → V = -10,07•Vc + 2,5175

Fase 2 *Determinazione accelerazione PGAc*

αc= 1,5371	βc= 0,000974	γ= 1,8087	V=.....

PGAc= 1/(αc+βc+V^{γ}) PGAc=

Fase 3 *Determinazione accelerazione PGA D*

Vn 50	Vr 75 anni	Cu III	Tr=.....

PGAD= .....

Fase 4 *Indice di Rischio Sismico*

K= 3,6 per 0 < PGAD < 0.056 g

K= - 16 (PGAD/g)+4.5 per 0,056 < PGAD < 0,11 g

K= - 2,7(PGAD/g)+3.1 per 0,11 < PGAD < 0.26 g

K= 2,4 per 0,26 g < PGAD

$$I_R = f(p,V) = \left(\frac{PGA_D}{PGA_C}\right)^k$$

IR= ....

Fig. III.6.10 Scheda: valutazione dell'Indicatore di Rischio Sismico, edifici in cemento armato.

III.6.7 Le macrocategorie di intervento.

La seconda parte della scheda consente di valutare "lo stato" dell'edificio scolastico analizzato. La "sistematizzazione" degli indicatori di rischio sismico e dei consumi energetici "limite"consente di individuare quattro macrocategorie di intervento, all'interno di un grafico definito "a quadranti" (Fig. III.6.11).

In questo modo vengono individuati gli edifici che necessitano di priorità di intervento e definite le principali operazioni/interventi da attivare per gli edifici oggetto di indagine.
Il grafico a quadranti è definito a partire dalla disposizione degli indicatori limite. Questi individuano appunto la soglia oltre la quale gli edifici risultano altamente energivori e vulnerabili. Nella lettura del grafico il primo elemento da verificare è il rischio sismico, ovvero se l'edificio analizzato ricade nella parte destra o sinistra del grafico. Nello specifico, come mostra il grafico, tutti gli edifici che si collocano a destra dell'indice limite di rischio sismico, ovvero caratterizzati da elevato rischio, necessitano di verifiche sismiche urgenti ed approfondite, dunque presentano una certa "priorità".

Per gli edifici che si collocano a sinistra del grafico invece, il giudizio di rischio non deve intendersi "esaustivo", e dovranno comunque (anche se con una priorità secondaria rispetto agli edifici collocati a destra del grafico), attivare le verifiche sismiche. Tuttavia per questi edifici è data la possibilità di attivare una serie di interventi di miglioramento-rafforzamento locale, che comportino anche il miglioramento energetico, previa valutazione ponderata dell'assenza di carenze gravi.

Gli interventi di rafforzamento locale sono definiti dalla ordinanza 4007/2012[20], e sono finalizzati a ridurre o eliminare i comportamenti di singoli elementi o parti strutturali, che danno luogo a condizioni di fragilità e/o innesco di collassi locali. Si riporta in fig.(..) le condizioni per l'applicabilità del rafforzamento locale (assenza carenze gravi).

Le macrocategorie di intervento individuate nel grafico sono:

- Interventi locali di rafforzamento sismico
- Interventi integrati di miglioramento/rafforzamento energetico e sismico
- Verifiche sismiche
- Verifiche sismiche + energetiche

In sintesi:

- Gli edifici che si trovano nel "I e nel II quadrante", essendo caratterizzati da un valore molto elevato di Rischio Sismico, necessitano, di indagini diagnostiche più approfondite, finalizzate alla determinazione della misura di intervento necessaria (miglioramento, adeguamento sismico o demolizione e ricostruzione). Nel caso di edifici situati nel I quadrante inoltre, possono essere attivate verifiche sismiche "sinergiche".

- Gli edifici situati nel "III quadrante", sono caratterizzati da un indice di rischio sismico medio, e da valori dei consumi energetici per il riscaldamento buoni. Per questi edifici si può scegliere di intervenire anche localmente purché sia verificata l'assenza di carenze strutturali gravi secondo l'Ord. 4007/2012 - Allegato 5: Condizioni per l'applicabilità del rafforzamento locale (assenza di carenze gravi).

- Gli edifici situati nel "IV quadrante", risultano essere energivori, e con un livello medio di rischio sismico Per questi edifici si può scegliere di intervenire anche localmente purchè sia verificata l'assenza di carenze strutturali gravi secondo l'Ord. 4007/2012 - Allegato 5: Condizioni per l'applicabilità del rafforzamento locale (assenza di carenze gravi). Gli interventi locali devono prevedere anche il miglioramento delle prestazioni energetiche.

[20] Ai sensi degli artt. 9 comma 2 e 13 comma 1 della citata Ord. 4007/2012, gli interventi di rafforzamento locale sono finalizzati a ridurre o eliminare i comportamenti di singoli elementi o parti strutturali, che danno luogo a condizioni di fragilità e/o innesco di collassi locali. Ricadono tra l'altro in questa categoria gli interventi: a) volti ad aumentare la duttilità e/o la resistenza a compressione e a taglio di pilastri, travi e nodi delle strutture in cemento armato; b) volti a ridurre il rischio di ribaltamenti di pareti o di loro porzioni nelle strutture in muratura, eliminare le spinte o ad aumentare la duttilità di elementi murari; c) volti alla messa in sicurezza di elementi non strutturali, quali tamponature, sporti, camini, cornicioni ed altri elementi pesanti pericolosi in caso di caduta. 3 - Gli interventi di rafforzamento locale sono consentiti, ai sensi degli artt. 9 comma 3, 11 comma 2 e 13 comma 1 della citata Ord. 4007/2012, se non variano in modo significativo il comportamento strutturale della parte di edificio interessata dall'intervento e a condizione che l'edificio non abbia carenze gravi. L'assenza di carenze gravi può essere accertata con riferimento all'allegato 5 (1)
della citata Ord. 4007/2012.

