



Una procedura per la prioritizzazione delle azioni di mitigazione del rischio sismico. L'applicazione agli edifici scolastici della Calabria

Petrungaro Giovanna^a, Iritano Giuseppe^a, Caruso Mariachiarab, Di Ludovico Marco^b, Prota Andrea^b

^a Regione Calabria – Dip. Infrastrutture, Lavori Pubblici, Mobilità – Settore 5, Cittadella Regionale, 88100 Catanzaro, Italia

^b Università degli Studi di Napoli "Federico II", Via Claudio 21, 80125, Napoli, Italia

Parole-chiave: edifici scolastici, rischio sismico, valutazione speditiva, programmazione interventi, fondi pubblici

SOMMARIO

In questo articolo vengono presentati i risultati di una analisi speditiva del rischio sismico degli edifici scolastici in Calabria. Lo studio effettuato si inquadra nell'ambito di una convenzione di collaborazione scientifica stipulata tra la Regione Calabria e ReLUIS a supporto della attività di programmazione regionale degli interventi di adeguamento sismico degli edifici scolastici.

La valutazione speditiva si basa sui dati disponibili all'interno del sistema ARES (Anagrafe Regionale dell'Edilizia Scolastica) istituita dalla Regione in attuazione della legge n. 23 dell'11 gennaio 1996.

L'articolo descrive la metodologia utilizzata e sintetizza l'esito della sua applicazione ai circa 2000 edifici scolastici calabresi. La procedura proposta è modulare in quanto può essere applicata anche senza disporre del set completo di dati che la stessa procedura prevede. Essa presenta ovviamente livelli di affidabilità crescenti in funzione del numero di parametri conosciuti. La procedura classifica la pericolosità e la vulnerabilità in funzione dell'anno di costruzione dell'edificio (o di ultimo intervento strutturale), del materiale costruttivo e della presenza o meno di alcuni elementi strutturali portanti. In questa prima elaborazione non si tiene conto della esposizione in quanto il dato sul numero di alunni presenti in ciascun edificio scolastico non è attualmente presente nel database per tutti gli edifici.

Obiettivo del lavoro è individuare gli edifici a maggior rischio per i quali sarà avviato il reperimento del set di parametri completo, necessario per una completa applicazione della procedura, consentendo così di stilare una classifica degli edifici a maggior rischio che avranno priorità nella assegnazione di contributi per la messa in sicurezza. Pertanto la procedura proposta consente di valutare in maniera estremamente speditiva gli edifici a maggior rischio sui quali è necessario approfondire l'analisi per poter correttamente indirizzare la programmazione delle risorse verso gli edifici a maggior rischio. Per come costruita la procedura consente dunque di massimizzare l'efficacia dell'utilizzo dei fondi pubblici destinati alla riduzione del rischio sismico negli edifici scolastici e costituisce pertanto un supporto formidabile per un corretto utilizzo della spesa pubblica nel settore.

1 INTRODUZIONE

La scuola, o meglio l'edificio scolastico, soprattutto per le piccole comunità costituisce un punto di riferimento per la vita e l'identità della comunità stessa. È il luogo dove i bambini crescono e socializzano; spesso è l'unico luogo in cui nei piccoli paesi si possono svolgere manifestazioni pubbliche; in alcuni casi le palestre scolastiche sono anche uno dei pochi impianti sportivi presenti nel paese.

Spesso nella pianificazione di protezione civile l'edificio scolastico costituisce il luogo in cui vengono allocate funzioni necessarie alla gestione della prima

emergenza. Nelle comunità colpite da eventi sismici significativi la riapertura degli edifici scolastici (anche in sedi provvisorie e/o decentrate rispetto al centro storico dove solitamente sono ubicati) costituisce sempre un momento di rinascita, un momento in cui la comunità riprende a vivere e ad identificarsi come una collettività. Un paese che vede i propri bambini costretti ad andare a scuola nel paese vicino è infatti, nella coscienza collettiva, un paese che ormai non esiste più ed è ridotto a dormitorio. Per questo motivo, in una realtà come quella calabrese, costituita da molti paesi di piccolissima dimensione, sparsi sul territorio con densità abitative spesso molto basse, tutte le

comunità tengono in maniera particolare alla sicurezza della propria scuola.

Il patrimonio edilizio scolastico risale in gran parte al dopoguerra e per la gran parte è costituito da strutture in cemento armato ad uno o due piani. Questo significa che gran parte degli edifici scolastici ha ormai 60-70 anni di vita e pertanto, anche considerando la durabilità del calcestruzzo necessita di interventi di messa in sicurezza.

Si aggiunga a questo che le evoluzioni delle conoscenze in materia di tecnica delle costruzioni e le conseguenti variazioni normative hanno reso consapevoli tutti della necessità di adeguare la quasi totalità degli edifici scolastici realizzati negli anni 60-70.

