

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3. DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA – NTC 2008	3
3.1 STATI LIMITE E PROBABILITA' DI SUPERAMENTO	4
3.2 SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE DELLE COMPONENTI ORIZZONTALI	4
3.3 COMBINAZIONE DELLE COMPONENTI ORIZZONTALI DELL'AZIONE SISMICA	5
3.4 COMBINAZIONE DI CARICO E CALCOLO DELLE MASSE	5
3.4.1 Combinazioni di carico	5
3.4.2 Calcolo delle masse	6
4. STATO DI FATTO	6
4.1 PREMESSA	6
4.2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA	6
4.2.1 Corpo di fabbrica CF1	6
4.2.2 Corpo di fabbrica CF2	7
4.2.3 Corpo di fabbrica CF3	7
1.1 RILIEVO STRUTTURALE	7
1.2 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI	7
2. INTERVENTI STRUTTURALI	9
2.1 OBIETTIVO DEGLI INTERESSI STRUTTURALI	9
2.2 DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI	9
2.3 INTERVENTI SUI GIUNTI	9
2.4 INTERVENTI STRUTTURALI SULLE FONDAZIONI	10
2.5 INTERVENTI STRUTTURALI IN ELEVAZIONE	10

1. INTRODUZIONE

Con nota del 19/08/2016 il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – Dipartimento per la programmazione e la gestione delle risorse umane, finanziarie e strumentali – Direzione generale per gli interventi in materia di edilizia scolastica, per la gestione dei fondi strutturali per l'istruzione e per l'innovazione digitale, ha comunicato che con decreto del 5 agosto 2016, prot. n. 626, si è proceduto (a seguito delle economie accertate nelle attività di monitoraggio) allo scorrimento delle graduatorie relative alla delibera CIPE 30 giugno 2014, n. 22, in conseguenza del quale il Comune di Roccasalegna è risultato destinatario del finanziamento di euro 450.000,00 per i lavori di messa in sicurezza riferiti al progetto esecutivo approvato con delibera della G.C. n: 45 del 11.9.2013, di "MIGLIORAMENTO DELLA SICUREZZA STRUTTURALE ed opere strettamente correlate, per il superamento dei rischi derivanti da elementi non strutturali dell'edificio SCUOLA ELEMENTARE E MEDIE DI ROCCASALEGNA" dell'edificio di scuola media sito in Roccasalegna (cod. edif. 0690750322 – CHMM825059 – SCUOLE MEDIE VIA LASCIANNA 1), il cui finanziamento fu richiesto con note prot 3128 del 13.9.2013 e prot 3246 del 29.11.2014 (Art 18, comma 8, 8 quater e 8 sexies del D.L. 21.6.13, n° 69 a Legge 9.8.13, n° 98 (conversione con modifiche del D.L. 21.6.13, n° 69), attuazione di piani di edilizia scolastica per il triennio 2014/16);

Dalla data della suddetta richiesta di finanziamento ad oggi, il Comune si è impegnato nella ricerca di altri fondi, attraverso i quali finanziare interventi di messa in sicurezza dell'edificio scolastico in questione ed oggi, sull'edificio scolastico sono in corso lavori di cui all'opera pubblica denominata "Lavori di miglioramento sismico e riqualificazione energetica dell'edificio scolastico Scuola Media di ROCCASALEGNA" C.U.P. D61E15000320002 C.I.G. 6398749EB4, finanziata dalla Regione Abruzzo (giusta determinazione DC 31/155 del 4.6.2015) con contributo di € 277.830,00;

Con il presente progetto si intende rielaborare il progetto esecutivo dei lavori di "MIGLIORAMENTO DELLA SICUREZZA STRUTTURALE ed opere strettamente correlate, per il superamento dei rischi derivanti da elementi non strutturali dell'edificio SCUOLA ELEMENTARE E MEDIE DI ROCCASALEGNA", a suo tempo trasmesso al MIUR ed oggetto del finanziamento, poiché diversi interventi (demolizione e rifacimento della copertura, coibentazione termica esterna) sono già stati eseguiti o si prevede di eseguirli con l'intervento in corso di realizzazione, denominato "lavori di miglioramento sismico e riqualificazione energetica dell'edificio scolastico Scuola Media di ROCCASALEGNA" (C.U.P. D61E15000320002 C.I.G. 6398749EB4), finanziato dalla Regione Abruzzo e già oggetto di affidamento.

