

EDIFICIO SCOLASTICO:
1° CIRCOLO DIDATTICO – PLESSO “VINCENZO GIUDICE”

ADEGUAMENTO/MIGLIORAMENTO SISMICO

VERIFICA DI VULNERABILITÀ SISMICA

RELAZIONE METODOLOGICA

Ing. Giancarlo PISAPIA

Arch. Jessica RUGGIA

RUP

Ing. Lucia Rossi



Indice generale

1 - PREMESSA.....	3
2 - DESCRIZIONE DELL' EDIFICIO.....	4
3 - INQUADRAMENTO E FOTO DELL'EDIFICIO SCOLASTICO.....	5
4 - DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI E DELL'EDIFICIO.....	6
5 - LA CLASSIFICAZIONE E LA NORMATIVA SISMICA.....	7
6 - LA CONOSCENZA DEL FABBRICATO.....	8
7 - LA VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ DEL FABBRICATO.....	9
7.1 - FASE 1.....	11
7.1.1 - LA RACCOLTA DI TUTTE LE INFORMAZIONI E DOCUMENTAZIONI TECNICHE ESISTENTI.....	11
7.1.2 DEFINIZIONE DELLA STORIA PROGETTUALE, COSTRUTTIVA E SISMICA DELL'EDIFICIO.....	12
7.1.3 RICOGNIZIONE VISIVA SULL'EDIFICIO.....	13
7.1.4 LA DIAGNOSTICA STRUTTURALE PER GLI EDIFICI ESISTENTI.....	14
7.1.4.1 EDIFICIO IN MURATURA.....	14
7.1.4.1.1 LA DIAGNOSTICA STRUTTURALE PER L'EDIFICIO IN MURATURA.....	18
8 - SINTESI DEI RISULTATI DELL'INDAGINE PRELIMINARE.....	21
9 - CONCLUSIONI.....	22
10 - PIANO DI INDAGINI.....	23



1 - PREMESSA

La relazione che segue costituisce la documentazione tecnica posta a base della manifestazione di interesse e successivo incarico di progettazione per l'adeguamento/miglioramento sismico del plesso scolastico denominato "V. Giudice".

Lo studio di fattibilità e la redazione delle risultanze e delle indagini preliminari propedeutiche per la valutazione della Vulnerabilità e del Livello di Rischio dell'edificio sono state affidate all'ing. Pisapia Giancarlo (C.F.: PSP GCR 69P28 G793J), iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Salerno al n° 5199, residente in Salerno alla via Zara 42, 84124 Salerno, con studio in Polla (SA) Via Annia 69, 84035 Polla (Sa), con Determina n° 1033 del 24/05/2018 a seguito della delibera di Giunta Comunale n° 204 di Registro nella seduta del 22/05/2018. Lo stesso professionista si è avvalso della Collaborazione dell'Arch. Jessica RUGGIA, (C.F.: RGG JSC 74M42 D390Q), iscritta all'Ordine degli Architetti della provincia di Salerno al n.1847, e residente alla via delle Fornaci Romane,1, in Eboli (Sa).

Il Plesso "V. Giudice" (Edificio Rilevante ai fini di P.C. Legge 3264/2003) è identificato nell'Anagrafe Scolastica come segue:

CODICE RILEV.: 0650501991

CODICE MIUR: SA501991

CODICE ISTITUZIONALE: SAE053002

CODICE PLESSO: SAE053013, SAAA053074

ed è ubicato nel Comune di Eboli (Sa) , alla via V. Giudice.

La presente relazione descrive le operazioni da effettuare e la metodologia da seguire per definire il grado di Vulnerabilità ed il Livello di Rischio dell'Edificio Scolastico ubicato nel Comune di Eboli (Sa). A seguito di tali risultanze andrà poi, definito il progetto di adeguamento/miglioramento sismico dell'edificio individuando gli interventi migliori a superare le criticità rilevate.



2 - DESCRIZIONE DELL' EDIFICIO

Vengono descritte di seguito la composizione dell'intero plesso scolastico e la relativa tipologia costruttiva, con particolare riferimento alle strutture portanti di elevazione ed orizzontali dei diversi corpi di fabbrica.

E' stata eseguita una attenta analisi degli elaborati architettonici forniti dell'amministrazione comunale che hanno consentito di ricostruire l'evoluzione dell'edificio nel corso della sua storia. Le informazioni ottenute permetteranno di modellare con adeguato software il complesso edilizio che sarà sottoposto alle verifiche di vulnerabilità con il metodo dell'analisi statica non lineare tipo Push Over.

3 - INQUADRAMENTO E FOTO DELL'EDIFICIO SCOLASTICO

L'edificio scolastico risulta ubicato in via V. Giudice, del Comune di Eboli (Sa), ricade nel centro del Comune di Eboli, al quale si accede dalla strada V. Giudice.

L'edificio scolastico in oggetto risulta composto da struttura portante in muratura.

Vista dall'alto e dell'ingresso principale del Plesso "V. Giudice", ubicato in via V. Giudice, nel Comune di Eboli



4 - DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI E DELL'EDIFICIO

L'edificio sede della scuola primaria ed infanzia, ubicato nel Comune di Eboli (Sa) alla via V. Giudice, si compone di due piani fuori terra.

È composto da una struttura portante principale in muratura, come identificato dalla documentazione fornita dall'Ufficio Tecnico del Comune di Eboli (Sa).