La governance di un processo di adeguamento sismico generalizzato non è semplice anche per un aspetto non di secondaria rilevanza.

Come evidenziato in precedenza, gli edifici scolastici costituiscono elementi identitari delle comunità e spesso, in funzione delle variazioni demografiche ed urbanistiche che interessano negli anni i comuni, vengono spostati o allocati provvisoriamente in locali diversi. Conseguentemente non è neanche semplice capire quanti sono gli edifici scolastici e dove sono ubicati.

La fotografia della situazione attuale, ovvero il censimento degli edifici scolastici ed una analisi del loro grado di sicurezza è dunque il primo elemento essenziale per poter programmare un intervento generalizzato di messa in sicurezza degli edifici scolastici.

2 L'ANAGRAFE REGIONALE DELL'EDILIZIA SCOLASTICA

L'art. 7 della L.23/1996 ha istituito l'"Anagrafe dell'Edilizia Scolastica" diretta ad accertare la consistenza, la situazione e la funzionalità del patrimonio edilizio scolastico. L'anagrafe è articolata per regioni e costituisce lo strumento conoscitivo fondamentale ai fini dei diversi livelli di programmazione degli interventi nel settore.

La realizzazione di una anagrafe regionale è stata avviata di fatto in Calabria dalla Regione a partire dal 2011 (in precedenza era gestita attraverso un sistema centralizzato realizzato dal MIUR) L'ARES (Anagrafe Regionale Edilizia Scolastica), è in sostanza un database, reso accessibile ai comuni e alle province della Regione, nel quale sono inseriti e man mano aggiornati tutti i principali dati conoscitivi del patrimonio scolastico regionale.

Oltre ai dati dimensionali e relativi all'utilizzo e alla posizione, sono presenti anche le informazioni circa l'origine e l'età, le eventuali trasformazioni, lo stato di conservazione delle opere edilizie ed impianti e le condizioni di sicurezza, con particolare riferimento alle certificazioni degli impianti, alla documentazione antincendio.

Lo strumento consente di avere una visione completa dello stato dell'edilizia scolastica regionale e, al fine di garantire la piena operatività dell'importante strumento di governo del patrimonio edilizio scolastico calabrese, si è stabilito che ciascun Ente proprietario sia responsabile dell'aggiornamento dei dati di propria competenza e che il rispetto di tale adempimento costituisca presupposto necessario per la partecipazione ai bandi regionali per l'assegnazione di contributi in materia di edilizia scolastica.

L'obbligo di aggiornamento dell'anagrafe da parte degli enti proprietari degli immobili per accedere ai fondi, ha reso possibile una fotografia più precisa e dettagliata del patrimonio immobiliare scolastico.

L'azione sinergica dell'Amministrazione Regionale e delle Amministrazioni locali ha consentito che si passasse dall'1% degli edifici scolastici presenti in A.R.E.S nel 2015 al 99,96% degli edifici attualmente censiti.

Ad oggi sono presenti sul territorio regionale censiti nel Sistema Nazionale dell'Anagrafe dell'Edilizia Scolastica SNAES, 2399 edifici di cui 2355 di proprietà, 44 in affitto, comodato d'uso o altro. (tabella.1)

Gli edifici di proprietà sono suddivisi in:

- edifici di proprietà del comune (scuole dell'infanzia, primarie, secondarie di primo grado);
- edifici di proprietà della provincia (secondarie di secondo grado).

La Tabella 1 che segue indica il numero complessivo degli edifici dei due enti divisi in edifici attivi e non attivi.

Tabella 1. Quadro complessivo edilizia scolastica regione Calabria censita nella Banca Dati ARES

N. Edifici scolastici	
Totale edifici scolastici in ARES – Regione Calabria	2399
di proprietà' del comune	2031 di cui 1852 attivi 179 non attivi
di proprietà' della provincia	324 di cui 314 attivi 10 non attivi

3 I PROGRAMMI DI INTERVENTO AVVIATI

La Regione Calabria, con delibera n. 77 del 6 marzo 2017 ha dato indirizzo ad ammettere a finanziamento i soli interventi di adeguamento sismico, escludendo gli interventi di miglioramento o di rafforzamento locale, pur consentiti dalla norma nazionale.

La Regione, nell'avviare questo processo virtuoso d'intervento sull'edilizia scolastica sul proprio territorio, ha effettuato altre scelte ben precise che possono esser così sintetizzate:

- Eliminazione della prassi di duplicazione di procedure, moltiplicazione di iter di finanziamento a vantaggio dello scorrimento di un'unica graduatoria regionale (Piano Triennale Edilizia Scolastica 2018-2020);
- Concentrazione dei programmi di spesa precedentemente articolati in una molteplicità di finanziamenti e procedure.