L'intervento così come **proposto (prevedendo lavori diversi rispetto a quelli in corso di esecuzione)** consentirà un completamento della messa in sicurezza del medesimo edificio scolastico, mediante lavori finalizzati **all'adeguamento sismico** ai sensi della NTC2008 e Circolare C.S. LL.PP. n. 617, delle strutture degli edifici ospitanti le scuole (l'incremento dei valori di cui agli stati limite danno – salvaguardia della vita – collasso assicurando in primis il raggiungimento di valori superiori all'unità per quanto attiene lo stato limite di salvaguardia della

vita), nel rispetto dei lavori ammissibili del finanziamento del ministero e con esclusione di quelli già in corso di realizzazione.

DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Si tratta di un complesso scolastico costituito da tre Corpi di Fabbrica (CF) costruiti a distanza di decenni l'uno dall'altro ed in perfetta aderenza.

Nella prima parte della relazione sono descritte le strutture dei 3 corpi di fabbrica costituenti il complesso scolastico. Sono inoltre descritte:

- a) l'azione sismica calcolata ai sensi dalla normativa vigente NTC2008;
- b) le caratteristiche meccaniche dei materiali costitutivi così come risultano dalle indagini effettuate.

Nella seconda parte del presente documento viene descritta la proposta progettuale di intervento.

2. *NORMATIVA DI RIFERIMENTO*

Ai fini della valutazione sismica dell'edificio le normative di riferimento sono:

- L. 1086 5/11/1971. Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- D.M. Infrastrutture e Trasporti 14/1/2008. Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC-2008).
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Oltre alle precedenti, per quanto concerne la determinazione dei carichi considerati nel progetto originario, le verifiche di resistenza degli elementi strutturali, la modellazione e comunque quanto utile alla consultazione ed al confronto, si è fatto riferimento anche a:

- D.M. 9 gennaio 1996 Ministero dei Lavori Pubblici: "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- Circ. Min. LL.PP. 15 ottobre 1996: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture ecc."
- D.M. 16 gennaio 1996 Ministero Lavori Pubblici: "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni, dei carichi e dei sovraccarichi".
- Circ. Min. LL.PP. 4 luglio 1996: "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza ecc."
- American guidelines FEMA 356, Nov 2000: "Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings".

3. *DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA – NTC 2008*

L'azione sismica secondo le NTC-08 è calcolata, sito per sito, in condizioni di campo libero (assenza di manufatti) su sito di riferimento rigido (categoria A) a superficie topografica orizzontale (categoria T1).

Le caratteristiche del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritte dalla distribuzione sul territorio nazionale delle grandezze seguenti, sulla base delle quali sono interamente definite le forme spettrali per la generica P_{VR} :

- a_g accelerazione massima al sito di riferimento;
- F_O valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Il valore di a_g è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento, fornita dallo INGV, mentre F_O e T_c^* sono calcolati in modo tale che gli spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento forniti dalle NTC approssimino al meglio i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento derivanti dalla pericolosità di riferimento.

La terna di valori a_g , F_O e T_c^* è riportata nell'allegato B alle NTC-08 per ogni sito considerato.

3.1 STATI LIMITE E PROBABILITA' DI SUPERAMENTO

Alla luce delle prestazioni richieste alla struttura legate alla tipologia strutturale ed all'uso cui è destinata, si individua lo stato limite (SL) definito al paragrafo seguente per cui costruire gli spettri di risposta.

