

COMUNE DI

CASTEL DI LAMA

PROVINCIA DI
ASCOLI PICENO

oggetto

RIPARAZIONE DANNI E MESSA IN SICUREZZA
DAL RISCHIO SISMICO DELL'ASILO NIDO
"IL PASSEROTTO", SITO IN VIA ADIGE N. 33

Finanziamento promosso dall'art. 9 undertricies del Decreto Legge
24 ottobre 2019 n. 123, a favore dei Comuni con meno di 30.000 abitanti
ricedenti nei territori interessati dagli eventi sismici verificatisi a far
data dal 24 agosto 2016.

- PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO -

il Progettista

Dott. Arch. Marco Amabilli

A.1

elaborato

- RELAZIONE GENERALE VALUTATIVA

collaboratore

N°	DATA	REDAZ.	APPROV.	ARCHIVIO
1	29/04/2020	Mar.		C:\nas_mad1\Comuni\2020\Castel Di Lama - APInessa In sicurezza "IL PASSEROTTO"\prog_DeEse.
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				





**COMUNE DI CASTEL
DI LAMA**

**RIPARAZIONE DANNI E MESSA IN SICUREZZA DAL
RISCHIO SISMICO DELL'ASILO NIDO "IL PASSEROTTO"
SITO IN VIA ADIGE N. 33**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

1. INFORMAZIONI GENERALI	2
1.1. EDIFICIO A "CORPO PRINCIPALE"	3
1.2. EDIFICIO B "AMPLIAMENTO"	3
1.3. ANDAMENTO DELLE VERIFICHE DI VULNERABILITÀ	4
2. ANALISI DELLO STATO DI FATTO	5
2.1. DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA	6
2.2. LIVELLO DI CONOSCENZA, FATTORE DI CONFIDENZA FC E PROPRIETÀ DEI MATERIALI	7
2.3. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA ANTE – OPERAM	9
3. DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI STRUTTURALI.....	11
3.1. INTERVENTI IN COPERTURA	12
3.2. RINFORZO DELLE FONDAZIONI	12
3.3. INSERIMENTO SETTI IN C.A.	12
3.4. INCAMICIATURA IN C.A.....	13
3.5. INTERVENTI DI RIPRISTINO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI AMMALORATI	14
3.6. INTERVENTI DI FINITURA	14
4. STUDIO DI PREFATTIBILITÀ AMBIENTALE.....	14
4.1. FASE DI CANTIERE	14
4.2. TRAFFICO VEICOLARE	15
4.3. SOLLEVAMENTO POLVERI.....	15
4.4. RIFIUTI E RESIDUI	16
4.5. RIFIUTI SOLIDI	16
5. DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI ARCHITETTONICI, IMPIANTISTICI E ABBATTIMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE	17
5.1. NUOVA DISPOSIZIONE INTERNA A SEGUITO DEGLI INTERVENTI STRUTTURALI	17
5.2. ABBATTIMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE:	18
5.3. RIPRISTINO IMPIANTI	18
5.4. INTERVENTI DI DIMINUZIONE DELLA VULNERABILITÀ DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI ATTI AD AUMENTARE IL GRADO DI SICUREZZA DEI FRUITORI DELL'EDIFICIO.....	18
5.5. OPERE DI FINITURA.....	18

Il sottoscritto Arch. Marco Amabili iscritto all’Albo degli Architetti della Provincia di Ascoli Piceno al n° 774 con studio professionale in Ascoli Piceno alla Viale Indipendenza n° 65, tel. +39 340 978 5084 mail marco.arch.79@gmail.com PEC marco.amabili@archiworldpec.it C.F: MBLMRC79C10A462U Partita Iva 01949380446, a seguito di incarico professionale, sotto la propria personale responsabilità, fornisce le seguenti informazioni ed i sotto indicati dati tecnici relativi all’intervento di riparazione danni e messa in sicurezza dal rischio sismico dell’asilo nido “Il Passerotto”, sito in Via Adige n. 33.

1. INFORMAZIONI GENERALI

Il seguente progetto definitivo/esecutivo prevede l’attuazione di interventi atti al raggiungimento del miglioramento sismico della struttura così come definito dal paragrafo 8.4.2. delle NTC2018.e comunque un livello di vulnerabilità sismica, espresso in termini di rapporto tra capacità e domanda, non inferiore al 60 %.