Sotto l'aspetto morfologico e dimensionale l'edificio è dotato di:

- Aule con classi della scuola primaria ed infanzia;
- Spazi per servizi igienico-sanitari;
- Spazi per laboratori ed attività integrative;
- Spazi per l'educazione fisica (palestra);

Il perimetro del lotto risulta delimitato in parte da muro di cinta con recinzione.



5 - LA CLASSIFICAZIONE E LA NORMATIVA SISMICA

Fino al 28 aprile 2006 il territorio nazionale risultava suddiviso in 4 zone a pericolosità decrescente sulla base del valore dell'azione sismica espresso in termini di accelerazione massima su roccia. Ogni Regione, sulla scorta dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 23.03.2003, compilò l'elenco dei propri comuni con la relativa attribuzione di una delle quattro zone secondo la classificazione sotto riportata.

Zona sismica	definizione	Acc. Max di progetto (G)
1	zona più pericolosa dove possono verificarsi forti terremoti	0,35
2	zona in cui possono verificarsi terremoti abbastanza forti	0,25
3	zona in cui possono verificarsi scuotimenti modesti	0,15
4	zona meno pericolosa	0,05

La nuova normativa di riferimento per la classificazione del territorio nazionale dal punto di vista della pericolosità sismica è l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3519 del 28.04.2006 che ha introdotto specifici intervalli dell'accelerazione di riferimento (a_g = accelerazione orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni. Sotto questo aspetto il territorio nazionale è stato classificato ancora in 4 zone sismiche, ma questa volta in relazione ad intervalli di accelerazione a_g .

Zona sismica	Accelerazione (a_g) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni
1	$a_g > 0,25$
2	$0,15 < a_g \leq 0,25$
3	$0,05 < a_g \leq 0,15$
4	$a_g \leq 0,05$

Con riferimento alla O.P.C.M. 3519, il Comune di Eboli (Sa) rientra in zona sismica di Seconda Categoria Sismica.



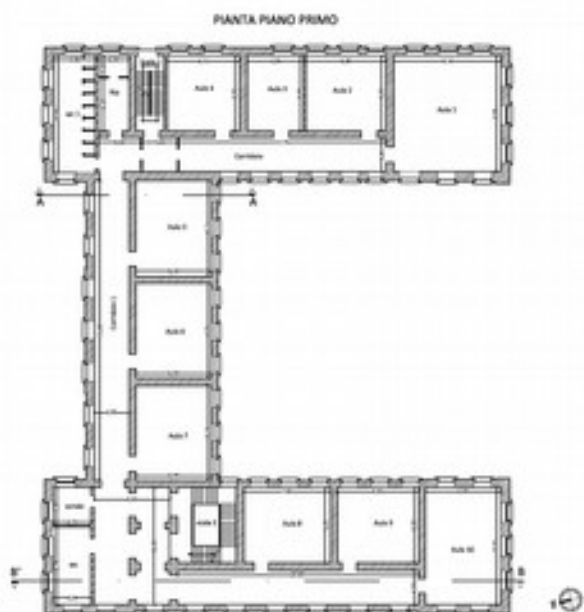
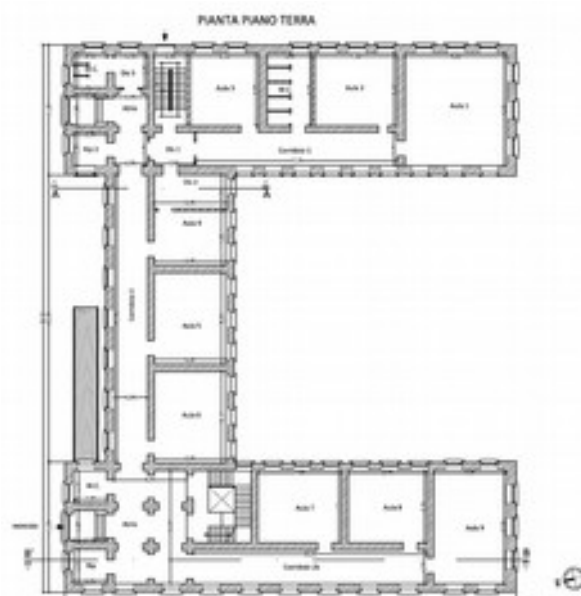
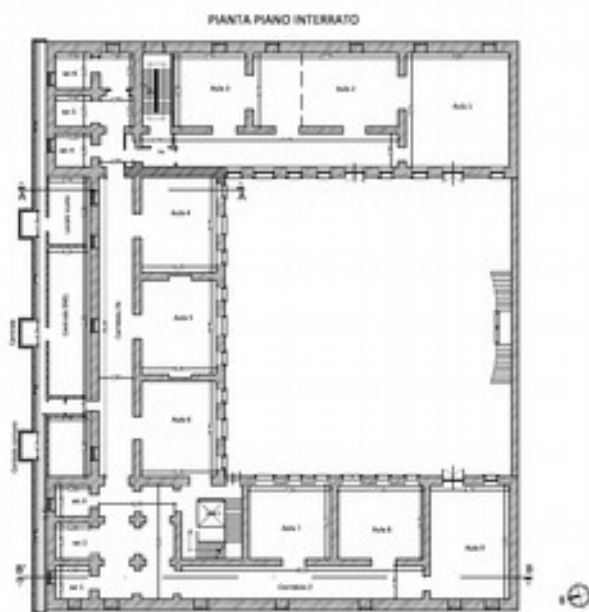
6 - LA CONOSCENZA DEL FABBRICATO

È composto da una struttura portante principale in muratura.