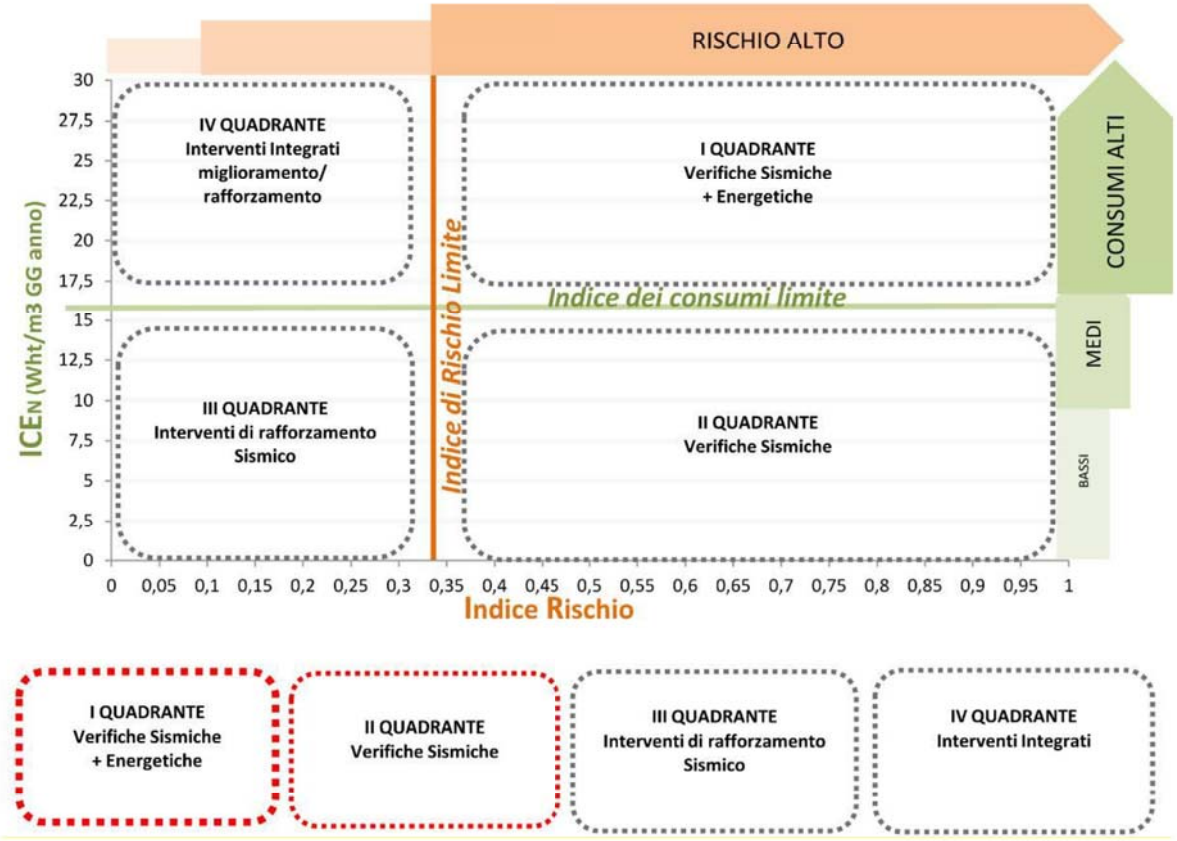


Fig. III.6.11 Macrocategorie di intervento

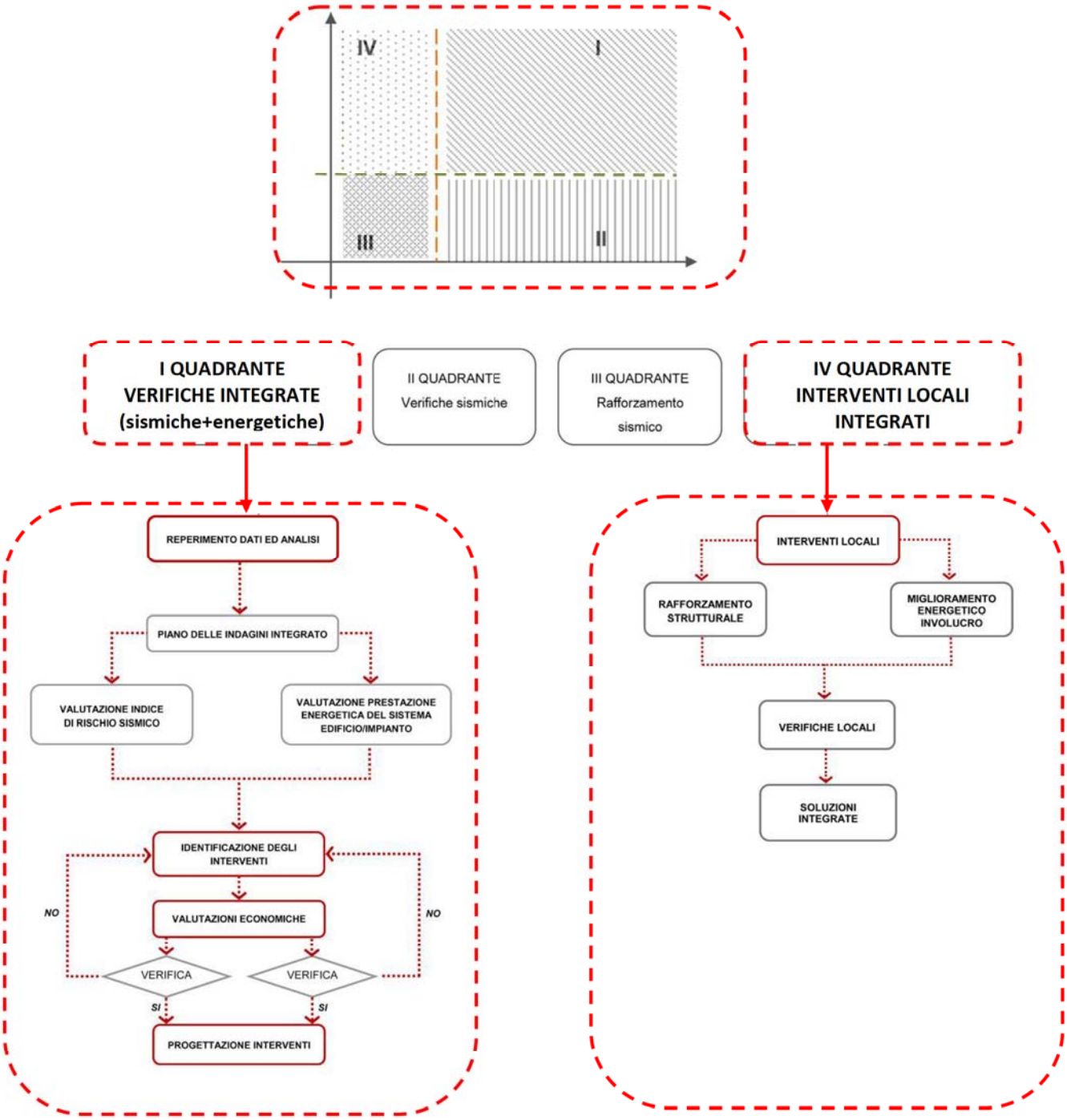


Fig. III.6.11 Lo Strumento di sintesi consentirebbe di attivare, a seconda dei casi, procedure per le verifiche sismiche INTEGRATE e procedure per interventi locali INTEGRATI.

Ord. 4007/2012 - Allegato 5: Condizioni per l'applicabilità del rafforzamento locale (assenza di carenze gravi) - articolo 11, c. 2.	
Per gli interventi di rafforzamento locale su edifici, la verifica di assenza di carenze gravi richiamate al comma 3 dell'articolo 9 può essere considerata soddisfatta se l'edificio rispetta contemporaneamente tutte le condizioni di seguito riportate.	
EDIFICI IN MURATURA	- *altezza non oltre 3 piani fuori terra;* - *assenza di pareti portanti in falso;* - *assenza di murature portanti costituite da elementi in laterizio non strutturale;* - *assenza di danni strutturali medio - gravi visibili;* - *tipologie di muratura ricomprese nella tabella C8A.2.1 dell'appendice C.8.A.2 alla circolare 2 febbraio; 2009 n. 617 delle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con d.M. 14.1.2008, con esclusione della prima tipologia di muratura - Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari),* - *valore della compressione media nei setti murari per effetto dei soli carichi permanenti e variabili non superiore a 1/5 della resistenza media a compressione; quest'ultima può essere ricavata, in mancanza di più accurate valutazioni, dalla tabella C8A.2.1 della citata appendice alla circolare n. 617,* - *buone condizioni di conservazione.*
EDIFICI IN CEMENTO ARMATO	- *realizzazione successiva al 1970;* - *struttura caratterizzata da un sistema resistente alle forze orizzontali in entrambe le direzioni ortogonali,* - *altezza non oltre 4 piani fuori terra;* - *forma in pianta relativamente compatta;* - *assenza di danni strutturali medio - gravi visibili,* - *tensione media di compressione negli elementi strutturali verticali portanti in cemento armato per effetto dei soli carichi permanenti e variabili inferiore a 4 MPa;* - *tensione media di compressione negli elementi strutturali verticali portanti in acciaio per effetto dei soli carichi permanenti e variabili inferiore a 1/3 della tensione di snervamento e snellezza massima delle colonne inferiore a 100;* - *buone condizioni di conservazione.*

III.6.8 Un esempio applicativo

Di seguito si descrive la metodologia applicata a tre edifici scolastici della provincia di Lucca. Si precise che non corrispondono a dei "casi studio" particolari, ma lo scopo è semplicemente quello di dimostrare l'applicabilità della scheda. Si tratta di scuole superiori, due edifici realizzati con struttura in cemento armato ed uno con struttura in muratura.