Nella prima parte della relazione è descritta la struttura del corpo di fabbrica oltre l’azione sismica calcolata ai sensi della Normativa vigente NTC2018 e le caratteristiche meccaniche dei materiali costitutivi. Nella seconda parte del presente documento viene descritta la proposta progettuale di intervento.

Le finalità dirette dell’intervento sono:

- Raggiungimento di un indice di vulnerabilità sismica non inferiore al 60%
- Diminuzione della vulnerabilità degli elementi non strutturali mediante sistemi o dispositivi finalizzati ad aumentare il grado di sicurezza dei fruitori l’edificio in conformità alle “Linee guida per la riduzione della vulnerabilità di elementi non strutturali arredi e impianti” redatte dalla protezione civile
- Miglioramento della prestazione energetica dell’edificio
- Adeguamento delle condizioni igienico – sanitarie dell’edificio dovute alla presenza di numerose infiltrazioni a livello della copertura e diffuso ammaloramento dell’edificio nel suo complesso

Il fabbricato oggetto di intervento è composto da due corpi di fabbrica distinti e separati da giunti tecnici. L’intervento di miglioramento sismico, alla luce delle disponibilità economiche, si è concentrato esclusivamente sul corpo principale che, dalle analisi di vulnerabilità eseguite, presenta indici di sicurezza inferiori ed un quadro fessurativo generale complessivamente peggiore rispetto al corpo secondario.

Il progetto di entrambi i fabbricati, comprensivo degli elaborati architettonici e strutturali, è stato reperito presso gli archivi comunali. Per una maggiore facilità di comprensione di riporta una descrizione distinta per ciascuno dei due corpi di fabbrica:

1.1. Edificio A “Corpo principale”

Il progetto originario fu redatto per la parte architettonica dal Dott. Ing. Vincenzo Mancini iscritto all’Ordine degli Ingegneri della Provincia di Ascoli Piceno al n. 250 e per la parte strutturale dal Dott. Ing. Rolando Mariani iscritto all’Ordine degli Ingegneri della Provincia di Ascoli Piceno al n. 221. La denuncia delle opere in c.a. effettuata ai sensi della Legge 64/74 è stata depositata presso il Genio Civile della Provincia di Ascoli Piceno in data 26/10/78 prot. n. 3624. Il Direttore dei Lavori è stato lo stesso progettista della parte architettonica Ing. Vincenzo Mancini e assuntore dei lavori è stato il Geom. Iginio Guerrieri.

Nel corso degli anni non sono stati eseguiti sul fabbricato interventi di ristrutturazione, miglioramento o adeguamento sismico. Si riportano le seguenti informazioni principali:

- Anno di progettazione: 1978
- Anno di inizio lavori: 1978
- Anno di fine lavori: 1981

Si riporta l’elenco della documentazione esistente fornita dal Comune di Castel di Lama:

- Collaudo statico prot. del Genio Civile di Ascoli Piceno n. 1365 del 2 luglio 1981
- Relazione a Struttura Ultimata prot. del Genio Civile di Ascoli Piceno n. 844 del 10 aprile 1980
- Modello di denuncia dei lavori depositato presso il Genio Civile di Ascoli Piceno con prot. n. 3624 del 26 ottobre 1978 ed i seguenti allegati:
 - Tav. 1 – Esecutivi in cemento armato – Pianta delle fondazioni
 - Tav. 2 – Esecutivi in cemento armato – Solaio di calpestio
 - Tav. 3 – Esecutivi in cemento armato – Pianta della copertura
 - Tav. 4 – Esecutivi in cemento armato – Solaio della copertura
 - Elaborati architettonici comprensivi di piante, prospetti e sezioni

1.2. Edificio B “Ampliamento”

Il progetto originario fu redatto per la parte architettonica dall’Arch. Giovanna Ficcadenti dipendente dell’ufficio tecnico del Comune di Castel di Lama iscritta all’Ordine degli Ingegneri della Provincia di Ascoli Piceno al n. 522 e per la parte strutturale dal Dott. Ing. Ettore Crescenzi iscritto all’Ordine degli Ingegneri della Provincia di Ascoli Piceno al n. 1053. La denuncia delle opere in c.a. effettuata ai sensi della Legge 64/74 e della Legge 1086/71 è stata depositata presso il Genio Civile della Provincia di Ascoli Piceno in data 19/07/06 prot. n. 5041. Il Direttore dei Lavori è stato lo stesso progettista della parte strutturale Ing. Ettore Crescenzi. Assuntore dei lavori è stata l’Impresa Edile Soletti Gabriele.