Individuare le priorità su cui intervenire perseguendo la strada della prevenzione piuttosto che la logica dell'emergenza ha portato il governo regionale a stanziare ingenti risorse sulla prevenzione, e messa in sicurezza degli edifici scolastici.

Ad oggi sono stati già investiti più di 500 milioni di euro con vari programmi su fondi regionali, nazionali ed europei, con i quali saranno messi in sicurezza 264 edifici scolastici.

4 LA VALUTAZIONE SPEDITIVA DEL RISCHIO

Al fine di fornire una stima preliminare del rischio sismico degli edifici scolastici della Regione Calabria, si è definita una procedura semplificata attraverso cui pervenire ad una graduatoria di punteggio di rischio. Tale procedura semplificata, di seguito descritta in dettaglio, deriva dalla metodologia sviluppata nell'ambito della Campagna Nazionale di Sensibilizzazione "Diamoci una Scossa!", promossa da Fondazione Inarcassa, Consiglio nazionale degli Ingegneri e Consiglio nazionale degli Architetti con il supporto scientifico del Consiglio Superiore dei Lavori pubblici, Dipartimento della Protezione Civile, Conferenza dei Rettori Università Italiane e della Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica, (Dolce e at, 2019).

Tale procedura a valle della compilazione della scheda "Diamoci una scossa!" messa a punto a partire da strumenti simili già sperimentati in Italia, ovvero la Scheda AeDES (Dolce et al. 2014), Scheda Cartis

Edificio (Zuccaro et al. 2015) Scheda CLE US₁ (Bramerini 2014), consente di associare un colore all'edificio (verde, giallo o rosso) corrispondente a probabili classi di rischio secondo la classificazione prevista dalle linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni (DM 2017, Cosenza et al. 2018) collegate al Sisma Bonus.

E' bene sottolineare che l'applicazione della procedura proposta richiederebbe informazioni esaustive riguardanti la pericolosità di ciascun sito, la vulnerabilità di ciascun edificio e la sua esposizione (prevalentemente riconducibile al numero di studenti ed agli elementi di pregio). Invece, ai fini della elaborazione qui presentata, è stato possibile utilizzare i soli dati rilevati dalla piattaforma "Anagrafe Edilizia Scolastica" del MIUR e resi disponibili dalla Regione Calabria in quanto non sono stati eseguiti specifici sopralluoghi. Per questo motivo le valutazioni proposte non tengono in alcun conto dell'esposizione. Inoltre, il rischio è stato valutato sulla base di informazioni limitate e non esaustive riguardanti la vulnerabilità degli edifici.

Si osservi che nel caso degli edifici scolastici in esame le informazioni raccolte risultano essere inferiori rispetto a quelle presenti nella scheda "Diamoci una scossa!" pertanto, seppur la procedura sia la medesima, è stato necessario rimodulare il punteggio associato ai dati a disposizione al fine di rispettare i limiti dei punteggi associati al passo 1 e al passo 2.

Si precisa, infine, che le elaborazioni qui presentate sono state condotte assumendo che nel caso in cui uno o più parametri richiesti dalla procedura per la determinazione semplificata del rischio siano risultati assenti ad essi è stato associato il valore relativo alla condizione di rischio più elevato

5 GLI EDIFICI SCOLASTICI DELLA REGIONE CALABRIA

Dai dati della piattaforma dell'Anagrafe Scolastica è stato possibile reperire ottenere alcune informazioni sulla su un numero totale di edifici pari a 2364, di cui, 132 al momento non ospitano attività e 169 edifici sono esclusivamente adibiti a palestre.

Tra le informazioni più rilevanti per la stima del punteggio del rischio sismico, si annovera la tipologia strutturale. Dall'analisi dei dati, si osserva che gli edifici scolastici della Regione Calabria sono riconducibili a 4 tipologie strutturali: Calcestruzzo Armato (C.A.), Muratura, Altro, Non Definito (ND) (Figura 1).

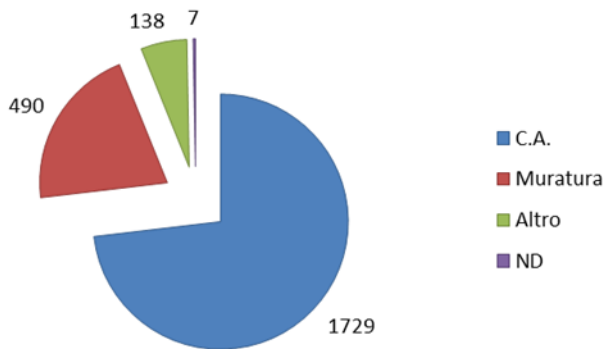


Figura 1. Tipologia strutturale edifici scolastici Regione Calabria

La procedura per la valutazione del rischio sismico è stata applicata ai soli edifici in C.A. e Muratura, che rappresentano il 94% del campione in esame (2219 scuole). Si precisa inoltre che la Regione Calabria ha già approvato finanziamenti per 262 scuole, di cui 254 in C.A. o muratura.