Allo SL considerato è attribuito dalla NTC-08 un valore della probabilità di superamento P_{VR} (rischio accettato) pari al 10%, che rimane fisso qualunque sia la classe d'uso della costruzione.

Tale probabilità, valutata nel periodo di riferimento V_R proprio della struttura in esame, permette di valutare l'azione sismica di progetto corrispondente a ciascun SL.

3.2 SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE DELLE COMPONENTI ORIZZONTALI

Definendo i parametri relativi a:

- longitudine 14.30823 E
- latitudine 42.06333 N
- vita nominale $V_N = 50$ anni
- classe d'uso III (cui corrisponde un coefficiente d'uso $c_U = 1.5$)
- coeff. amplif. stratigrafica Ss (C)
- amplificazione topografica T1
- smorzamento 5%

si determinano i parametri sismici su suolo tipo C corrispondenti allo stato limite di Salvaguardia della Vita (SLV) utilizzati nelle successive analisi.

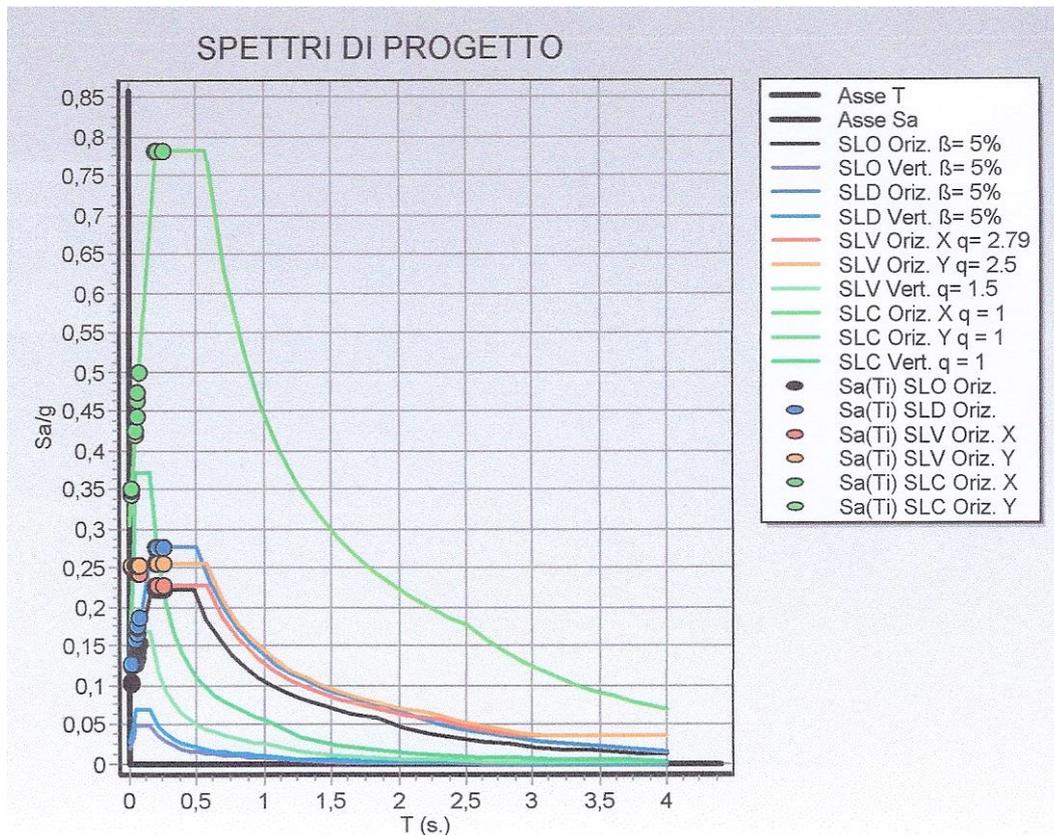


Figura 1: Spettri di risposta elastici in accelerazione orizzontale per i 4 SL.