L'edificio è dal punto di vista tipologico è classificabile come edificio in muratura portante. Le strutture in elevazione sono costituite principalmente da muratura portante (Maschi Murari) con orizzontamenti costituiti da solai di piano in latero cemento; ha un numero di piani pari a due ed una altezza massima in gronda di circa 14,00 mt.

In sintesi si riporta la consistenza del corpo di fabbrica:

- Superficie coperta totale = 1208,02 mq.
- Volume totale = 16912,28 mc.



7 - LA VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ DEL FABBRICATO

Facendo riferimento, oltre che alla vigente normativa in materia, alle Linee Guida per la esecuzione delle verifiche sugli edifici strategici e rilevanti è prevista nella Delibera di Giunta Regionale n. 622 del 14 marzo 2005, "Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2004. Modalità di attivazione del Fondo per interventi straordinari della Presidenza del Consiglio dei Ministri, istituito ai sensi dell'art. 32-bis del decreto-legge 30 settembre 2003, n. 269, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 novembre 2003, n. 326. (Ordinanza n. 3362), si definirà una metodologia che consentirà di ottenere risultati finali coerenti con quanto previsto dai seguenti riferimenti normativi:

- OPCM 20 marzo 2003, n° 3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica".
- OPCM 2 ottobre 2003, n° 3316 "Modifiche ed integrazioni all'OPCM 20 marzo 2003 n° 3274".
- OPCM 3 maggio 2005, n° 3431 "Ulteriori modifiche ed integrazioni all'OPCM 20 marzo 2003, n° 3274".
- OPCM 28 aprile 2006, n° 3519 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n° 617 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".
- DM 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni".

Per l'edificio scolastico in oggetto, l'attività verrà articolata essenzialmente nelle seguenti tre fasi:

Fase 1

In questa fase si procederà a:

- raccogliere tutte le informazioni e documentazioni tecniche esistenti;
- realizzare rilievi, saggi ed indagini sugli elementi e materiali costituenti le strutture e sul terreno di fondazione.

Fase 2

In questa fase, sulla scorta dei dati raccolti nel corso delle indagini ed in base alle indicazioni fornite, saranno effettuate elaborazioni per valutare la vulnerabilità ed il livello di rischio sismico di ciascun corpo di fabbrica o edificio isolato di cui l'edificio scolastico, inteso nel suo insieme, si compone.

Fase 3

In questa fase saranno sintetizzati i dati raccolti e i risultati ottenuti in un Rapporto Finale che costituirà una sorta di Carta di Identità rappresentativa della consistenza e dello stato di ciascun edificio analizzato oltre che la base fondamentale per successive indagini, valutazioni e per la progettazione degli eventuali interventi di miglioramento/adequamento sismico.

Riguardo alle modalità di svolgimento delle attività previste, è opportuno citare quanto previsto nell'Ordinanza 3274 al punto 11.1 dell'Allegato 2, relativo agli edifici esistenti: "Negli edifici esistenti le situazioni concrete riscontrabili sono le più diverse ed è quindi impossibile prevedere regole specifiche e dettagliate per tutti i casi".

Allo scopo di raccogliere e sintetizzare i dati principali dell'edificio oggetto di verifica si prevede la compilazione della Scheda di sintesi per verifica sismica di "livello 2" per gli edifici strategici ai fini della protezione civile o rilevanti in caso di collasso a seguito di evento sismico, redatta dal DPC. La scheda contiene la sintesi sia di una serie di dati di carattere generale relativi al livello di conoscenza della struttura ed alle caratteristiche dei materiali che la costituiscono, da acquisire nel corso della realizzazione delle indagini, e sia, a valle delle valutazioni di vulnerabilità, i risultati delle analisi numeriche effettuate.



Poiché l'intento delle verifica di vulnerabilità è quello di condurla con livello di conoscenza LC 2 e fattore di confidenza $FC=1,20$ si adotteranno tutte le metodologie previste dalle citate norme per la individuazione delle caratteristiche dei materiali componenti la struttura e del loro comportamento strutturale nell'edificio.

Pertanto, di seguito si esplicheranno tutte le attività connesse con la Fase 1 su identificata, fase propedeutica alla successiva verifica di vulnerabilità sismica.



7.1 - FASE 1

7.1.1 - LA RACCOLTA DI TUTTE LE INFORMAZIONI E DOCUMENTAZIONI TECNICHE ESISTENTI

Consiste nel raccogliere tutti i documenti progettuali, costruttivi, e gli atti di collaudo e di manutenzione reperibili, atti a fornire notizie sulle caratteristiche della struttura.

Saranno ricercate anche le informazioni sulle parti non strutturali che possono contribuire alla resistenza sismica dell'edificio (ad esempio le tamponature e i tramezzi in muratura negli edifici in c.a.).

Dovranno, pertanto, essere ricercati ed acquisiti i seguenti documenti:

- progetto architettonico e strutturale (relazione di calcolo delle strutture, relazione geologica, relazione geotecnica e sulle fondazioni, elaborati grafici);
- eventuali varianti in corso d'opera;
- certificati di prove sui materiali;
- relazione e certificato di collaudo;
- eventuali foto delle fasi costruttive e dei dettagli strutturali;
- progetti di ristrutturazione/miglioramento/adequamento sismico e relativi documenti di esecuzione e collaudo successivi alla costruzione;
- progetti di ristrutturazione funzionale e architettonica successivi alla costruzione.

Da queste informazioni, infatti, sarà possibile, tenendo conto anche dell'eventuale classificazione sismica del sito all'epoca della progettazione originaria, effettuare un'operazione di progettazione simulata con riferimento, oltre che alle normative allora vigenti, anche alle consuetudini progettuali e costruttive dell'epoca. È importante sottolineare come questa fase sia fondamentale per migliorare il livello di conoscenza dell'opera e determinarne le caratteristiche strutturali, riducendo sensibilmente i costi delle indagini successive.