Di seguito, pertanto, con riferimento ai 1965 edifici scolastici (ovvero 2219-254 scuole, di cui 1527 in C.A. e 438 in Muratura) si riportano gli esiti della procedura di valutazione del rischio ed i punteggi associati ai diversi passi della stessa.

6 APPLICAZIONE DELLA PROCEDURA PER GLI EDIFICI SCOLASTICI DELLA REGIONE CALABRIA

Il colore è assegnato a ciascun edificio sulla base di un punteggio valutato in due fasi, denominate “Passo 1” e “Passo 2”.

Nel Passo 1, si incrociano le informazioni relative alla pericolosità sismica del sito (basata sulla classificazione sismica attuale), con quelle relative al tipo di progettazione (gravitazionale, o per azioni orizzontali in accordo con la normativa vigente all’epoca di realizzazione dell’edificio). Nel caso di progettazione per azioni orizzontali, il punteggio viene graduato in relazione alla normativa antisismica utilizzata ed alla categoria (o zona) sismica all’epoca della progettazione dell’edificio o dell’ultimo intervento di rafforzamento sismico (rafforzamento locale, miglioramento sismico o adeguamento sismico). Il massimo punteggio ottenibile dal passo 1 è pari a 80.

Nel passo 2, si analizzano le informazioni relative ad alcune caratteristiche degli edifici che incidono sulla vulnerabilità sismica. Il massimo punteggio ottenibile dal passo 2 è pari a 40.

In ogni caso, sommando i massimi punteggi ottenibili, si assume come soglia massima il valore di 100 punti.

6.1 Passo 1

Per la stima del punteggio relativo al Passo 1, bisogna considerare le seguenti informazioni:

- zona sismica attuale (ottenibile dalla Classificazione sismica nazionale, noto il Comune);
- anno di costruzione o dell’ultimo intervento di rafforzamento sismico;
- zona sismica relativa all’anno di costruzione o dell’ultimo intervento di rafforzamento sismico.

Ad ogni punteggio è associato un colore all’edificio in accordo con quanto riportato in Tabella 2. Si osserva che, nel caso degli edifici scolastici in esame, contrariamente a quanto previsto nella procedura “Diamoci una scossa!”, non sono state fornite informazioni relative agli interventi sismici, né all’anno corrispondente all’intervento, dunque sono state utilizzate le sole righe 1-10, separando gli edifici in due categorie: progettazione gravitazionale e progettazione sismica.

Si sottolinea inoltre che in taluni casi non è stato possibile ricavare il dato relativo all’anno di costruzione ma semplicemente ad un periodo di riferimento dal quale non è possibile determinare con certezza la zona sismica del comune all’atto della costruzione dell’edificio. In tali casi, per determinare il punteggio tenendo conto della zona sismica dell’anno di costruzione (ovvero per la definizione della riga in Tabella) si è fatto riferimento alla condizione che comportava il punteggio massimo. Tale circostanza si è riscontrata con riferimento a 86 edifici scolastici in C.A. e 39 edifici scolastici in muratura.

Tabella 2. Assegnazione del colore – step 1

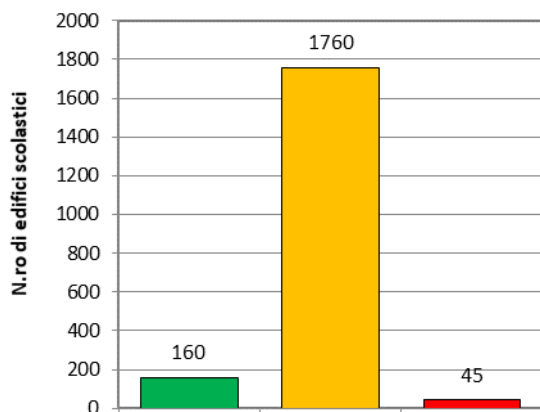
DATI SEZIONE 3 \ DATI SEZIONE 4		A	B
		Zona 1	Zona 2
1	Progettazione per carichi gravitazionali $E_p < A_{cl}$		
2	Progettazione sismica; $E_p < 76$ - zona 1	**	**
3	Progettazione sismica; $E_p < 76$ - zona 2	**	**
4	Progettazione sismica; $76 < E_p < 96$; zona 1		
5	Progettazione sismica; $76 < E_p < 96$; zona 2		
6	Progettazione sismica; $76 < E_p < 96$; zona 3	**	
7	Progettazione sismica; $E_p > 96$; zona 1		
8	Progettazione sismica; $E_p > 96$; zona 2		
9	Progettazione sismica; $E_p > 96$; zona 3	**	
10	Progettazione sismica; $E_p > 96$; zona 4	IMP.	