III.6.8.1 Il Liceo Classico "G. Carducci", Viareggio.

- Anno di realizzazione 1921

- L'edificio è stato appositamente realizzato per uso scolastico

- Ubicazione

  L'edificio, libero sui quattro lati, è inserito nel contesto del centro storico di Viareggio.

- Vincoli

  Edificio costruito prima del 1950 e sottoposto a parere del Ministero dei Beni culturali ai sensi della L. 1089/39.
  Edificio soggetto a vincolo paesaggistico secondo quanto prescritto dalla L. 1497/39
  Non si rileva invece la presenza di vincoli:
  - Idrogeologico (R.D. 3267/23)
  - Paesaggistico (431/85)

- Ambiente ed area scolastica

  L'edificio scolastico in esame è inserito in un contesto ambientale privo di elementi di disturbo e considerato sicuro, collegato in modo ottimale al Centro di Viareggio ed in prossimità delle fermate del trasporto pubblico a cui è collegato con adeguati passaggi pedonali.

- Emergenze ambientali:

  L'edificio è collocato in una zona edificata all'interno del centro storico di Viareggio che non presenta elementi impattanti dal punto di vista acustico e ambientale.

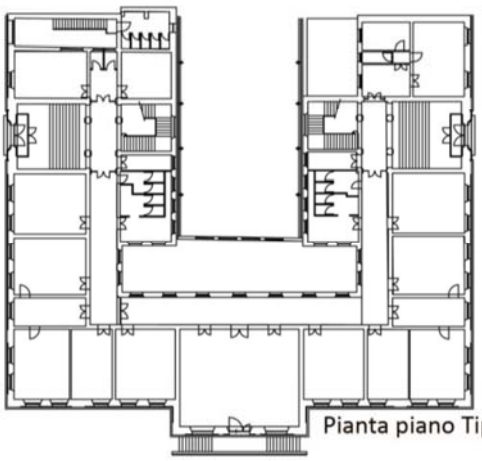
- Dati climatici:
  - Altitudine: 2,00 m slm
  - Latitudine: 43º 52' N
  - Longitudine: 10º 15' E
  - Zona Climatica: D
  - Gradi Giorno: 1416
  - Localizzazione geografica: Costiera
  - Temperatura Massima: 30,0 °C (Luglio, Settembre)

Edificio Scolastico: L.C. "G. Carducci", Viareggio

DESCRIZIONE. Sede della prima scuola superiore della città, l'edificio che attualmente ospita il Liceo Classico "G. Carducci" è stato costruito nel primo dopoguerra su progetto del 1921 dell'architetto Alfredo Belluomini. Il fabbricato presenta una distribuzione planimetrica organizzata simmetricamente e uno stile nella decorazione delle facciate di richiamo rinascimentale, secondo una consuetudine stilistica del tempo che privilegiava di richiamo degli stili passati.

L'immobile è realizzato in muratura mista di pietrame e mattoni, mentre gli orizzontamenti sono a voltine in laterizio. Gli infissi sono in alluminio e vetro doppio e non presentano cassonetti. L'edificio è caratterizzato dalla presenza di prese d'aria integrate nelle pareti esterne, realizzate per favorire i ricambi d'aria all'interno dei singoli ambienti.

L'impianto termico è di tipo a colonne montanti, le tubazioni secondarie verticali sono incassate nei paramenti interni delle murature interne, i terminali (radiatori) sono posti in corrispondenza dei tamponature esterne, e le tubazioni principali orizzontali sono installate nella caldana del pavimento, privo di impianto di regolazione.



Pianta piano Tipo

Volume lordo riscaldato V (m3)	30483.60
Superficie disperdente S (m2)	9429.76
Fattore Forma S/V	0.31
Superficie utile (m2)	6100.97
Zona climatica/GG	D/1715

Unità 1	SCUOLA L.C. "G. Carducci"	TIPOLOGIA SCUOLA Scuola Superiore	LOCALITA' Viareggio
		UNITA' STRUTTURALE 1	mq 6100.97

INDICE DEI CONSUMI ENERGETICI

Fase 1 *Indicatore dei consumi energetici per il riscaldamento*

	Combustibile	Unità di misura	Anno di riferimento Anno (1)	Anno (2)	Anno (3)	Fattore (4)	Consumo (KWh_t) (1+2+3)/3x(4)
1	Gas metano	mc			57994	9,59	556162,46
2	Gasolio	l				11,86	
3	Olio fluido	l				11,4	
4	GPL	l				12,79	
5	Altro						

Totale consumo annuo scuole C= 556162,46 KWht **A**

Fase 2 *Dati dimensionali*

Volum. lorda riscaldata	Superficie disperdente	S/V	Gradi Giorno
B V= 30483,6 m^3	S= 9429,7 m^2	S/V= 0,31	GG=1715 **C**

Fase 3 *Fattori di normalizzazione (Fe)*

Materne S/V	Fe	Elemantari S/V	Fe	Medie/Superiori S/V	Fe	Orario funz. risc. ORE	Fh
S/V < 0,4	1,2	S/V < 0,30	1,2	S/V < 0,25	1,1	< 6 ore	1,2
0,41 < S/V < 0,5	1,1	0,31 < S/V < 0,35	1,1	0,26 < S/V < 0,3	1	7 ore	1,1
0,51 < S/V < 0,6	1	0,36 < S/V < 0,4	1	0,31 < S/V < 0,4	0,9	8-9 ore	1
S/V > 0,6	0,9	0,41 < S/V < 0,45	0,9	oltre 0,40	0,8	10-11 ore	0,9
		S/V > 0,45	0,8			oltre 11 ore	0,8

Fe= 1,2 **D** Fh= 1 **E**

Fase 4 *Indice dei consumi energetici normalizzato*

$$IENr = \frac{[A]\times[D]\times[E]\times 1000}{[B]\times[C]}$$

IENR 12,76 Wh/m^3 GG anno

INDICE DI RISCHIO SISMICO

Fase 1 *Indice di vulnerabilità*

	PARAMETRO	PUNTEGGI A	B	C	D	PESO	classe	VALORE	QUALITA' INFORMAZIONE
1	Tipo ed organizzazione Sistema Resistente	0	5	20	45	1,5	B	5	media
2	Qualità del Sistema Resistente	0	5	25	45	0,25	B	5	alta
3	Resistenza convenzionale	0	5	25	45	1,5	C	5	media
4	Posizione edificio e fondazioni	0	5	25	45	0,75	B	5	media
5	Orizzontamenti	0	5	15	45	1	C	15	alta
6	Configurazione planimetrica	0	5	25	45	0,5	C	25	alta
7	Configurazione in elevazione	0	5	25	45	0,5	B	5	alta
8	Distanza massima murature	0	5	25	45	0,25	C	5	alta
9	Copertura	0	15	25	45	0,75	C	25	media
10	Elementi non strutturali	0	0	25	45	0,25	B	0	media
11	Stato di fatto	0	5	25	45	1	B	5	alta