Nel corso degli anni non sono stati eseguiti sul fabbricato interventi di ristrutturazione, miglioramento o adeguamento sismico. Si riportano le seguenti informazioni principali:

- Anno di progettazione: 2006
- Anno di inizio lavori: 2006

- Anno di fine lavori: 2007

Si riporta l'elenco della documentazione esistente fornita dal Comune di Castel di Lama:

- Collaudo statico prot. del Genio Civile di Ascoli Piceno n. 675 del 2 febbraio 2007
- Relazione a Struttura Ultimata prot. del Genio Civile di Ascoli Piceno n. 8506 del 27 dicembre 2006
- Modello di denuncia dei lavori depositato presso il Genio Civile di Ascoli Piceno con prot. n. 5041 del 19 luglio 2006 ed i seguenti allegati:
 - Relazione tecnica e documentazione fotografica
 - Elaborato grafico stato attuale
 - Relazione di calcolo
 - Particolari costruttivi
 - Relazione materiali impiegati
 - Relazione sulle fondazioni
 - Relazione geologica
 - Tavola architettonica – Pianta, prospetto sud – Stato attuale
 - Tavola architettonica – Pianta, prospetti, sezioni – Stato riformato
 - Tavola architettonica – Particolari
 - Fili fissi – Carpenterie impalcati
 - Tabella pilastri
 - Particolari costruttivi armature: travi di fondazione ed impalcati di copertura

1.3. Andamento delle verifiche di vulnerabilità

Al fine di verificare l'effettiva corrispondenza del costruito ai disegni di progetto è stato eseguito un rilievo geometrico – strutturale oltre all'esecuzione di saggi e controlli per la determinazione dei dettagli costruttivi. Da quanto evidenziato si è riscontrata la corrispondenza tra gli elaborati progettuali e lo stato di fatto ad eccezione dei due pilastri di sezione circolare nel corpo B indicati con il n. 4 e 5 che allo stato attuale risultano di sezione rettangolare di dimensioni complessive 40 x 40 cm.

Il sottoscritto ha provveduto ad eseguire le verifiche di vulnerabilità del fabbricato ai sensi del paragrafo 8.4 delle NTC18. Al momento dei vari sopralluoghi eseguiti si era potuto evidenziare che nel fabbricato:

- Non erano presenti importanti dissesti attribuibili a cedimenti delle fondazioni e, dalla documentazione fornita dal Comune, non si evincevano problemi della stessa natura prodotti nel passato;
- Non erano possibili fenomeni di ribaltamento e/o scorrimento della costruzione per effetto di condizioni morfologiche sfavorevoli, di modificazioni apportate al profilo del terreno in prossimità delle fondazioni, delle azioni sismiche di progetto

- Non erano possibili fenomeni di liquefazione del terreno di fondazione dovuti alle azioni sismiche di progetto

Essendo verificate tutte le condizioni previste al suddetto §8.4 delle NTC18 è stato possibile nella valutazione della sicurezza omettere le verifiche in fondazione.

Con PEC del 10/09/2019 acquisita al protocollo comunale n. 13143 del 10/09/2019, il Comune di Castel di Lama comunicava al sottoscritto “*di approfondire l’analisi di vulnerabilità dell’asilo nido “Il passerotto” per due motivi:*

- 1. Per mera dimenticanza questo ufficio non vi aveva consegnato la documentazione relativa ad un intervento alle fondazioni eseguito dopo il terremoto del 1997;*
- 2. A seguito delle vacanze estive in fase di riapertura dell’asilo sono emerse molte nuove lesioni che hanno indotto i nostri uffici a chiamare i vigili del fuoco i quali hanno dichiarato inagibili due stanze del fabbricato in questione. Inoltre tali lesioni si sono aggravate a cause delle scosse sismiche del 27/08/2019 e del 01/09/2019.”*