Note:IMP. = caso impossibile, * = caso quasi impossibile, ** = caso poco probabile

Di seguito si riportano i grafici che mostrano il numero di edifici a cui è assegnato il relativo colore, rispettivamente per tutti gli edifici scolastici oggetto di analisi (Figura 2a), e per le sole scuole in C.A. (Figura 2b) e le sole scuole in Muratura (Figura 2c).

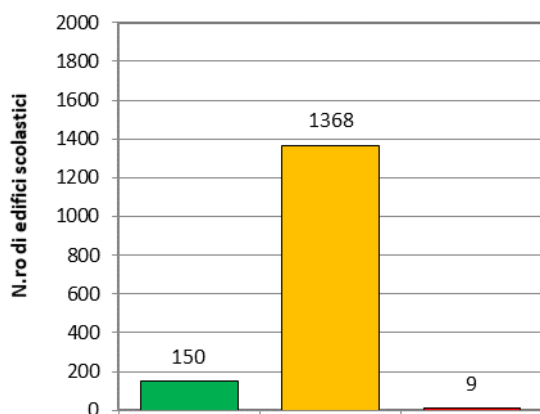
Si noti che vi sono 9 edifici scolastici in c.a. e 36 edifici in muratura (totale 45 edifici) per i quali il colore assegnato è rosso, ovvero il punteggio massimo corrispondente ad edifici attualmente ricadenti in zona 1 e progettati per soli carichi gravitazionali.

1965 Edifici scolastici (C.A. e Muratura)



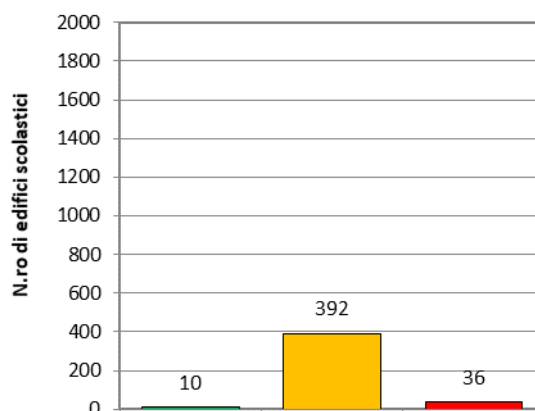
(a)

1527 Edifici scolastici in C.A.



(b)

438 Edifici scolastici in muratura



(c)

Figura 2. Distribuzione del numero di edifici in funzione del punteggio del Passo 1 per tutti gli edifici scolastici oggetto di analisi (a), e per le sole scuole in C.A. (b) e le sole scuole in Muratura (c).

6.2 Step 2

La procedura è stata applicata separatamente per edifici in c.a. e muratura tenendo opportunamente in conto le peculiarità ed i relativi punteggi di tali tipologie strutturali secondo quanto specificato in (Dolce et al 2019).

Edifici in c.a.

Per quanto riguarda gli edifici in c.a., le informazioni necessarie per ottenere il punteggio del secondo passo sono:

1. Tipologia costruttiva (Telai in c.a.; pareti in c.a.; telai e pareti in c.a);
2. Tamponature - Piano terra o altro piano debole- Tamponatura assente;
3. Tamponature - Piano terra o altro piano debole - Disposizione irregolare;
4. Tamponature - Piano terra o altro piano debole - Disposizione regolare;
5. Tamponature - Posizione tamponatura rispetto al telaio -Tamponatura inserita nel telaio;
6. Tamponature - Posizione tamponatura rispetto al telaio - Pilastrini arretrati;
7. Tamponature - Posizione tamponatura rispetto al telaio - Cortina esterna non inserita;
8. Orientamento dei telai e/o pareti (In una sola direzione; In due direzioni)
9. Regolarità - Regolarità in pianta (Regolare; Irregolare)
10. Regolarità - Regolarità in elevazione (Regolare; Irregolare)

11. Stato di conservazione - Stato di conservazione d'insieme (Scadente; Medio; Buono)
12. Stato di conservazione - Stato di conservazione strutture verticali (Scadente; Medio; Buono)
13. Stato di conservazione - Stato di conservazione strutture orizzontali (Scadente; Medio; Buono)
14. Stato di conservazione - Stato di conservazione elementi non strutturali (Scadente; Medio; Buono)
15. Danneggiamento (Assente; Localizzato; Diffuso).