Vulnerabilità totale V= 110

Indice di Vulnerabilità (scala compresa tra 0-100) Vt/3,825 V= 28,76

Fase 2 *Determinazione accelerazione PGAc che provoca il collasso della struttura*

αc= 1,5371 βc= 0,000974 γ= 1,8087 V= 28,76

PGAc= $1/(\alpha c+\beta c+V^{\gamma})$ PGAc= 0,51

Fase 3 *Determinazione accelerazione PGA D*

Vn 50 Vr 75 CU III Tr 712

PGAD= 0,139

Fase 4 *Indice di Rischio Sismico*

K= 3,6 per 0 < PGAD < 0.056 g

K= - 16 (PGAD/g)+4.5 per 0,056 < PGAD < 0,11 g

K= - 2,7(PGAD/g)+3.1 per 0,11 < PGAD < 0.26 g

K= 2,4 per 0,26 g < PGAD

$$I_R = f(p,V) = \left(\frac{PGA_D}{PGA_C}\right)^k$$

IR= 0,029

NOME SCUOLA L.C. "G. Carducci" **TIPOLOGIA SCUOLA** Istituto Superiore **LOCALITA'** Viareggio

INDICE DI RISCHO SISMICO *limite*

Classi di merito

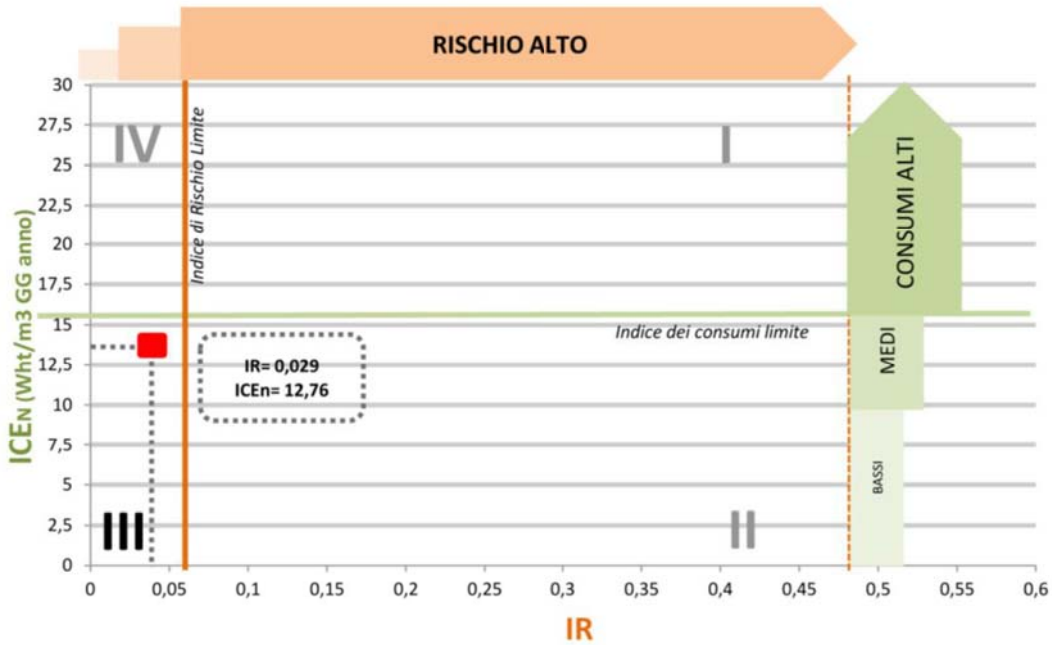
	BASSA (V<20)	MEDIA (20<V<50)	ALTA (50<V<100)
PGAD= 0,139	Ir < 0,021	0,021 < Ir < **0,068**	0,068 < Ir < 0,499

INDICE DEI CONSUMI ENERGETICI limite

Classi di merito *(espressa in Wh/m3 GG anno)*

	BASSA	MEDIA	ALTA
MATERNE	ICEn <18,5	18,5< ICEn< 23,5	ICEn >23,5
ELEMENTARI	ICEn <11	11< ICEn< 17,5	ICEn >17,5
MEDIE/SUPERIORI	ICEn <11,5	11,5< ICEn< **15,5**	ICEn >15,5

SISTEMATIZZAZIONE DEI RISULTATI



Ir= 0,029

ICEn= 12,76 Wht/m3 GG anno

I QUADRANTE
Verifiche Sismiche + Energetiche

II QUADRANTE
Verifiche Sismiche

III QUADRANTE
Interventi di miglioramento Sismico

IV QUADRANTE
Interventi Integrati

III.6.8.2 I.P.S.C.T "G.Marconi" – Sede Centrale

- Anno di realizzazione 1960
- L'edificio è stato appositamente realizzato per uso scolastico

- Ubicazione

  Fuori dal centro storico

- Vincoli
  - Edificio soggetto a vincolo paesaggistico secondo quanto prescritto dalla L. 1497/39
  - Non si rileva invece la presenza di vincoli:
  - Idrogeologico (R.D. 3267/23)
  - Paesaggistico (431/85)

- Ambiente ed area scolastica

  L'edificio scolastico in esame è inserito in un contesto ambientale privo di elementi di disturbo e considerato sicuro, collegato al Centro di Viareggio ed in prossimità delle fermate del trasporto pubblico a cui è collegato con adeguati passaggi pedonali.

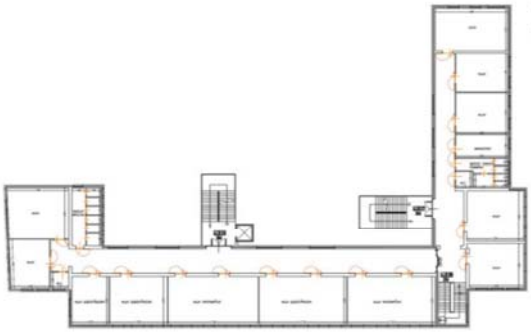
- Emergenze ambientali:

  L'edificio è collocato in una zona poco edificata del centro urbano di Viareggio in prossimità di altre strutture scolastiche e di un ampia area verde. La collocazione nel complesso non presenta elementi impattanti dal punto di vista acustico e ambientale.