Per approfondire i dissesti in atto rilevati dal Comune il sottoscritto, in presenza del Geol. Gianluigi Bartolini, ha eseguito delle ispezioni in fondazione al fine di verificarne la consistenza e lo stato complessivo di conservazione. Tali indagini hanno evidenziato la rottura a taglio del cordolo di collegamento tra i plinti individuati con il n. 26 e 27 in corrispondenza dell’ala del fabbricato dove sono presenti le lesioni più evidenti, oltre a condizioni di ammaloramento e cattiva manutenzione generale degli elementi di fondazione.

Alla valutazione qualitativa è seguita la valutazione quantitativa che ha evidenziato una capacità portante dei plinti di fondazione del corpo principale insufficiente ed un coefficiente di sicurezza non adeguato alla normativa tecnica.

2. ANALISI DELLO STATO DI FATTO

Il fabbricato oggetto di intervento è sito alla Via Adige del Comune di Castel di Lama. Si tratta di un edificio isolato ed ha le seguenti coordinate geografiche 42,86225° N 13,70987° E. L’intero immobile è di proprietà del Comune di Castel di Lama. Per una maggiore facilità di comprensione di riporta una descrizione distinta per ciascuno dei due corpi di fabbrica:

EDIFICIO A “CORPO PRINCIPALE”

Il fabbricato è costituito da un unico piano con tetto in parte piano ed in parte a diversi spioventi con sovrastante manto impermeabilizzante. La struttura portante è costituita da intelaiatura in c.a. (travi e pilastri) in cui si vanno ad ancorare i solai anch’essi in cemento armato e laterizio di altezza $H = 20 + 4$ cm con travetti posti ad interasse di 40 cm, il tutto solidale con le fondazioni del tipo a plinti e travi di collegamento. La fondazione del corpo A è a plinti con travi di collegamento aventi

sezione 30 x 55 cm. Dagli elaborati di progetto si desume la presenza di quattro tipologie di plinti aventi le seguenti dimensioni geometriche:

100 x 100 x 50 cm

110 x 110 x 50 cm

120 x 120 x 60 cm

140 x 140 x 80 cm

EDIFICIO B “AMPLIAMENTO”

Il fabbricato costituisce l’ampliamento del corpo di fabbrica principale e si sviluppa su un unico livello per una superficie di circa 104 mq. La copertura è a doppia falda con sovrastante manto impermeabilizzante. La struttura portante è costituita da intelaiatura in c.a. (travi e pilastri) in cui si vanno ad ancorare i solai anch’essi in cemento armato e laterizio di altezza $H = 20 + 4$ cm, il tutto solidale con le fondazioni del tipo profondo con pali e cordoli in c.a. nei due versi.

La fondazione del corpo B è del tipo profondo con pali e cordoli di collegamento. Dagli elaborati di progetto si desume che i pali hanno un diametro di 60 cm ed una profondità di 11,50 m. mentre le dimensioni della zattera sono 70 x 70 x 50 cm. Le travi di collegamento hanno una sezione di 40 x 50 cm.

Oltre alle lesioni evidenziate precedentemente e la cui formazione risale all’estate del 2019, già durante il primo sopralluogo si era evidenziata la presenza di un quadro fessurativo probabilmente attribuibile all’evento sismico del 24 agosto 2016 e successivo sciame sismico, caratterizzato dalla presenza di alcune lesioni sulle tamponature perimetrali e tramezzi. Tali lesioni sono costituite da distacchi nell’intelaiatura in alcuni punti superiore ad 1 mm e da lesioni ad andamento diagonale. Oltre ai meccanismi evidenziati si segnala la presenza di una lesione di ampiezza inferiore ad 1 mm in corrispondenza del nodo del pilastro n. 32.

Per quanto riguarda lo stato manutentivo complessivo il fabbricato si trova in buono stato di conservazione.