Ad ogni informazione ottenuta, dunque, si assegna il punteggio relativo, per un totale di massimo 40 punti.

Si noti che le informazioni rese disponibili dalla piattaforma Anagrafe sono quelle di cui ai punti 1), 13), 14), 15), pertanto si sono assunte le seguenti ipotesi per associare il punteggio del passo 2:

- al gruppo di dati di cui ai punti 2), 3), 4), relativi alla disposizione delle tamponature, è stato associato il punteggio corrispondente alla condizione “non so”.
- al gruppo di dati di cui ai punti 5), 6), e 7), relativi alla disposizione delle tamponature rispetto al telaio, è stato associato il punteggio corrispondente alla condizione “non so”.
- ai dati di cui ai punti 8), 9), 10), 11), e 12) relativi all’orientamento dei telai, alla regolarità, allo stato di conservazione generale e allo stato di danneggiamento, è stato associato il punteggio più alto, corrispondente alla condizione peggiore.

Edifici in muratura

Relativamente agli edifici in muratura, le informazioni necessarie alla valutazione del punteggio del passo 2 sono:

- Strutture orizzontali: volte, solai lignei, solai in c.a./acciaio (per i punteggi, si vada alla tabella sottostante)
- Strutture verticali: muratura irregolare o di cattiva qualità/muratura regolare e di buona qualità;
- Muratura rinforzata – iniezioni, intonaci
- Muratura rinforzata – muratura armata, intonaco armato
- Muratura rinforzata - altro
- C.A. (o altre strutture intelaiate) su muratura
- Muratura su C.A. (o altre strutture intelaiate)
- Muratura con ampliamento in pianta in C.A.

- Muratura perimetrale e pilastri interni in C.A.
- Muratura perimetrale e pilastri esterni
- Muratura confinata
- Carenze strutturali – Sopraelevazioni in muratura su muratura esistente
- Carenze strutturali – Presenza di aperture di vani al piano terra
- Carenze strutturali – Aperture in facciata

Si noti che le informazioni rese disponibili dalla piattaforma Anagrafe sono quelle di cui ai punti 1), 2), e 12): strutture orizzontali, strutture verticali, sopraelevazioni in muratura su muratura esistente, pertanto si sono assunte le seguenti ipotesi per associare il punteggio del passo 2:

- al gruppo di dati di cui ai punti 3), 4) e 5), relativi alle condizioni di muratura rinforzata, è stato associato il punteggio corrispondente alla condizione peggiore (ovvero un punteggio pari a 0).
- al gruppo di dati di cui ai punti 6), 7), 8), 9), 10), 11), relativi alle strutture miste, si associa il punteggio corrispondente alla condizione di “non so” che induce al punteggio più elevato, ovvero 8 punti.
- ai dati di cui ai punti 13) e 14), relativi ad alcune carenze strutturali, si associa il punteggio relativo all’opzione “non so”.

I punteggi vengono sommati considerando, tuttavia, le seguenti indicazioni:

- la somma dei punti da 1) a 11) non deve superare un valore pari a 25;
- tra i punti 13) e 14) va preso solo il punteggio maggiore;
- il punteggio totale (somma 1-11 + somma 12-14) non deve superare un valore pari a 40.

Il punteggio associato agli edifici in c.a. a seguito della passo 2 è risultato superiore a 30 per il 78% (1532 edifici) del campione; mentre il 93% degli edifici in muratura presenta un punteggio tra 20 e 30.

Il punteggio superiore per gli edifici in c.a. rispetto a quelli in muratura è dovuto ai numerosi “non so” legati all’assenza di tutte le informazioni richieste,

6.3 Il rischio sismico degli edifici scolastici in Calabria

Il punteggio finale da associare al singolo edificio scolastico è dunque dato dalla somma del punteggio proveniente dal passo 1 (pericolosità del sito e tipo di progettazione) e quello proveniente dal passo 2 (parametri che influenzano la vulnerabilità dell’edificio). Laddove la somma superi il valore di 100, viene assegnato un punteggio pari a 100.

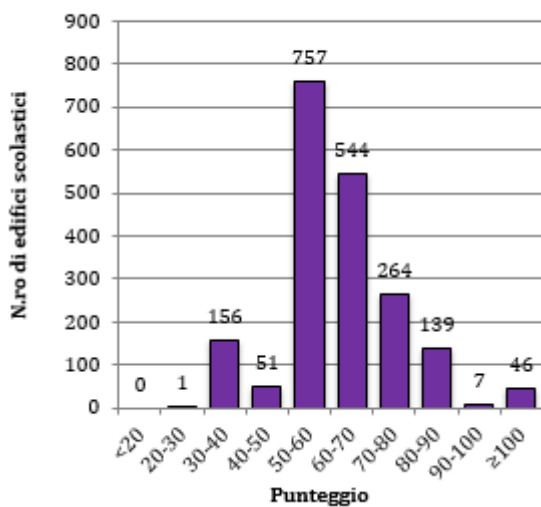
$$P_{\text{tot}} = \min (P_1 + P_2; 100)$$

in cui $P_2 = \min(\sum P_{2,i}; 40)$.