- Dati climatici:
  - Altitudine: 14,00 m slm
  - Latitudine: 43º 95' N
  - Longitudine: 10º 22' E
  - Zona Climatica: D
  - Gradi Giorno: 1428
  - Localizzazione geografica: Costiera
  - Temperatura Massima: 30,0 °C (Luglio, Settembre)
  - Temperatura Minima: -1,4 °C (Gennaio)

Edificio Scolastico: I. P.S.C.T. "G. Marconi" - Sede Centrale
Via Trieste, Viareggio

DESCRIZIONE. L'edificio è costituito da un unico corpo di fabbrica, con tre piani fuori. La struttura portante è realizzata in cemento armato, tamponata con laterizio semiforato di tipo ordinario intonacato sulle due facce. Il piano terra dell'edificio è rialzato dalla quota stradale di circa 45 cm. I solai di interpiano e di copertura sono realizzati in latero-cemento con soletta collaborante armata. Le finiture interne e gli infissi esterni si presentano in sufficiente stato di conservazione.
L'impianto termico è di tipo a colonne montanti, le tubazioni secondarie verticali sono incassate nei paramenti interni delle murature interne, i terminali (radiatori) sono posti in corrispondenza dei tamponature esterne, e le tubazioni principali orizzontali sono installate nella caldana del pavimento. Il generatori di calore, installato in centrale termica, è del tipo in acciaio. I terminali di riscaldamento sono costituiti da radiatori collocati sulle pareti esterne. Non si rileva la presenza di nessun impianto di regolazione
.



Pianta piano Tipo

Volume lordo riscaldato V (m3)	11639,17
Superficie disperdente S (m2)	3750,34
Fattore Forma S/V	0.32
Superficie utile (m2)	2963,92
Zona climatica/GG	D/1416

Unità 1	NOME SCUOLA I. P.S.C.T. "G. Marconi"	TIP. SCUOLA Ist. Superiore	LOCALITA' Viareggio
	UNITA' STRUTTURALE	1	(superficie utile) mq 2964

INDICE DEI CONSUMI ENERGETICI

Fase 1 *Indicatore dei consumi energetici per il riscaldamento*

	Combustibile	Unità di misura	Anno di riferimento Anno (1)	Anno (2)	Anno (3)	Fattore (4)	Consumo (KWh_t) (1+2+3)/3x(4)
1	Gas metano	mc			28260	9,59	271013,4
2	Gasolio	l				11,86	
3	Olio fluido	l				11,4	
4	GPL	l				12,79	
5	Altro						

Totale consumo annuo scuole C=271013,4 KWht **A**

Fase 2 *Dati dimensionali*

Volum. lorda riscaldata		Superficie disperdente	S/V	Gradi Giorno	
B	V= 11639,17 m^3	S= 3750,34 m^2	S/V= 0,32	(ZONA D) 1416	**C**

Fase 3 *Fattori di normalizzazione (Fe)*

Materne S/V	Fe	Elemantari S/V	Fe	Medie/Superiori S/V	Fe	Orario funz. risc. ORE	Fh
S/V < 0,4	1,2	S/V < 0,30	1,2	S/V < 0,25	1,1	< 6 ore	1,2
0,41 < S/V < 0,5	1,1	0,31 < S/V < 0,35	1,1	0,26 < S/V < 0,3	1	7 ore	1,1
0,51 < S/V < 0,6	1	0,36 < S/V < 0,4	1	0,31 < S/V < 0,4	0,9	8-9 ore	1
S/V > 0,6	0,9	0,41 < S/V < 0,45	0,9	oltre 0,45	0,8	10-11 ore	0,9
		S/V > 0,40	0,8			oltre 11 ore	0,8

Fe= 1,2 **D** Fh= 1 **E**

Fase 4 *Indice dei consumi energetici normalizzato*

$$IENr = \frac{[A]\times[D]\times[E]\times 1000}{[B]\times[C]}$$

IENr 19,7 Wh/m^3 GG anno

INDICE DI RISCHIO SISMICO

UNITA' STRUTTURALE 1 (superficie utile) mq 2964

Fase 1 *Indice di vulnerabilità*

	PARAMETRO	PUNTEGGI A	B	C	D		classe	VALORE	QUALITA' INFORMAZIONE
1	Tipo ed organizzazione Sistema Resistente	0	-1	-2	_		C	-2	media
2	Qualità del Sistema Resistente	0	-0,25	-0,5	_		B	-0,25	media
3	Resistenza convenzionale	0,25	0	-0,25	_		C	-0,25	bassa
4	Posizione edificio e fondazioni	0	-0,25	-0,5	_		B	-0,25	media
5	Orizzontamenti	0	-0,25	-0,5	_		A	-0,25	media
6	Configurazione planimetrica	0	-0,25	-0,5	_		C	-0,5	alta
7	Configurazione in elevazione	0	-0,25	-1,5	_		B	-0,25	alta
8	Collegamenti ed elementi critici	0	-0,5	-0,5	_		B	-0,5	media
9	Elementi con bassa duttilità	0	-0,25	-0,5	_		B	-0,25	media
10	Elementi non strutturali	0	-0,25	-0,5	_		B	-0,25	media
11	Stato di fatto	0	-0,5	-1	-2,45		B	-0,5	alta

Vulnerabilità totale V= -5,25

Indice di Vulnerabilità (scala compresa tra 0-100) V= 65,807

SE Vc > -6,5 → V = -1,731•Vc + 56,72

SE Vc < -6,5 → V = -10,07•Vc + 2,5175

Fase 2 *Determinazione accelerazione PGAc*

αc= 1,5371	βc= 0,000974	γ= 1,8087	V=65,807

$PGAc= 1/(\alpha c+\beta c+V^{\gamma})$ PGAc= 0,29

Fase 3 *Determinazione accelerazione PGA D*

Vn 50	Vr 75 anni	Cu III	Tr 712

PGAc= 0,139 g

Fase 4 *Indice di Rischio Sismico*

K= 3,6 per 0 < PGAD < 0.056 g
K= - 16 (PGAD/g)+4.5 per 0,056 < PGAD < 0,11 g
K= - 2,7(PGAD/g)+3.1 per 0,11 < PGAD < 0.26 g
K= 2,4 per 0,26 g < PGAD

$$I_R = f(p,V) = \left(\frac{PGA_D}{PGA_C}\right)^k$$

IR= 0,133

NOME SCUOLA I. P.S.C.T. "G. Marconi"	TIPOLOGIA SCUOLA Istituto Superiore	LOCALITA' Viareggio

INDICE DI RISCHO SISMICO *limite*

Classi di merito

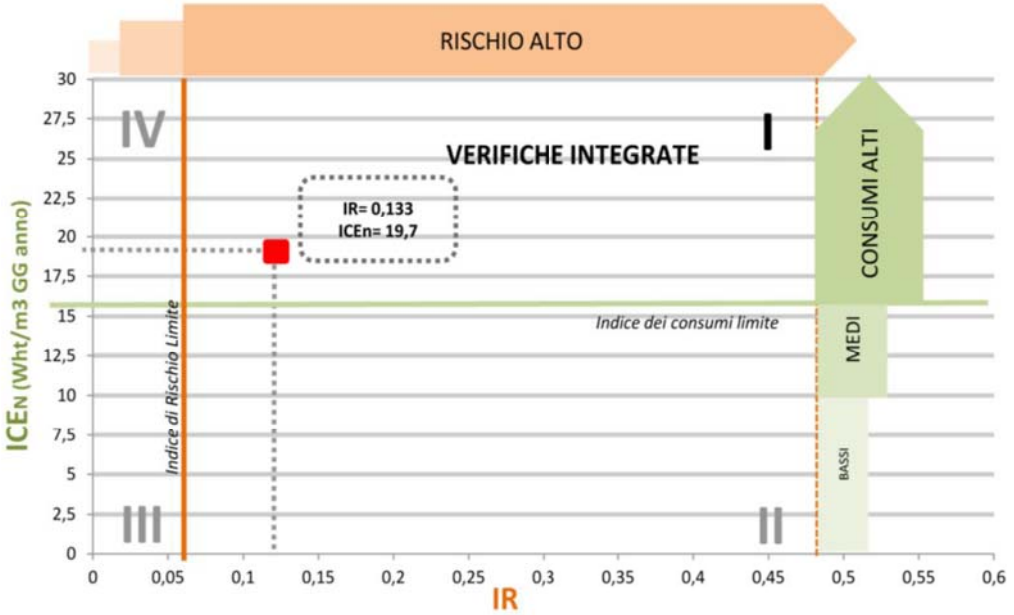
	BASSA (V<20)	MEDIA (20<V<50)	ALTA (50<V<100)
PGAD= 0,139	Ir < 0,021	0,021 < Ir < **0,068**	0,068 < Ir < 0,499