La Fig.1 mostra lo spettro elastico con smorzamento viscoso al 5% costruito con i parametri sopra elencati, relativamente al suolo tipo C, per lo stato limite considerato SLV. Nella stessa figura sono rappresentati anche quelli relativi agli SL di operatività (SLO), danno (SLD) e collasso (SLC), non utilizzati nelle analisi, ma utili ai fini di un confronto.

3.3 COMBINAZIONE DELLE COMPONENTI ORIZZONTALI DELL'AZIONE SISMICA

In accordo a quanto specificato nella Circolare esplicativa della NTC 2008, nell'analisi statica non lineare (push-over) si studia l'effetto del sisma applicato separatamente nelle due direzioni principali.

3.4 COMBINAZIONE DI CARICO E CALCOLO DELLE MASSE

3.4.1 Combinazioni di carico

Ai fini delle verifiche sismiche, si considera la seguente combinazione di carico:

$$G_1 + G_2 + E + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

in cui:

G_1 è il valore medio dei pesi di tutti gli elementi strutturali;

G_2 è il valore medio dei pesi di tutti gli elementi non strutturali;

E rappresenta le azioni derivanti dai terremoti;

Ψ_{2j} è il coefficiente di combinazione che fornisce il valore quasi-permanente dell'azione variabile Q_j ;

Q_j è il valore caratteristico del carico variabile principale.

Il valore del coefficiente di combinazione Ψ_{2j} è funzione della destinazione d'uso degli impalcati della struttura: per i solai di ambienti suscettibili di affollamento (cat. C di Tab. 2.5.I) è pari a 0,60, per le scale (cat. C di Tab. 2.5.I) è 0,6, mentre per le coperture è pari a 0 (cat. H di Tab. 2.5.I).

3.4.2 Calcolo delle masse

Gli effetti dell'azione sismica sull'edificio sono valutati considerando le masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

con i significati dei simboli sopra esposti.

4. STATO DI FATTO

4.1 PREMESSA

Il complesso edilizio che ospita le Scuole Elementari e Medie di Roccasalegna (CH), la palestra e il corpo scala è stato realizzato in fasi successive a cavallo della fine degli anni '50 e la fine degli anni '80. Esso consta di tre corpi di fabbrica costruiti in adiacenza l'uno all'altro tramite un giunto tecnico così da consentire il libero oscillamento prevenendo così, il fenomeno del martellamento.

4.2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

In totale sono presenti 3 Corpi di Fabbrica (CF), le cui strutture sono una in muratura e le altre due in c.a., distinti come segue:

CF1: Scuola Elementare (muratura);

CF2: Ampliamento (cemento armato);

CF3: Corpo scala (cemento armato)

4.2.1 Corpo di fabbrica CF1

Il CF1, ospitante le Scuole Elementari e Medie, è una costruzione avente struttura in muratura con mattoni pieni con spessore variabile a partire dalle fondazioni fino ad arrivare alla copertura e solai in laterizio. E' composto da quattro livelli di cui: 1) un seminterrato praticabile, 2) due livelli fuori terra praticabili (livello scuola media e livello scuola elementare) e 3) la soffitta non praticabile. Il primo interpiano, tra lo spiccato di fondazione e l'estradosso del primo impalcato, è di circa 3.30 m. Il secondo interpiano, tra il primo ed il secondo degli impalcati praticabili fuori terra, è di circa 3.30 m. Il terzo interpiano, tra il secondo ed il terzo degli impalcati praticabili fuori terra, è di circa 3.25 m. L'altezza massima della soffitta, misurata all'intradosso del colmo della copertura a due falde, varia da circa 1.1 a 2.45 m. Le scale, costituite da solette rampanti, poggianti su travi ai vari livelli ed agli interpiani, sono disposte secondo il lato adiacente dell'edificio al lato della palestra.