7.1.2 DEFINIZIONE DELLA STORIA PROGETTUALE, COSTRUTTIVA E SISMICA DELL'EDIFICIO

Occorre individuare le seguenti informazioni minime, specificandone la fonte, tratte dai documenti, dalle testimonianze di progettisti, costruttori, manutentori per definire:

- La descrizione generale dell'opera;
- L'individuazione degli eventuali corpi di fabbrica che compongono il complesso edilizio, costruiti anche per lotti successivi.

Inoltre, per ogni edificio (o corpo di fabbrica) identificato nell'ambito dell'intero complesso rilevante occorre ricercare le seguenti informazioni:

- descrizione della struttura (geometria generale, tipologia della struttura, materiali costituenti le strutture verticali e orizzontali);
- descrizione dello stato generale di conservazione;
- anno o epoca di progettazione;
- anno o epoca di inizio lavori;
- anno o epoca di completamento lavori;
- anno e tipo degli interventi successivi al completamento dell'opera, con particolare attenzione agli interventi che hanno variato la struttura, rafforzandola (miglioramento, adeguamento sismico) o indebolendola (sopraelevazioni, creazione di piani porticati, riorganizzazione delle aperture nelle pareti murarie, apertura di vani nelle pareti murarie portanti, etc.);
- storia sismica dell'edificio con riferimento agli eventi subiti ed agli eventuali dati ed ai danni rilevati.
- realizzare rilievi, saggi ed indagini sugli elementi e materiali costituenti le strutture e sul terreno di fondazione.

7.1.3 RICOGNIZIONE VISIVA SULL'EDIFICIO

La ricognizione visiva dovrà riguardare sia la geometria dell'opera e sia la presenza di eventuali dissesti in atto. Tutte le informazioni dovranno essere riportate nel Rapporto Finale.

Riguardo alla geometria dell'opera, si avrà cura di verificare le informazioni raccolte attraverso i documenti, rilevando eventuali difformità rispetto agli elaborati progettuali o, nel caso di irreperibilità del progetto, identificando le caratteristiche geometriche dell'opera mediante un rilievo completo.

Riguardo ai dissesti in atto o conseguenti ad eventi sismici passati, l'attenzione sarà rivolta all'eventuale presenza di quadri fessurativi determinati da:

- danni dovuti a eventi sismici precedenti;
- cedimenti di fondazione;
- inadeguatezza degli orizzontamenti (solai e travi) ai carichi verticali;
- inadeguatezza di pilastri e pareti ai carichi verticali;
- degrado e difetti costruttivi.

7.1.4 LA DIAGNOSTICA STRUTTURALE PER GLI EDIFICI ESISTENTI

La valutazione della sicurezza delle costruzioni esistenti richiedono la verifica agli stati limiti (S.L.V-S.L.C.- S.L.D.- S.L.O.) delle performance strutturali a cui la struttura deve assolvere nel corso della sua vita per il soddisfacimento coerente con la sua destinazione d'uso.

Rilevata la tipologia strutturale, di seguito si elencano indicazioni in merito alle prove ed indicazioni da soddisfare per il raggiungimento di risultati che permetteranno di modellare la struttura con valori prossimi a quelli reali, mediante la determinazione di caratteristiche meccaniche dei materiali resistenti e le successive resistenze medie, in modo da valutare con accuratezza il livello di vulnerabilità dell'intero manufatto scolastico.

La normativa vigente prescrive delle verifiche in situ del tipo distruttivo (limitate) e non distruttive che si differenziano per tipologia costruttiva. Per quanto definito in precedenza si evidenzia che nel seguito si farà riferimento alla CIRCOLARE del 2 febbraio 2009, n° 617 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" e al D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni".

7.1.4.1 EDIFICIO IN MURATURA

Ci si riferirà al punto C8A.1.A COSTRUZIONI IN MURATURA: DATI NECESSARI E IDENTIFICAZIONE DEL LIVELLO DI CONOSCENZA.

C8A.1.A.1 Costruzioni in muratura: geometria

La conoscenza della geometria strutturale di edifici esistenti in muratura deriva di regola dalle operazioni di rilievo. Tali operazioni comprendono il rilievo, piano per piano, di tutti gli elementi in muratura, incluse eventuali nicchie, cavità, canne fumarie, il rilievo delle volte (spessore e profilo), dei solai e della copertura (tipologia e orditura), delle scale (tipologia strutturale), la individuazione dei carichi gravanti su ogni elemento di parete e la tipologia delle fondazioni.

La rappresentazione dei risultati del rilievo viene effettuata attraverso piante, alzati e sezioni. Viene inoltre rilevato e rappresentato l'eventuale quadro fessurativo, classificando possibilmente ciascuna lesione secondo la tipologia del meccanismo associato (distacco, rotazione, scorrimento, spostamenti fuori del piano, etc.), e deformativo (evidenti fuori piombo, rigonfiamenti, depressioni nelle volte, etc.). La finalità è di consentire, nella successiva fase diagnostica, l'individuazione dell'origine e delle possibili evoluzioni delle problematiche strutturali dell'edificio.