2.1. Definizione dell’azione sismica

L’azione sismica secondo le NTC18 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:

ag	Accelerazione massima al sito di riferimento
F0	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 le F_0 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 **Vita Nominale** della struttura ai sensi del punto 2.4.1 delle NTC intesa “*come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata*” è posta uguale a 50 anni.
- La **Classe d’Uso** ai sensi del punto 2.4.2 delle NTC è posta uguale a III “*Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi*”.
- **Categoria di suolo C:** *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_s , eq compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*
- **Categoria topografica T1**

SL	TR	a_g/g	F_0	T^*C	TB	TC	TD	SS	ST
SLO	45	0,066	2,434	0,287	0,152	0,455	1,867	1,5	1,0
SLD	75	0,083	2,432	0,305	0,158	0,474	1,934	1,5	1,0
SLV	712	0,203	2,466	0,348	0,172	0,517	2,414	1,398	1,0
SLC	1462	0,26	2,507	0,354	0,175	0,524	2,641	1,309	1,0

Vita Nominale	50
Classe d’Uso	3
Categoria del Suolo	C
Categoria Topografica	1,0
Zona sismica	2
Latitudine del sito oggetto di edificazione	42.85255
Longitudine del sito oggetto di edificazione	13.70987
Spettro di risposta	SLV
Probabilità di superamento periodo di riferimento	10
Tempo di ritorno del sisma	712
A_g/g	0,20
F_0	2,47
T_c	0,52

2.2. Livello di conoscenza, fattore di confidenza FC e proprietà dei materiali

Il fabbricato è realizzato con struttura portante in c.a. In relazione alle dimensioni in pianta e richiamata la Circolare n° 7 del 21/01/2019 è stato predisposto il piano di indagini per la caratterizzazione dei materiali e per il raggiungimento di un livello di conoscenza LC2.

Le prove effettuate hanno permesso di ridurre il numero di rilievi delle strutture. Sono state programmate delle indagini pacometriche per la verifica delle geometrie di armatura sul 50 % di travi e pilastri.

Carotaggi

La caratterizzazione dei materiali è stata effettuata mediante l'esecuzione di n. 4 carotaggi sulle strutture in c.a.

Le percentuali di elementi da verificare ed il numero di provini da estrarre e sottoporre a prove di resistenza riportati nella Tabella C8A.1. 3 hanno valore indicativo e vanno adattati ai singoli casi, tenendo conto dei seguenti aspetti:

Nel controllo del raggiungimento delle percentuali di elementi indagati ai fini del rilievo dei dettagli costruttivi si tiene conto delle eventuali situazioni ripetitive, che consentano di estendere ad una più ampia percentuale i controlli effettuati su alcuni elementi strutturali facenti parte di una serie con evidenti caratteristiche di ripetibilità, per uguale geometria e ruolo nello schema strutturale.

Le prove sugli acciai sono finalizzate all'identificazione della classe dell'acciaio utilizzata con riferimento alla normativa vigente all'epoca di costruzione. Ai fini del raggiungimento del numero di prove sull'acciaio necessario per il livello di conoscenza è opportuno tener conto dei diametri (nelle strutture in c.a.) o dei profili (nelle strutture in acciaio) di più diffuso impiego negli elementi principali con esclusione delle staffe.

Il numero di provini riportato nelle tabelle 8A.3a e 8A.3b può esser variato, in aumento o in diminuzione, in relazione alle caratteristiche di omogeneità del materiale. Nel caso del calcestruzzo in opera tali caratteristiche sono spesso legate alle modalità costruttive tipiche dell'epoca di costruzione e del tipo di manufatto, di cui occorrerà tener conto nel pianificare l'indagine. Sarà opportuno, in tal senso, prevedere l'effettuazione di una seconda campagna di prove integrative, nel caso in cui i risultati della prima risultino fortemente disomogenei.

Le posizioni delle indagini eseguite sono riportate nei rapporti di prova STRU allegati.