INDICE DEI CONSUMI ENERGETICI limite

Classi di merito (espressa in Wh/m3 GG anno)

	BASSA	SUFFICIENTE	OTTIMO
MATERNE	ICEn <18,5	18,5< ICEn< 23,5	ICEn >23,5
ELEMENTARI	ICEn <11	11< ICEn< 17,5	ICEn >17,5
MEDIE/SUPERIORI	ICEn <11,5	11,5< ICEn< **15,5**	ICEn >15,5

SISTEMATIZZAZIONE DEI RISULTATI



Ir= 0,133

ICEn= 19,7 Wht/m3 GG anno

I QUADRANTE Verifiche Sismiche + Energetiche	II QUADRANTE Verifiche Sismiche	III QUADRANTE Interventi di miglioramento Sismico	IV QUADRANTE Interventi Integrati

III.6.8.3 I.T.C.G "A. Benedetti"

Anno di realizzazione 1960
- L'edificio è stato appositamente realizzato per uso scolastico

- Ubicazione
La scuola è collocata nella zona F.1.1: aree destinate ad attrezzature per l'istruzione e la cultura, secondo quanto stabilito dall'art. 25.1.4

- Ambiente ed area scolastica

L'edificio scolastico in esame è inserito in un contesto ambientale privo di elementi di disturbo e considerato sicuro, collegato al Centro di Viareggio ed in prossimità delle fermate del trasporto pubblico a cui è collegato con adeguati passaggi pedonali.

- Emergenze ambientali:

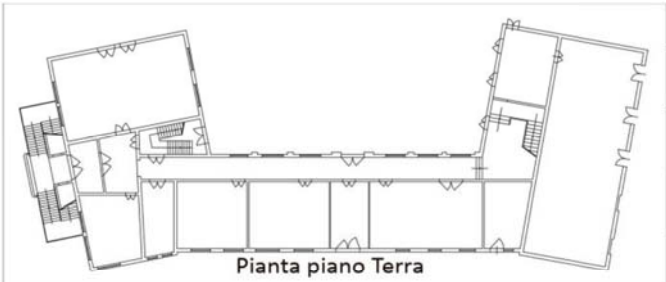
L'edificio è collocato in una zona poco edificata del centro urbano di Viareggio in prossimità di altre strutture scolastiche e di un ampia area verde. La collocazione nel complesso non presenta elementi impattanti dal punto di vista acustico e ambientale.

- Dati climatici:
  - Altitudine: 14,00 m slm
  - Latitudine: 43º 95' N
  - Longitudine: 10º 22' E
  - Zona Climatica: D
  - Gradi Giorno: 1428
  - Localizzazione geografica: Costiera
  - Temperatura Massima: 30,0 °C (Luglio, Settembre)
  - Temperatura Minima: -1,4 °C (Gennaio)

Edificio Scolastico: I. T. C. G. "A. Benedetti", Porcari, Lucca

DESCRIZIONE. La struttura scolastica, realizzata negli anni 60, è costituita da un unico corpo di fabbrica, sviluppato su cinque livelli fuori terra.
L'edificio è caratterizzato da una tipologia strutturale in cemento armato, con tamponamenti in laterizio forato intonacato.
Nel 2003 sono stati effetuati i seguenti lavori di ristrutturazione:
- sostituzione dei vecchi infissi in legno con infissi in alluminio con vetro camera;
- adeguamento alla normativa sulle barriere architettoniche mediante ampliamento di una parte dei servizi igienici. Questo intervento ha determinato lo spostamento di una parete divisoria.
- adeguamento alla normativa antincendio;
- costruzione della rete fognaria che collegha i pozzetti di scarico delle colonne con la fognatura comunale.

Recentemente l'edificio ha subito il cedimento di alcuni solai delle aule.
Il sistema di riscaldamento è costituito da radiatori in ghisa collocati in corrispondenza delle partizioni interne. All'ultimo piano è stata un'aula è rimasta inutilizzata a causa delle eccessive dispersioni termiche e l'impossibilità di riscaldarla sufficientemente.



Pianta piano Terra

Volume lordo riscaldato V (m3)	16945
Superficie disperdente S (m2)	5072
Fattore Forma S/V	0.30
Superficie utile (m2)	3754
Zona climatica/GG	D/1676

Unità 1	NOME SCUOLA I. T. C. G. "A. Benedetti"	TIP. SCUOLA Ist. Superiore	LOCALITA' Porcari, Lucca
	UNITA' STRUTTURALE	1	(superficie utile) mq 3754

INDICE DEI CONSUMI ENERGETICI

Fase 1 *Indicatore dei consumi energetici per il riscaldamento*

	Combustibile	Unità di misura	Anno di riferimento Anno (1)	Anno (2)	Anno (3)	Fattore (4)	Consumo (KWh_t) (1+2+3)/3x(4)
1	Gas metano	mc			68910,84	9,59	660855
2	Gasolio	l				11,86	
3	Olio fluido	l				11,4	
4	GPL	l				12,79	
5	Altro						

Totale consumo annuo scuole C=660855 KWht **A**

Fase 2 *Dati dimensionali*

Volum. lorda riscaldata	Superficie disperdente	S/V	Gradi Giorno	
B V= 16945 m^3	S= 5072 m^2	S/V= 0,30	**(ZONA D) 1676**	**C**

Fase 3 *Fattori di normalizzazione (Fe)*

Materne S/V	Fe	Elemantari S/V	Fe	Medie/Superiori S/V	Fe	Orario funz. risc. ORE	Fh
S/V < 0,4	1,2	S/V < 0,30	1,2	S/V < 0,25	1,1	< 6 ore	1,2
0,41 < S/V < 0,5	1,1	0,31 < S/V < 0,35	1,1	0,26 < S/V < 0,3	1	7 ore	1,1
0,51 < S/V < 0,6	1	0,36 < S/V < 0,4	1	0,31 < S/V < 0,4	0,9	8-9 ore	1
S/V > 0,6	0,9	0,41 < S/V < 0,45	0,9	oltre 0,45	0,8	10-11 ore	0,9
		S/V > 0,40	0,8			oltre 11 ore	0,8