C8A.1.A.2 Costruzioni in muratura: dettagli costruttivi

I dettagli costruttivi da esaminare sono relativi ai seguenti elementi:

- a) qualità del collegamento tra pareti verticali;
- b) qualità del collegamento tra orizzontamenti e pareti ed eventuale presenza di cordoli di piano o di altri dispositivi di collegamento;
- c) esistenza di architravi strutturalmente efficienti al di sopra delle aperture;
- d) presenza di elementi strutturalmente efficienti atti ad eliminare le spinte eventualmente presenti;
- e) presenza di elementi, anche non strutturali, ad elevata vulnerabilità.

Con riferimento al livello di confidenza LC3 che si intende raggiungere si ha quanto riportato di seguito.

C.8.A.1.A.3 Costruzioni in muratura: proprietà dei materiali



- Indagini in-situ limitate: servono a completare le informazioni sulle proprietà dei materiali ottenute dalla letteratura, o dalle regole in vigore all'epoca della costruzione, e per individuare la tipologia della muratura (in Tabella C8A.2.1 sono riportate alcune tipologie più ricorrenti). Sono basate su esami visivi della superficie muraria. Tali esami visivi sono condotti dopo la rimozione di una zona di intonaco di almeno 1m x 1m, al fine di individuare forma e dimensione dei blocchi di cui è costituita, eseguita preferibilmente in corrispondenza degli angoli al fine di verificare anche le ammorsature tra le pareti murarie. E' da valutare, anche in maniera approssimata, la compattezza della malta. Importante è anche valutare la capacità degli elementi murari di assumere un comportamento monolitico in presenza delle azioni, tenendo conto della qualità della connessione interna e trasversale attraverso saggi localizzati, che interessino lo spessore murario.
- Indagini in-situ estese: le indagini di cui al punto precedente sono effettuate in maniera estesa e sistematica, con saggi superficiali ed interni per ogni tipo di muratura presente. Prove con martinetto piatto doppio e prove di caratterizzazione della malta (tipo di legante, tipo di aggregato, rapporto legante/aggregato, etc.), e eventualmente di pietre e/o mattoni (caratteristiche fisiche e meccaniche) consentono di individuare la tipologia della muratura (si veda la Tabella C8A.2.1 per le tipologie più ricorrenti). È opportuna una prova per ogni tipo di muratura presente. Metodi di prova non distruttivi (prove soniche, prove sclerometriche, penetrometriche per la malta, etc.) possono essere impiegati a complemento delle prove richieste. Qualora esista una chiara, comprovata corrispondenza tipologica per materiali, pezzatura dei conci, dettagli costruttivi, in sostituzione delle prove sulla costruzione oggetto di studio possono essere utilizzate prove eseguite su altre costruzioni presenti nella stessa zona. Le Regioni potranno, tenendo conto delle specificità costruttive del proprio territorio, definire zone omogenee a cui riferirsi a tal fine.
- Indagini in-situ esaustive: servono per ottenere informazioni quantitative sulla resistenza del materiale. In aggiunta alle verifiche visive, ai saggi interni ed alle prove di cui ai punti precedenti, si effettua una ulteriore serie di prove sperimentali che, per numero e qualità, siano tali da consentire di valutare le caratteristiche meccaniche della muratura. La misura delle caratteristiche meccaniche della muratura si ottiene mediante esecuzione di prove, in situ o in laboratorio (su elementi non disturbati prelevati dalle strutture dell'edificio). Le prove possono in generale comprendere prove di compressione diagonale su pannelli o prove combinate di compressione verticale e taglio. Metodi di prova non distruttivi possono essere impiegati in combinazione, ma non in completa sostituzione di quelli sopra descritti. Qualora esista una chiara, comprovata corrispondenza tipologica per materiali, pezzatura dei conci, dettagli costruttivi, in sostituzione delle prove sulla costruzione oggetto di studio possono essere utilizzate prove eseguite su altre costruzioni presenti nella stessa zona. Le Regioni potranno, tenendo conto delle specificità costruttive del proprio territorio, definire zone omogenee a cui riferirsi a tal fine.

I risultati delle prove sono esaminati e considerati nell'ambito di un quadro di riferimento tipologico generale, che tenga conto dei risultati delle prove sperimentali disponibili in letteratura sino a quel momento per le tipologie murarie in oggetto e che consenta di valutare, anche in termini statistici, la effettiva rappresentatività dei valori trovati. I risultati delle prove sono utilizzati in combinazione con quanto riportato nella Tabella C8A.2.1, secondo quanto riportato al paragrafo C8A.1.A.4.

C8A.1.A.4 Costruzioni in muratura: livelli di conoscenza

Con riferimento al livello di conoscenza acquisito, si possono definire i valori medi dei parametri meccanici ed i fattori di confidenza secondo quanto segue:



- il livello di conoscenza LC3 si intende raggiunto quando siano stati effettuati il rilievo geometrico, verifiche in situ estese ed esaustive sui dettagli costruttivi, indagini in situ esaustive sulle proprietà dei materiali; il corrispondente fattore di confidenza è $FC=1$;
- il livello di conoscenza LC2 si intende raggiunto quando siano stati effettuati il rilievo geometrico, verifiche in situ estese ed esaustive sui dettagli costruttivi ed indagini in situ estese sulle proprietà dei materiali; il corrispondente fattore di confidenza è $FC=1.2$;
- il livello di conoscenza LC1 si intende raggiunto quando siano stati effettuati il rilievo geometrico, verifiche in situ limitate sui dettagli costruttivi ed indagini in situ limitate sulle proprietà dei materiali; il corrispondente fattore di confidenza è $FC=1.35$.