Campagna di provini in sito:

Sigla	Resistenza di laboratorio f_c [MPa]	D [mm]	h [mm]	h/D []	Resistenza cilindrica di laboratorio [MPa]	Resistenza cubica di laboratorio [MPa]	F_d calcolato	Resistenza cilindrica di sito f_{cta} [MPa]	Resistenza cubica in sito $R_{c,ar}$ [MPa]
C1	19,95	80,0	80,5	1,008	16,58	19,98	1,090	18,08	21,78
C2	17,67	80,0	81,0	1,013	14,70	17,71	1,092	16,06	19,35
C3	18,62	80,0	80,5	1,008	15,48	18,64	1,091	16,89	20,35
C4	17,69	80,0	80,5	1,008	14,70	17,71	1,092	16,05	19,34

I valori medio e minimo di resistenza cubica strutturale, derivati e corretti dalle prove di laboratorio di tutti i campioni, risultano rispettivamente pari a 20,2 Mpa e 19,3 Mpa.

Prova di trazione su barre

È stato prelevato 1 spezzone di barre d’armatura con una lunghezza pari a 450 mm per poter essere sottoposto alla prova di rottura per trazione in conformità alle norme UNI EN. I risultati delle prove eseguite presentano valori riconducibili ai valori limite del tipo di acciaio FeB44k per le barre ad aderenza migliorata.

Prove di durezza sugli acciai

Sono state inoltre effettuate misure di durezza in corrispondenza di armature di elementi strutturali. Ogni prova è stata effettuata previa rimozione del copriferro e levigatura della superficie della barra.

ID	PIANO	DIAMETRO BARRA [mm]	TIPO BARRA	N° BATTUTA	CONVERS ION MODE	MATERIAL GROUP	HL	HB	f [N/mm ²]
D1	TERRA	16	A.M.	1	DYNA	st	245	145	470
D2	TERRA	8	A.M.	1	DYNA	st	230	134	435
D3	TERRA	16	A.M.	1	DYNA	st	241	142	480
D4	TERRA	8	A.M.	1	DYNA	st	236	136	450
D5	TERRA	16	A.M.	1	DYNA	st	239	140	455
D6	TERRA	8	A.M.	1	DYNA	st	244	144	470
D7	TERRA	16	A.M.	1	DYNA	st	240	141	480
D8	TERRA	8	A.M.	1	DYNA	st	238	140	455
D9	TERRA	16	A.M.	1	DYNA	st	239	140	455

MATERIAL GROUP							
St	Low-alloy/unalloyed steel and cast steel						
HARDNESS SCALE							
HB	Leeb	HB	Shore	HB	Brinell	f [N/mm ²]	Tensile strength

Statistiche descrittive							
N°	TIPO BARRA	f _{lim} [N/mm ²]	f _{inf} [N/mm ²]	f _{max} [N/mm ²]	Δf ₁ [N/mm ²]	DEV.ST. [N/mm ²]	CV [%]
9	A.M.	457	435	470	35	10,607	2,3

I risultati delle prove eseguite sui prelievi di barre di armatura presentano valori riconducibili al tipo di acciaio FeB44 per le barre ad aderenza migliorata.

Prove elettromagnetiche

Sono state svolte prove elettromagnetiche con pacometro al fine di determinare posizione e orientamento dei ferri di armatura nelle strutture in calcestruzzo. Le indagini svolte sul 15% degli elementi non hanno rilevato sostanziali difformità da quanto riportato sugli elaborati di progetto.

2.3. Valutazione della sicurezza ante – operam

Alla fase delle indagini, prove ed ispezioni è seguita quella delle verifiche strutturali, svolte utilizzando tutti i risultati in precedenza acquisiti ed innanzi analizzati. Vengono qui evidenziate le risultanze delle verifiche effettuate per il solo corpo “A” oggetto di intervento. Per il corpo “B” si rimanda alle verifiche di vulnerabilità.

Le verifiche di sicurezza nei riguardi del rischio sismico sono state svolte ai sensi del D.M. del 17/01/2018 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” e relativa Circolare Min. Infrastrutture

7/2019 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici “Istruzioni per l’applicazione delle Norme Tecniche delle Costruzioni”.

I risultati delle indagini svolte, la documentazione reperita e le richiamate normative, hanno consentito allo scrivente di predisporre il progetto degli interventi strutturali. Le verifiche strutturali sono descritte nel relativo elaborato in cui sono riportati i risultati dall’esame dei quali si può verificare il grado di sicurezza posseduto dall’edificio nelle condizioni attuali. Il confronto di questi dati con la verifica eseguita post operam consente di verificare il grado di sicurezza posseduto dall’edificio a seguito degli interventi proposti.