Il punteggio più elevato è indice di rischio più alto.

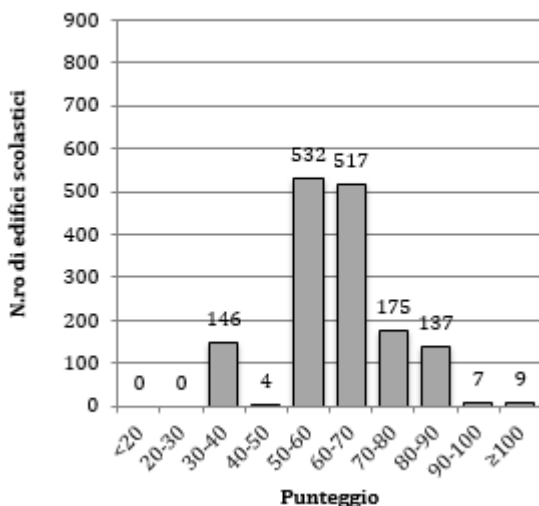
Con riferimento ai 1965 edifici scolastici analizzati nel presente studio, nella Figura 3 si mostra il numero di edifici per ogni intervallo di punteggio rispettivamente per tutti gli edifici scolastici oggetto di analisi, e per le sole scuole in C.A. e le sole scuole in Muratura. Analogamente in Tabella 3, invece, si sintetizzano il numero di edifici per ogni range di punteggio, cui corrisponde un livello di rischio basso, medio o alto.

1965 Edifici scolastici (C.A. e Muratura)



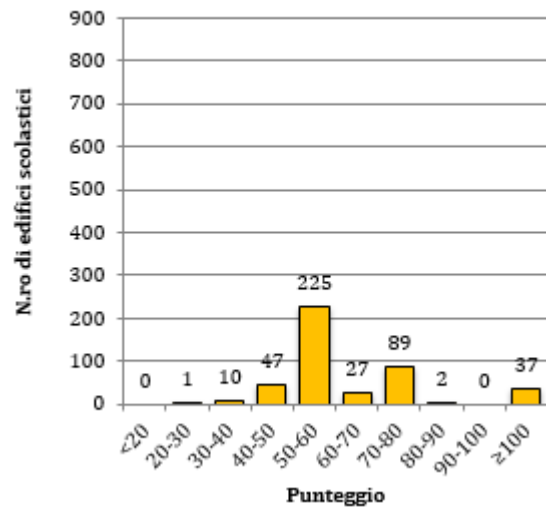
(a)

1527 edifici scolastici in c.a.



(b)

438 edifici scolastici in muratura



(c)

Figura 3. Distribuzione del numero di edifici in funzione del punteggio totale per tutti gli edifici scolastici oggetto di analisi (a), e per le sole scuole in C.A. (b) e le sole scuole in Muratura (c).

Dalla Tabella 3 si evince che non vi è nessun edificio scolastico con punteggio afferente ad un rischio basso, viceversa rientrano nella categoria rischio medio 1773 edifici scolastici (di cui 1374 in C.A. e 399 in muratura) e 192 edifici scolastici in quella rischio alto (di cui 153 in C.A. e 39 in muratura).

Tabella 2. Numero di edifici scolastici per ogni livello di rischio sismico

1965 edifici scolastici (C.A. e muratura)		
Rischio sismico	Range del punteggio	Numero di edifici scolastici
Basso	Da 0 a 19	0
Medio	Da 20 a 79	1773
Alto	Da 80 a 100	192

1527 edifici scolastici in C.A.		
Rischio sismico	Range del punteggio	Numero di edifici scolastici
Basso	Da 0 a 19	0
Medio	Da 20 a 79	1374
Alto	Da 80 a 100	153

438 edifici scolastici in Muratura		
Rischio sismico	Range del punteggio	Numero di edifici scolastici
Basso	Da 0 a 19	0
Medio	Da 20 a 79	399
Alto	Da 80 a 100	39

7 LA PROGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI SULL'EDILIZIA SCOLASTICA IN CALABRIA

La valutazione speditiva del rischio effettuata da RELUIS con le modalità descritte in precedenza è stata assunta come base per la programmazione degli interventi di adeguamento sismico di edifici scolastici in Calabria.