Fe= 1,2 **D** Fh= 1 **E**

Fase 4 *Indice dei consumi energetici normalizzato*

$$IENr = \frac{[A]\times[D]\times[E]\times 1000}{[B]\times[C]}$$

IENr 27,92 Wh/m^3 GG anno

INDICE DI RISCHIO SISMICO

Fase 1 *Indice di vulnerabilità*

	PARAMETRO	PUNTEGGI A	B	C	D		classe	VALORE	QUALITA' INFORMAZIONE
1	Tipo ed organizzazione Sistema Resistente	0	-1	-2	_		C	-2	bassa
2	Qualità del Sistema Resistente	0	-0,25	-0,5	_		C	-0,5	bassa
3	Resistenza convenzionale	0,25	0	-0,25	_		C	-0,25	bassa
4	Posizione edificio e fondazioni	0	-0,25	-0,5	_		B	-0,25	media
5	Orizzontamenti	0	-0,25	-0,5	_		C	-0,5	media
6	Configurazione planimetrica	0	-0,25	-0,5	_		C	-0,5	media
7	Configurazione in elevazione	0	-0,25	-1,5	_		C	-1,5	media
8	Collegamenti ed elementi critici	0	-0,5	-0,5	_		C	-0,5	bassa
9	Elementi con bassa duttilità	0	-0,25	-0,5	_		C	-0,5	bassa
10	Elementi non strutturali	0	-0,25	-0,5	_		C	-0,5	bassa
11	Stato di fatto	0	-0,5	-1	-2,45		C	-1	media

Vulnerabilità totale V= -8

Indice di Vulnerabilità (scala compresa tra 0-100) V= 82,5

SE Vc > -6,5 → V = -1,731•Vc + 56,72

SE Vc < -6,5 → V = -10,07•Vc + 2,5175

Fase 2 *Determinazione accelerazione PGAc*

αc= 1,5371 βc= 0,000974 γ= 1,8087 V=82,5

PGAc= $1/(\alpha c+\beta c+V^{\gamma})$ PGAc= 0,228

Fase 3 *Determinazione accelerazione PGA D*

Vn 50 Vr 75 anni Cu III Tr 712

PGAD= 0,147 g

Fase 4 *Indice di Rischio Sismico*

K= 3,6 per 0 < PGAD < 0.056 g

K= - 16 (PGAD/g)+4.5 per 0,056 < PGAD < 0,11 g

K= - 2,7(PGAD/g)+3.1 per 0,11 < PGAD < 0.26 g

K= 2,4 per 0,26 g < PGAD

$$I_R = f(p,V) = \left(\frac{PGA_D}{PGA_C}\right)^k$$

IR= 0,306

NOME SCUOLA I. T. C. G. "A. Benedetti"	TIPOLOGIA SCUOLA Istituto Superiore	LOCALITA' Porcari

INDICE DI RISCHO SISMICO *limite*

Classi di merito

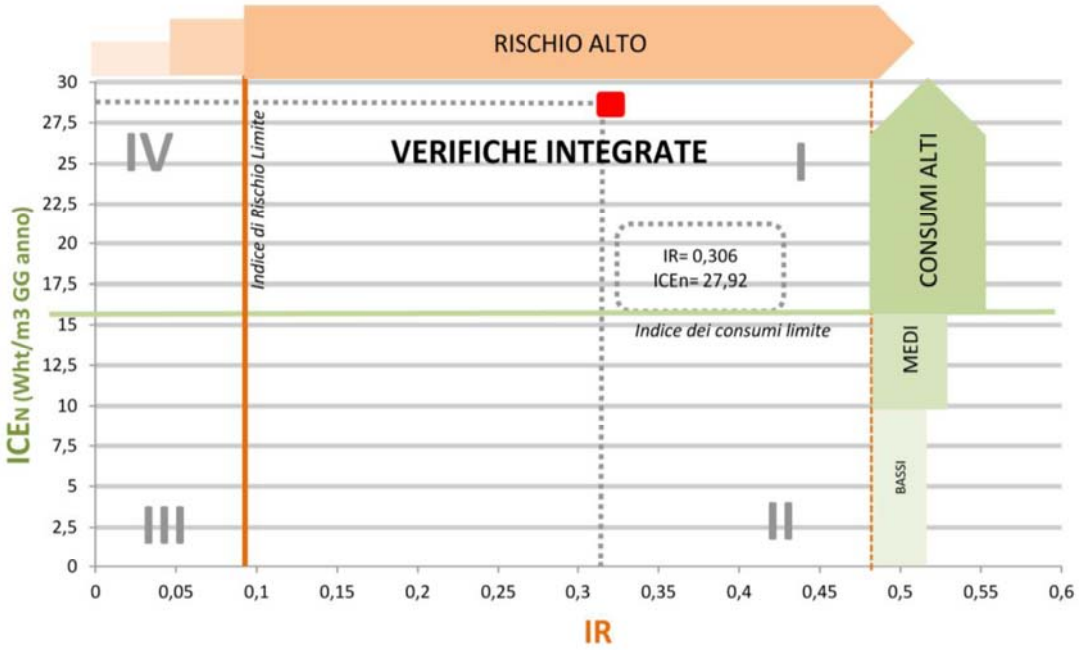
	BASSA (V<20)	MEDIA (20<V<50)	ALTA (50<V<100)
PGAD= 0,147	Ir < 0,026	0,026 < Ir < **0,081**	0,081 < Ir < 0,583

INDICE DEI CONSUMI ENERGETICI limite

Classi di merito dei consumi energetici

	BASSA	MEDIA	ALTA
MATERNE	ICEn <18,5	18,5< ICEn< 23,5	ICEn >23,5
ELEMENTARI	ICEn <11	11< ICEn< 17,5	ICEn >17,5
MEDIE/SUPERIORI	ICEn <11,5	11,5< ICEn< **15,5**	ICEn >15,5

SISTEMATIZZAZIONE DEI RISULTATI



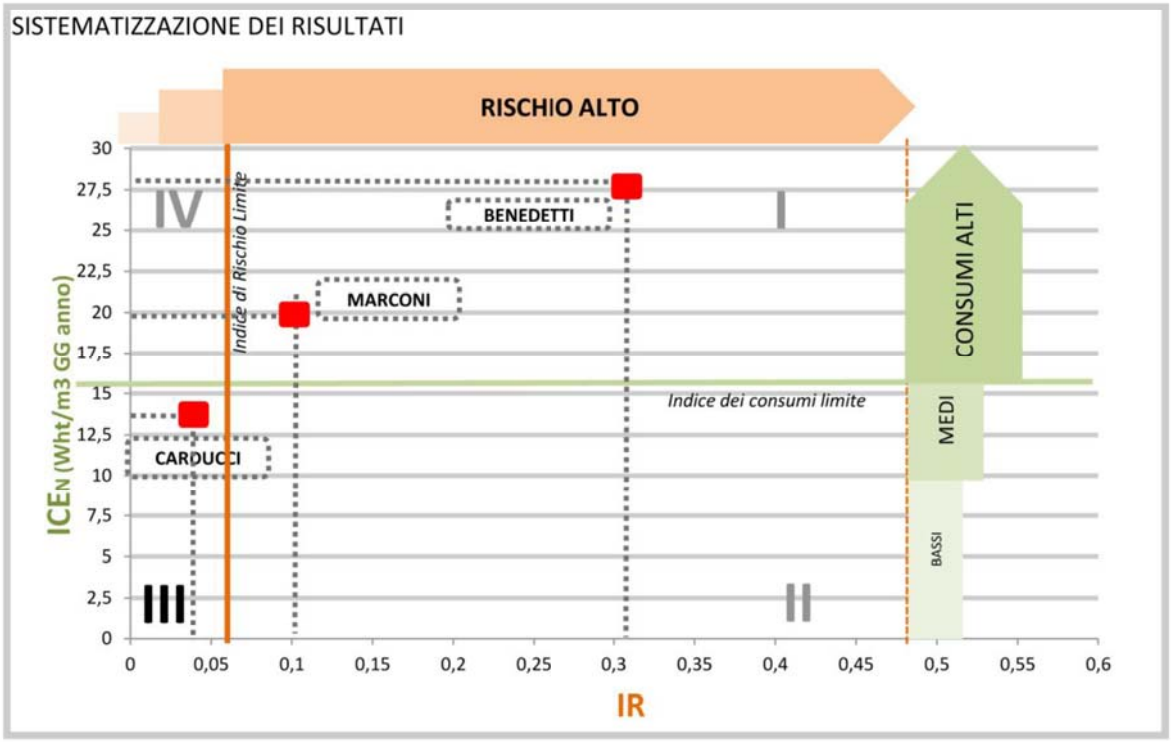
Ir= 0,306

ICEn= 27,92 Wht/m3 GG anno

I QUADRANTE Verifiche Sismiche + Energetiche	II QUADRANTE Verifiche Sismiche	III QUADRANTE Interventi di miglioramento Sismico	IV QUADRANTE Interventi Integrati