L'analisi per le combinazioni delle azioni permanenti e variabili è stata condotta in regime elastico lineare. Per quanto riguarda le azioni simiche, tenendo conto che per tali azioni si vogliono determinare le prestazioni in termini di capacità in spostamento e di danno per i vari stati limite previsti dalla norma si è reso necessario effettuare un insieme di analisi statiche non lineari incrementali modellando esplicitamente le caratteristiche non lineari degli elementi strutturali.

Le strutture sono verificate staticamente secondo la normativa vigente (DM 17.01.2018) allo Stato Limite Ultimo, considerati la ancora discreta qualità dei materiali.

Ai fini della Valutazione della sicurezza sismica, nonostante l’edificio presenti un quadro fessurativo piuttosto limitato in conseguenza degli eventi sismici succedutisi dal 24/08/2016, i risultati delle verifiche, effettuate secondo la normativa vigente, hanno portato a valori di capacità degli edifici trascurabili a causa delle seguenti principali criticità intrinseche:

- Le travi e pilastri hanno una armatura a taglio e flessione inadeguata;
- I nodi non risultano confinati;
- Capacità portante delle fondazioni insufficiente

DOMANDA DEL SITO	SLV	0.203
CAPACITA DELLA STRUTTURA	SLV	0.055
PGA= $\frac{\text{ACC. SOPPORTABILE}}{\text{ACCELERAZIONE DEL SITO}} = \frac{0.055}{0.203} = 0.272$ INDICATORE DI RISCHIO STATO ATTUALE		

In riferimento alle verifiche effettuate i risultati appaiono congrui alla luce dell’epoca di costruzione, dei dettagli costruttivi, delle proprietà meccaniche dei materiali e della disposizione e quantità delle armature. Il fabbricato presenta un indice di vulnerabilità molto basso e soprattutto

una scarsa capacità di opporsi alle azioni sismiche a causa dell'attivazione, anche in corrispondenza di accelerazioni molto basse, di rotture fragili a taglio nei nodi ma anche a flessione nelle travi e negli stessi pilastri.

3. DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI STRUTTURALI

Gli interventi progettuali da eseguire prevedono una serie di interventi che possono così essere riassunti:

1. Rimozione di parte del solaio di copertura e sostituzione con altro in legno
2. Rinforzo delle fondazioni
3. Inserimento setti in c.a.
4. Incamiciatura in c.a.
5. Interventi di ripristino elementi strutturali ammalorati
6. Interventi di finitura

Una sintesi del comportamento della struttura è consegnata nelle tabelle di sintesi dei risultati, riportate in appresso, e nei fascicoli di calcolo allegati al progetto definitivo in cui sono rappresentate le principali grandezze (deformate, sollecitazioni, etc.) per le parti più sollecitate della struttura in esame.

Il numero dei modi di vibrare considerato (3) ha permesso di mobilitare le seguenti percentuali delle masse della struttura, per le varie direzioni:

DIREZIONE	% MASSA
X	100
Y	100

Tabellina riassuntiva delle verifiche SLU

Tipo di Elemento	Non Verif/Totale	STATUS
Travi c.a. Elevazione	0 su 58	VERIFICATO
Pilastri in c.a.	0 su 34	VERIFICATO
Shell in c.a.	0 su 3	VERIFICATO
Aste in Legno	0 su 2	VERIFICATO
Zattera Plinti	0 su 34	VERIFICATO
Pali/Micropali (Plinti)	0 su 25	VERIFICATO

Tabellina riassuntiva delle verifiche SLE

Tipo di Elemento	Non Verif/Totale	STATUS
Travi c.a. Elevazione	0 su 58	VERIFICATO
Pilastri in c.a.	0 su 34	VERIFICATO
Shell in c.a.	0 su 3	VERIFICATO
Aste in Legno	0 su 2	VERIFICATO
Zattera Plinti	0 su 34	VERIFICATO
Pali	0 su 25	VERIFICATO