4.2.2 Corpo di fabbrica CF2

Il CF2, ospitante la palestra al piano seminterrato e aule e wc al piano primo e secondo, è una costruzione con struttura in c.a. e solai in laterocemento. E' composto da tre livelli di cui: 1) un seminterrato praticabile (livello palestra) e 2) due livelli fuori terra praticabili (aule e wc scuole elementari e medie). Il primo interpiano, tra lo spiccato di fondazione e l'estradosso del primo impalcato, è di circa 3.30 m. Il secondo interpiano, tra il primo ed il secondo degli impalcati fuori terra, è di circa 3.30 m. Il terzo interpiano, tra il secondo ed il terzo degli impalcati fuori terra, è di circa 3.50 m. Non sono presenti scale interne e l'accesso avviene dal corpo scala e dalla scuola.

4.2.3 Corpo di fabbrica CF3

Il CF3, ospitante il corpo scala a servizio della Scuola, è una costruzione con struttura in c.a. e solai in laterocemento. E' composto da tre livelli di cui: 1) un seminterrato praticabile, e 2) due livelli fuori terra praticabili. Il primo interpiano, tra lo spiccato di fondazione e l'estradosso del primo impalcato, è di circa 3.30 m. Il secondo interpiano, tra il primo ed il secondo degli impalcati fuori terra, è di circa 3.30 m. Il terzo interpiano, tra il secondo ed il terzo degli impalcati fuori terra, è di circa 3.50 m. La copertura è a terrazzo. Le scale, costituite da solette rampanti, poggianti su travi ai vari livelli ed agli interpiani, sono disposte secondo il lato corto dell'edificio.

1.1 RILIEVO STRUTTURALE

Poiché, come indicato di seguito, i disegni reperiti hanno riguardato un solo telaio "tipo" per ogni CF, si sono effettuati diversi sopralluoghi al fine di appurare le effettive dimensioni geometriche dei vari elementi strutturali non rappresentati nei disegni reperiti.

1.2 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

La caratterizzazione meccanica dei materiali avverrà conformemente al punto 8.5.3 del DM 14/01/2008. Per conseguire un'adeguata conoscenza delle caratteristiche dei materiali e del loro degrado, ci si baserà su documentazione già disponibile e su verifiche visive in situ.

Come riportato al p.to 8.5.4 del DM 14/01/2008 sulla base degli approfondimenti effettuati nelle fasi conoscitive sopra riportate, saranno individuati i “livelli di conoscenza” dei diversi parametri coinvolti nel modello (geometria, dettagli costruttivi e materiali), e definiti i correlati fattori di confidenza, da utilizzare come ulteriori coefficienti parziali di sicurezza che tengono conto delle carenze nella conoscenza dei parametri del modello. Nel caso specifico il livello di conoscenza raggiunto è LC2 in quanto sono stati effettuati il rilievo geometrico, le verifiche in situ estese ed esaustive sui dettagli costruttivi ed indagini in situ estese sulle proprietà dei materiali; il corrispondente fattore di confidenza è $FC=1.20$ (LIVELLO LIMITATO).

Per il livello di conoscenza LC2, per l'unica tipologia muraria presente, i valori medi dei parametri meccanici vengono definiti come riportati in Tabella C8A.2.1 della Circolare esplicativa del 02/02/2009 n. 617 “ *Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008*”, relativamente per la tipologia muraria in considerazione.

Le proprietà meccaniche delle murature esistenti in mattoni pieni sono state desunte dalla tab. C8A.2.1.

La conoscenza della geometria strutturale di edifici esistenti in muratura deriva dalla conoscenza della struttura esistente tramite operazioni di rilievo. Si è proceduto quindi a accurata operazione di rilievo di tutti gli elementi in muratura, incluse nicchie, cavità, il rilievo della copertura (tipologia e orditura), la individuazione dei carichi gravanti su ogni elemento di parete e la tipologia delle fondazioni. La rappresentazione dei risultati del rilievo è stata effettuata attraverso piante, alzati e sezioni che sono stati riportati sugli elaborati grafici.

Non risultano presenti fessurazioni di rilievo: infatti i solai di piano risultano in buono stato conservativo così come le murature del primo piano e del secondo piano.