Con la delibera n. 300 dell'1 luglio 2019 la Regione ha assunto i risultati della predetta valutazione come elemento per valutare la priorità degli interventi. A parità di altre condizioni gli edifici che, sulla base dell'analisi effettuata risultano più vulnerabili da un punto di vista sismico hanno priorità nell'accesso ai finanziamenti. Si tratta di una scelta molto forte che, insieme alla scelta di finanziare i soli interventi di adeguamento sismico costituisce una svolta nella programmazione degli interventi e consente di meglio indirizzare le risorse finanziarie. E' un primo passo verso l'abbandono del classico approccio bottom-up (gli Enti Locali chiedono e la Regione concede) e l'avvio di un percorso virtuoso di programmazione di tipo top-down (la Regione individua gli edifici a maggior rischio e, nella programmazione degli interventi, parte da questi, aiutando e sostenendo gli Enti Locali nel procedimento di messa in sicurezza, con l'obiettivo di

massimizzare l'efficacia dell'utilizzo delle risorse pubbliche.

Il procedimento si accompagnerà necessariamente alla riorganizzazione della rete dell'offerta formativa in quanto, evidentemente, potrebbe essere opportuno delocalizzare edifici ad alto rischio soprattutto nei casi in cui essi ospitano pochi alunni. In questi casi infatti l'investimento pro capite necessario alla messa in sicurezza dell'edificio potrebbe risultare eccessivamente oneroso.

8 CONCLUSIONI

Nell'articolo è presentato il risultato delle collaborazioni tecnico scientifica tra la Regione Calabria ed il Consorzio ReLUIS, tesa ad una migliore conoscenza del grado di vulnerabilità sismica.

L'analisi è partita dal completamento dell'anagrafe degli edifici scolastici che ha consentito di poter disporre di una fotografia aggiornata degli edifici, in particolare della loro ubicazione, delle loro dimensioni e della tipologia costruttiva.

Con una metodologia speditiva è stata effettuata una analisi su tutti gli edifici ottenendo la loro classificazione in tre livelli di rischio (alto, medio, basso).

Nell'articolo è descritta la metodologia impiegata e sono sintetizzati i risultati che evidenziano come, escludendo i 264 edifici su cui sono in corso interventi di adeguamento sismico, tra i rimanenti 1965 edifici non vi sia nessun edificio scolastico con un rischio basso, viceversa rientrano nella categoria rischio medio 1773 edifici scolastici e 192 edifici scolastici in quella rischio alto.

La classificazione in tre fasce di rischio sismico degli edifici (alto, medio e basso) assunta con un atto ufficiale della Giunta Regionale consente di avviare un approccio top-down nella programmazione degli interventi, restituendo alla Regione il ruolo di Ente Programmatore e non di semplice Ente erogatore dei finanziamenti. In questo modo l'utilizzo delle risorse viene ottimizzato consentendo di ottenere il massimo risultato in termini di efficacia dell'intervento per la riduzione del rischio sismico complessivo.

BIBLIOGRAFIA

Bramerini F, Castenetto S (a cura di), 2014. Manuale per l'analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE) dell'insediamento urbano Versione 1.0, Commissione tecnica per la microzonazione sismica,

- Dipartimento della Protezione Civile e CNR-IGAG, Roma.*
- Cosenza E., Del Vecchio C., Di Ludovico M., Dolce M., Moroni C., Prota A., Renzi E. (2018). The Italian Guidelines for Seismic Risk Classification of Constructions: Technical Principles and Validation. *Bulletin of Earthquake Engineering. Springer. DOI 10.1007/s10518-018-0431-8.*
- Decreto Ministeriale n.58 28/02/2017 Allegato A: linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni
- Dolce M, Papa F, Pizza A G (revisione a cura di), 2014. Manuale per la Compilazione della Scheda Di 1° Livello di Rilevamento Danno, Pronto Intervento e Agibilità per Edifici Ordinari nell'emergenza Post-sismica (AeDES), *Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile Nazionale, Seconda Edizione.*
- Dolce M, De Martino G, Prota A, Magenes G, Masi A, Cosenza E, Manfredi G, Penna A, Rota M, Santarsiero G, 2019. La campagna “Diamoci una scossa!”: contenuti e metodologia della scheda. In *Atti del XVIII convegno ANIDIS L'Ingegneria sismica in Italia, Ascoli Piceno, Italy, 15 - 19 Settembre*
- Legge dell'11 gennaio 1996, n. 23 Norme per l'edilizia scolastica pubblicata su *Serie generale Gazzetta Ufficiale n. 15 del 19 gennaio 1996*
- Zuccaro G, Dolce M, De Gregorio D, Speranza E, Moroni C, 2015. La scheda CARTIS per la caratterizzazione tipologico-strutturale dei comparti urbani costituiti da edifici ordinari, *Valutazione dell'esposizione in analisi di rischio sismico, GNGT2015, Trieste.*