III.6.8.4 Sintesi dei risultati

SCUOLA	INDICE VULNERABILITA'	INDICE DEI CONSUMI
I.P.S.C.T G.Marconi, Viareggio	0.029	12.76
L.C. G.Carducci	0.133	19.7
I.T.C.G.A A. Benedetti, Porcari	0.306	27.92



Dall'analisi si evince che l'edificio che presenta urgenza di verifica approfondita sia l'Istituto Superiore Benedetto Porcari. Lo stesso edificio presenta anche elevati consumi energetici pertanto le operazioni di verifica dovranno essere condotte in maniera integrata. L'Istituto Carducci invece, presenta un livello di rischio sismico inferiore rispetto agli altri edifici, ma non per questo deve essere considerato "più sicuro".

Per questo edificio, previo accertamento della non esistenza di carenze gravi, si potrà intervenire localmente mediante interventi di rinforzo locale e di miglioramento energetico.

Bibliografia

Benedetti D., *Petrini V., Sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura: proposte di un metodo di valutazione*, L'industria delle Costruzioni, 149, pp 66-74.

Brignola A., Frumento S., Lagomarsino S., Podestà S., *Valutazione sperimentale dei parametri di deformabilità e di resistenza a taglio*, Atti del Convegno Nazionale: Sperimentazione su materiali e strutture, Venezia, 2006.

Calice, C., Clemente, C., De Santoli, L., Fraticelli, F., *Guidelines for the retrofit of the school building stock for sustainable urban regeneration of the city of Rome,* in The Sustainable City VII - Urban Regeneration and Sustainability WITPress, 2012.

Caterino N., *Analisi decisionale Multicriterio per l'Adeguamento Sismico di Edifici in C.A., Tesi di Dottorato di Ricerca* , Università degli Studi di Napoli Federico II, 2006.

Cicchiello P., *Diagnostica strutturale. Dalla diagnosi all'intervento secondo le norme tecniche per le costruzioni,* Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN), 2010.

Dolce M, 1991, *Schematizzazione e modellazione degli edifici in muratura soggetti ad azioni sismiche*, L'Industria delle Costruzioni, Roma, Dicembre 1991.

Dolce M., Masi A., Moroni C., Liberatore D., Laterza M., Ponzo F., Cacosso A., D'Alessandro G., Faggella M., Gigliotti R., Perillo G., Samela L., *Valutazione della vulnerabilità sismica di edifici scolastici della provincia di Potenza*. XI Congresso nazionale "L'ingegneria Sismica in Italia". 25-29 Gennaio, Genova.

Dolce M., Moroni C., *La valutazione della Vulnerabilità e del Rischio Sismico degli Edifici Pubblici mediante le procedure VC e VM*. Progetto Save, Atti di Dipartimento, vol n. 4, 2005.

Dolce M., Martinelli A. (a cura di), *Caratteristiche Tipologiche degli edifici per l'istruzione e la sanità*, Volume I, Progetto Save Task2 Inventario e vulnerabilità degli edifici pubblici e strategici dell'Italia Centro-Meridionale, 2005.

ENEA- FIRE (a cura di), *Guida per il contenimento della spesa energetica nelle scuole*, Roma- centro ricerche Casaccia, documento disponibile all'indirizzo http://www.fire-italia.it/eell/scuole/guida_scuole.pdf

ENEA- FIRE (a cura di), *Complementi alla guida per il contenimento della spesa energetica nelle scuole*, Roma- centro icerche Casaccia, documento disponibile all'indirizzo http://www.fire-italia.it/eell/scuole/coplelemnti_guida_scuole.pdf

ENEA- Ente per le nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente (a cura di), *Uso razionale dell'energia nel settore scolastico*, Dipartimento di Energia- Settore promozione degli usi efficienti dell'energia e delle energie rinnovabili, Roma, ENEA, Direzione Relazioni Estere, 1994, p. 175

Filippi M., Fabrizio E., *Una gestione energetica sostenibile per l'edilizia scolastica*, in il Progetto sostenibile, Edilizia Scolastica ecocompatibile, n.17-18 Marzo-Giugno 2008, pag.38-48.

Ferrari S., Zanotto V., Ramponi R., Bonomi M., Baldinazzo M., *Sviluppo di modelli di calcolo semplificati per la valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici*, Enea Report RSE/2009/166.

Gulli R., Il recupero edilizio in ambito sismico, Edicom Edizioni, Monfalcone, 2002.

Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti. *Schede di 1° e 2° livello di vulnerabilità e di rilevamento del danno (edifici in c.a e muratura)*, 1994.

Ministero Infrastrutture e trasporti, Circolare n.617 del 2 febbraio. *Istruzione per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M 14 gennaio 2008*, G.U. 26-2-2009, N.47-suppl.ord. N.27, 2009.

Sibilio S., D'Agostino A., Fatigati M., Citterio M., *Valutazione dei consumi nell'edilizia esistente e benchmark mediante codici semplificati: analisi di edifici residenziali*, Enea Report RSE/2009/115.

Pinho R., Calvi G.M., crowely H., Colombi M., Goretti A., Meroni F., 2006. Strumenti speditivi per la definizione di priorità di intervento per edifici non adeguati, INGV-DPC 2004-2006/Progetto S1.

Regione Toscana. *Manuale per la compilazione della scheda GNDT/CNR di II livello versione modificata della Regione Toscana*, Direzione Generale delle Politioche Territoriali es Ambientali, Settore: Servizio Sismico Regionale, 2003.

Turnsek V., Cacovic F., *Some Experimental Result on the Strenght of Brick Mansonry Walls*. Second Internaztiona Brick Masonry Conference, Stoke on Trent, UK., 1970.

Sitografia

CTI - Comitato termotecnico Italiano, http://www.cti2000.it/

Legambiente www.legambiente.com

Legambiente - divisione scuola e formazione www.legambientescuolaformazione.it

Uni - Ente Nazionale Italiano di Unificazone, www.uni.com

Wikipedia, www.wikipedia.it

ReLUIS , http://www.reluis.it/

Tafter Journal, http://www.tafterjournal.it/

Protezione Civile www.protezionecivile.gov.it

PEER, Pacific Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley http://peer.berkeley.edu/

OECD The Organization for Economic Co-operation and Development seismic safety in Italian schools http://www.oecd.org/edu/innovation-education/33629104.pdf