I dettagli costruttivi presi in esame sono relativi ai seguenti elementi:

- a) i collegamenti tra pareti verticali sono buoni al piano terra e primo della struttura;
- b) il collegamento tra orizzontamenti e pareti è presente così come risultano presenti i cordoli di piano;
- c) sono presenti architravi efficienti al di sopra delle aperture, tant'è che non si prevede la loro sostituzione;
- d) si prevede la sostituzione dell'intera copertura, senza aumento dei carichi trattandosi del medesimo tipo di copertura;
- e) non sono presenti elementi, anche non strutturali, ad elevata vulnerabilità.
- f) la muratura è in mattoni pieni a due o tre teste e di geometria regolare.

Le indagini in sito servono a completare le informazioni sulle proprietà dei materiali e in particolare per individuare la tipologia della muratura. Sono basate su esami visivi della superficie muraria mediante la rimozione dell'intonaco 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. La compattezza della malta visivamente è buona.

2. INTERVENTI STRUTTURALI

Nei paragrafi che seguono, si riporta la descrizione degli interventi di adeguamento previsti per il complesso delle Scuole Elementari e Medie di Roccasalegna (CH).

2.1 OBIETTIVO DEGLI INTERESSI STRUTTURALI

L'obiettivo degli interventi strutturali previsti è quello di rendere le strutture capaci di soddisfare almeno l'80% del livello di sicurezza imposto dalla normativa vigente NTC2008 nei confronti dello stato limite di salvaguardia della vita.

Nella definizione dell'intervento proposto, si è cercato di giungere a una soluzione che garantisca un buon compromesso tra onere di realizzazione e livello di sicurezza raggiunto, considerando l'importanza nevralgica che la scuola ha per i comuni di Roccasalegna e Gessopalena.

In quest'ottica, si è cercata una soluzione progettuale che, ove possibile, e nel rispetto del budget economico disponibile, conducesse all'adeguamento delle strutture.

Allo stato attuale il parametro α è uguale a 0,65 (push n.3)

Dopo l'intervento di adeguamento si raggiunge il valore di 1,00 (push n.3).

2.2 DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI

Dalle analisi di vulnerabilità sismica effettuate, è emerso che le strutture in cemento armato dei corpi di fabbrica di cui è costituito il complesso scolastico oggetto del presente documento, sono attualmente in grado di soddisfare i requisiti di norma.

L'intervento di miglioramento/adeguamento proposto riguarda il corpo di fabbrica CF1 e prevede:

- La realizzazione di un rinforzo con rete elettrosaldata su alcune pareti dell'immobile;
- La realizzazione di architravi in c.a. sulle finestre esistenti;
- La chiusura di alcune aperture esistenti;
- L'apertura di alcune aperture;
- La posa in opera di chiavi;
- La cerchiatura di alcune finestre e porte;
- La demolizione e ricostruzione di alcuni tramezzi;
- Il miglioramento strutturale di alcuni solai;
- La posa in opera di chiavi;

2.3 INTERVENTI SUI GIUNTI

Si prevedono di effettuare interventi sui giunti tra il corpo di fabbrica della gradinata esterna e l'edificio in muratura.

2.4 INTERVENTI STRUTTURALI SULLE FONDAZIONI

Non si prevedono di effettuare interventi sulle fondazioni.

2.5 INTERVENTI STRUTTURALI IN ELEVAZIONE

Gli interventi strutturali in elevazione, per quanto riguarda i corpi di fabbrica sui quali si è deciso di intervenire, saranno:

- La realizzazione di un rinforzo con rete elettrosaldata su alcune pareti dell'immobile;
- La realizzazione di architravi in c.a. sulle finestre esistenti.
- La chiusura di alcune aperture esistenti;
- L'apertura di alcune aperture;
- La posa in opera di chiavi;
- La cerchiatura di alcune finestre e porte;
- La demolizione e ricostruzione di alcuni tramezzi;
- Il miglioramento strutturale di alcuni solai;
- La posa in opera di chiavi;