Per i diversi livelli di conoscenza, per ogni tipologia muraria, i valori medi dei parametri meccanici possono essere definiti come segue:

LC1

- Resistenze: i minimi degli intervalli riportati in Tabella C8A.2.1 per la tipologia muraria in considerazione
- Moduli elastici: i valori medi degli intervalli riportati nella tabella suddetta

LC2

- Resistenze: medie degli intervalli riportati in Tabella C8A.2.1 per la tipologia muraria in considerazione
- Moduli elastici: valori medi degli intervalli riportati nella tabella suddetta

LC3

- caso a) nel caso siano disponibili tre o più valori sperimentali di resistenza
 - Resistenze: media dei risultati delle prove
 - Moduli elastici: media delle prove o valori medi degli intervalli riportati nella Tabella C8A.2.1 per la tipologia muraria in considerazione
- caso b) nel caso siano disponibili due valori sperimentali di resistenza
 - Resistenze: se il valore medio delle resistenze è compreso nell'intervallo riportato nella Tabella C8A.2.1 per la tipologia muraria in considerazione si assumerà il valore medio dell'intervallo, se è maggiore dell'estremo superiore dell'intervallo si assume quest'ultimo come resistenza, se è inferiore al minimo dell'intervallo, si utilizza come valore medio il valore medio sperimentale
 - Moduli elastici: vale quanto indicato per il caso LC3 – caso a).
- caso c) nel caso sia disponibile un valore sperimentale di resistenza
 - Resistenze: se il valore di resistenza è compreso nell'intervallo riportato nella Tabella C8A.2.1 per la tipologia muraria in considerazione, oppure superiore, si assume il valore medio dell'intervallo, se il valore di resistenza è inferiore al minimo dell'intervallo, si utilizza come valore medio il valore sperimentale
 - Moduli elastici: vale quanto indicato per il caso LC3 – caso a).

La relazione tra livelli di conoscenza e fattori di confidenza è sintetizzata nella Tabella C8A.1 che segue.

Livello di Conoscenza	Geometria	Dettagli costruttivi	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
			Indagini in situ limitate		
LC1		verifiche in situ limitate	Resistenza: valore minimo di Tabella C8A.2.1 Modulo elastico: valore medio intervallo di Tabella C8A.2.1		1,35
			Indagini in situ estese		
LC2			Resistenza: valore medio intervallo di Tabella C8A.2.1 Modulo elastico: media delle prove o valore medio intervallo di Tabella C8A.2.1		1,20
			Indagini in situ esaustive		
	Rilievo muratura, volte, solai, scale. Individuazione carichi gravanti su ogni elemento di parete Individuazione tipologia fondazioni. Rilievo eventuale quadro fessurativo e deformativo.	verifiche in situ estese ed esaustive	-caso a) (disponibili 3 o più valori sperimentali di resistenza) Resistenza: media dei risultati delle prove Modulo elastico: media delle prove o valore medio intervallo di Tabella C8A.2.1 -caso b) (disponibili 2 valori sperimentali di resistenza) Resistenza: se valore medio sperimentale compreso in intervallo di Tabella C8A.2.1, valore medio dell'intervallo di Tabella C8A.2.1; se valore medio sperimentale maggiore di estremo superiore intervallo, quest'ultimo; se valore medio sperimentale inferiore al minimo dell'intervallo, valore medio sperimentale. Modulo elastico: come LC3 – caso a). -caso c) (disponibile 1 valore sperimentale di resistenza) Resistenza: se valore sperimentale compreso in intervallo di Tabella C8A.2.1, oppure superiore, valore medio dell'intervallo; se valore sperimentale inferiore al minimo dell'intervallo, valore sperimentale. Modulo elastico: come LC3 – caso a).	Tutti	
LC3					1,00

Intento della valutazione, in seguito ad una prima verifica della documentazione in atti è quello di raggiungere il **livello di conoscenza LC2**.



7.1.4.1.1 LA DIAGNOSTICA STRUTTURALE PER L'EDIFICIO IN MURATURA

Si ritiene utile, per l'edificio A2 in muratura riportare un breve descrizione relativa alla diagnostica strutturale da utilizzare con indagini non distruttive o debolmente distruttive.

I controlli non distruttivi e/o localmente distruttivi consistono in indagini strumentali che, eseguite direttamente sulla struttura, consentono di ridurre e di circoscrivere in superficie il danno eventualmente prodotto con metodi più invasivi.

L'impiego di queste metodiche consente di ottenere informazioni di tipo prevalentemente qualitativo ma in letteratura sono presenti curve di correlazione per la stima dei parametri di resistenza e deformabilità ricavabili in maniera diretta dai controlli distruttivi. I controlli distruttivi restituiscono stime dirette e risultano indispensabili per la taratura del parametro non distruttivo ottenuto in opera.

Le prove più diffuse risultano:

1. CAROTAGGIO SU MURATURA

Scopo

La prova consiste nell'ispezione e nel prelievo mediante carotaggio di una piccola porzione di muratura al fine di misurarne le caratteristiche meccaniche attraverso specifiche prove di laboratorio. L'ispezione permette altresì, l'analisi della morfologia muraria, la visione diretta della sezione muraria e la verifica della presenza di cavità.

Criteri di funzionamento

Il prelievo del campione avviene mediante una carotatrice a corona diamantata e può essere condotto a secco o con acqua. La carotatrice viene fissata alla muratura e la corona viene introdotta nella muratura. Il materiale estratto che, a seconda della litologia e tipologia di muratura è più o meno coeso, viene sottoposto alla caratterizzazione meccanica di laboratorio. La cavità prodotta dal carotaggio può all'occorrenza essere sfruttata per ispezioni della sezione muraria mediante endoscopio.

2. MARTINETTO PIATTO SINGOLO

Scopo

Le prove con martinetto piatto singolo forniscono una misura dello stato tensionale esistente nelle murature attraverso la lettura della pressione necessaria al riequilibrio deformativo dei lembi di un taglio piano praticato perpendicolarmente alla superficie di prova.

Criteri di funzionamento

La tecnica di prova è basata sul rilascio delle tensioni in un'area relativamente piccola di muratura provocata da un taglio perpendicolare alla sua superficie esterna.

Il rilascio dello sforzo causa la chiusura del taglio e il valore di questo spostamento (livello di deformazione) può essere determinato mediante la misura della distanza tra due punti simmetrici posizionati sui due lati del taglio. Nel taglio si inserisce un martinetto piatto nel quale viene gradualmente aumentata la pressione finché la chiusura misurata a deformazione avvenuta si riduce a zero. Quindi, la configurazione geometrica della muratura ritorna nelle condizioni in cui era prima del taglio. In queste condizioni la pressione nel martinetto è uguale allo stato di sforzo che esisteva nella muratura prima del taglio.

3. PROVA ALLO SCORRIMENTO

Scopo

La prova consente la determinazione della resistenza allo scorrimento della muratura (?) in presenza di carichi verticali attraverso la verifica della forza occorrente per far scorrere uno dei blocchi di cui è costituita la muratura nel piano orizzontale dei giunti di malta in presenza di carico verticale.

Criteria di funzionamento

La prova allo scorrimento permette di stimare i reali scorrimenti di una muratura esistente in presenza di forze di taglio.

La prova consiste nell'isolare uno dei mattoni costituenti la muratura inserendo da un lato un martinetto cilindrico oleodinamico e, dall'altro, realizzando uno spazio in cui il mattone può scorrere mentre un sensore misura l'entità dello spostamento.

4. PROVA A SCORRIMENTO MEDIANTE USO DI MARTINETTI (A TAGLIO) PROVA ALLO SCORRIMENTO

Scopo

La prova di scorrimento di un concio murario, mediante l'uso di martinetti piatti, fornisce informazioni utili per l'identificazione dei parametri di sforzo che governano il meccanismo di rottura a taglio per scorrimento. L'obiettivo della prova è quello di stimare le caratteristiche di resistenza a taglio della muratura attraverso un'indagine debolmente distruttiva.

Criteria di funzionamento

La prova consiste nel delimitare un campione di muratura di dimensioni apprezzabili attraverso l'esecuzione di due tagli verticali. In uno di essi verrà applicato un martinetto piatto, collegato ad una pompa idraulica. L'aumentare della pressione nel martinetto provoca lo scorrimento del concio di muratura (tra i due tagli). Nella porzione di muratura sottoposta a prova vengono inserite le basi per la lettura degli spostamenti. Le basi vengono installate ai lati opposti dei tagli e lungo le diagonali del concio, in quanto potenziali piani di scorrimento.

Aumentando la pressione nel martinetto si ottiene la curva carico-deformazioni.

Il valore della resistenza a taglio della muratura è ottenuto a partire dal criterio di Mohr Coulomb, sfruttando le equazioni di equilibrio del provino.

5. MARTINETTI PIATTI DOPPI

Scopo

Per determinare le caratteristiche di deformabilità delle murature, si fa ricorso alla prova con doppio martinetto, che consiste nell'introdurre nella muratura un secondo martinetto parallelo al primo. La muratura compresa tra i due martinetti costituisce un campione sottoposto ad uno stato di tensione mono-assiale di cui è possibile valutare le caratteristiche meccaniche.

Criteria di funzionamento

La tecnica di prova è basata sull'uso contemporaneo di due martinetti piatti doppi, collegati ad una pompa idraulica, che delimitano un campione di muratura di dimensioni apprezzabili. La muratura sovrastante e sottostante funge da contrasto alla reazione esercitata dai martinetti; ne consegue che il volume di muratura è sottoposto ad uno stato di sforzo monoassiale. Alcune basi di misura sulla superficie del campione forniscono informazioni sugli spostamenti in direzione verticale e orizzontale durante la prova. In questo modo è possibile effettuare una prova di compressione su di un campione indisturbato di considerevoli dimensioni. Si applicano più cicli di carico e scarico a livelli di sollecitazione sempre crescenti per determinare il modulo di deformabilità durante le diverse fasi. I dati acquisiti permettono, in fase di post elaborazione, la costruzione del grafico "sforzodeformazione" e, quindi, l'interpretazione dei risultati ottenuti.

6. ANALISI DELLA TESSITURA MURARIA E STIMA DELL'INDICE DI QUALITÀ MURARIA

Scopo

Il calcolo dell'Indice di Qualità Muraria rappresenta un metodo semplificato per la valutazione qualitativa della vulnerabilità e della propensione al degrado e al dissesto di un paramento murario. Il metodo è basato sull'osservazione della rispondenza alle regole dell'arte muraria, mettendo in evidenza le varie carenze strutturali e assegnando loro un "peso" nella valutazione qualitativa.

Criteria di funzionamento



Per la valutazione della qualità muraria è fondamentale definire i fattori che costituiscono la regola d'arte nell'ambito delle costruzioni in muratura. La regola d'arte è l'insieme di tutti quegli accorgimenti costruttivi che, se eseguiti durante l'esecuzione del paramento murario, garantiscono un buon comportamento ed assicurano la compattezza ed il monolitismo dello stesso. Si individuano, così, sette parametri:

- qualità della malta;
- presenza di diatoni;
- forma degli elementi;
- dimensione degli elementi;
- sfalsamento fra i giunti verticali;
- filari orizzontali;
- qualità degli elementi resistenti.

Il pannello murario può essere sottoposto a diversi tipi di azione classificabili in tre grandi categorie:

- carichi verticali;
- azioni che impegnano il pannello murario nel suo piano medio;
- azioni che impegnano il pannello murario ortogonalmente al suo piano medio.

I parametri della regola d'arte influiscono in maniera diversa sulla risposta del muro, a seconda del tipo di azione che lo sollecita.

Il metodo richiede la valutazione del grado di rispetto di ogni parametro della regola d'arte e l'attribuzione di un punteggio in funzione del suo rispetto, parziale rispetto o non rispetto ed in funzione del tipo di azione sollecitante preso in considerazione. Il risultato finale è un Indice di Qualità Muraria (IQM) per ognuna delle tre azioni sollecitanti considerate e la conseguente appartenenza della muratura esaminata ad una categoria per ogni azione sollecitante considerata.

Le categorie possibili sono:

- A, buon comportamento della muratura;
- B, comportamento di media qualità;
- C, comportamento insoddisfacente.

Grazie a correlazioni di origine sperimentale è possibile, a partire dall'IQM, ottenere una stima dei parametri meccanici della muratura f_m , t_0 ed E.

Oltre alle su esposte indagini distruttive si effettueranno tutte le indagini non distruttive necessarie per avere completezza del dato meccanico resistente per la corretta modellazione della struttura dell'edificio scolastico oggetto di studio.

8 - SINTESI DEI RISULTATI DELL'INDAGINE PRELIMINARE

Gli elementi ed i risultati emersi nello svolgimento delle attività descritte in precedenza saranno sintetizzati in un rapporto finale con riferimento, salvo diverse esigenze legate alle specificità dei singoli casi, ai contenuti di seguito riportati.

1.Descrizione generale dell'opera

Saranno descritte tutte le informazioni raccolte sulle caratteristiche geometriche e d'uso dell'opera e di sue singole parti sia dai documenti disponibili che dai sopralluoghi effettuati e dalle testimonianze rilevate. Occorre anche fornire l'elenco completo ed una copia dei documenti reperiti e il tipo di informazioni da essi estraibili, utili ai fini delle valutazioni successive sulla vulnerabilità sismica dell'opera (ad esempio: carpenteria del c.a., tabella dei pilastri, relazione di calcolo, computo metrico, etc.).

2.Descrizione della struttura

Descrizione della geometria generale (forma in pianta, in elevazione, coperture, dimensioni, presenza di giunti di separazione, etc.), della tipologia della struttura (materiali costituenti le strutture verticali e orizzontali), con indicazione di quanto ricavato dalle indagini previste.

3.Compilazione della parte conoscitiva della scheda DPC

Nella fase preliminare di ricognizione delle caratteristiche strutturali è utile a fini riepilogativi compilare la sola parte conoscitiva (in quanto non sono ancora noti i risultati delle verifiche) della suddetta scheda DPC, Scheda di sintesi per verifica sismica di "livello 1" o di "livello 2" per gli edifici strategici ai fini della protezione civile o rilevanti in caso di collasso a seguito di evento sismico.

9 - CONCLUSIONI

L'edificio Scolastico "Plesso V. Giudice", composto da scuola primaria ed infanzia, risulta composto da una unica tipologia strutturale in muratura portante, sulla quale bisogna effettuare una diagnosi strutturale puntuale per la corretta definizione delle caratteristiche dei materiali che compongono l'ossatura portante del manufatto. Si tratta di effettuare delle prove distruttive e non distruttive per tipologia costruttiva dalla quale ottenere i parametri esaustivi (LC2) per poter modellare le strutture con fattori di confidenza FC pari a 1,20.

A valle delle fasi preliminari e propedeutiche si effettuerà calcolo con analisi Push - Over per la definizione del grado di Vulnerabilità e del relativo Indice di Rischio con il quale definire il Livello di Sicurezza dell'Edificio Scolastico.



10 – PIANO DI INDAGINI

sulle strutture dell'Edificio Scolastico "Plesso V. Giudice" ubicato in in via V. Giudice nel Comune di Eboli (Sa) per il raggiungimento del livello di conoscenza LC2.

Il plesso scolastico è composto da una Superficie totale coperta pari a 1208,02 mq, in muratura portante per due livelli fuori terra ed un volume complessivo pari a 16.912,28 mc.

1. Per l'Edificio in **muratura**, le prove da effettuare per caratterizzare la murature portante sono:
 - Prova su martinetti piatti doppi su muratura per ogni piano, per un totale di N° 1 prove su martinetti piatti doppi.

2. Per la **Caratterizzazione del Suolo** le prove da effettuare risultano essere:
 - N. 1 Sondaggio geognostico (30 mt) certificato e prelievo campione ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001 - Settore "C"
 - N. 2 Analisi su campione indisturbato con certificazione ministeriale ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001 - Settore "A"
 - N°1 MASW nelle due direzioni principali per la caratterizzazione del suolo, con esecuzione profilo sismico a rifrazione o MASW con base fino a 230 m con uso di sismografo multicanale di almeno 24 canali, con sommatoria sincrona dei segnali, con profilo diretto e coniugato, con qualsiasi tipo di energizzazioni escluso l'uso di esplosivi. Con spazature geofoniche fino a 5 m.

3. **Relazione Geologica** relative Cartografie tematiche, assistenza cantiere e interpretazione e correlazione delle indagini eseguite in sito.