DOMANDA DEL SITO	SLV	0.203
CAPACITA DELLA STRUTTURA	SLV	0.127
PGA= $\frac{\text{ACC. SOPPORTABILE}}{\text{ACCELERAZIONE DEL SITO}} = \frac{0.127}{0.203} = 0.623$ INDICATORE DI RISCHIO STATO DI PROGETTO		

3.1. Interventi in copertura

L'intervento prevede la demolizione di parte del solaio di copertura in latero-cemento ed in particolare della porzione realizzata a forma piramidale con lucernai centrali di forma rotonda. Tale porzione di copertura viene sostituita da altra in legno realizzata con travi in legno lamellare di tipo GL24h e sezione costante 200x240 e adeguata dal punto di vista termico.

3.2. Rinforzo delle fondazioni

Il quadro fessurativo evidenziato ha reso necessario progettare opere di miglioramento sismico anche per le strutture di fondazione. Nello specifico si sono ampliati alcuni plinti di fondazione, sagomando la loro struttura piramidale in una struttura a parallelepipedo ed inserendo in essi dei micropali per ogni plinto, delle dimensioni di 20 cm e tubolare C139 di spessore 5 mm e lunghezza complessiva di 9,50 m. La disponibilità economica non ha consentito di prevedere l'inserimento di n. 4 micropali per plinto, come sarebbe opportuno. Pertanto si è scelto di modulare l'intervento inserendo 4 micropali nei plinti più sollecitati, 3 e 2 micropali nei plinti meno sollecitati e nessun intervento nei plinti più scarichi o che comunque, per essere raggiunti, avrebbero richiesto oneri aggiuntivi sia tecnici che economici.

Nelle relazioni specialistiche di riferimento sono illustrati i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, le verifiche di resistenza degli elementi e le verifiche di portanza relativi ad una fondazione realizzata su plinti. Nonché nei grafici esecutivi sono riportati gli interventi puntuali.

3.3. Inserimento setti in c.a.

L'intervento prevede l'inserimento di due setti, come meglio evidenziato negli elaborati grafici, al solo piano terra. I setti saranno realizzati in c.a. con spessore pari alla larghezza dei pilastri corrispondenti, senza demolire gli elementi strutturali esistenti ma rendendoli solidali alla maglia strutturale attraverso un sistema di spinotature.

L'inserimento dei setti ha coniugato la necessità di limitare l'invasività con gli spazi distributivi attuali e le esigenze strutturali; pertanto i tre setti saranno disposti ai lati della struttura.

La loro disposizione nasce in funzione delle esigenze strutturali connesse principalmente agli spostamenti e alle sollecitazioni indotte dal sisma. Essendo, infatti, la struttura particolarmente carente su una delle due direzioni principali a seguito della forma rettangolare sul lato corto e per la presenza di pilastri e travi snelli su tale direzione, i setti avranno un orientamento lungo la direzione corta, nella parte di estremità, per ridurre in particolare gli effetti torsionali e garantire una migliore distribuzione delle masse e delle rigidità.

Tale intervento consente, inoltre, di ridurre i consolidamenti complessivi, portando così un'invasività limitata ed una complessiva riduzione dei costi.

3.4. Incamiciatura in c.a.

L'intervento prevede il ringrosso di sei pilastri come meglio evidenziato negli elaborati grafici e la posa di armatura aggiuntiva al fine di garantire un aumento della capacità portante verticale, della resistenza a flessione e taglio oltre ad un aumento complessivo della capacità deformativa dell'elemento strutturale.

Questo tipo di intervento si articola nelle seguenti fasi realizzative:

1. Preparazione del supporto mediante demolizione meccanica o manuale del calcestruzzo ammalorato fino ad ottenere una superficie meccanicamente resistente. Al termine di tale operazione il calcestruzzo si dovrà presentare adeguatamente irruvidito, presentando scabrosità di almeno 5 mm.
2. Tutti i ferri d'armatura eventualmente esposti durante le operazioni di demolizione dovranno essere liberati dalla ruggine superficiale
3. Pulizia del calcestruzzo e dei ferri d'armatura da polvere, lattime di cemento, ruggine, grassi, oli, vernici e pitture precedentemente applicate
4. Sigillatura delle eventuali fessure presenti, dopo essere state allargate (per esempio con un flessibile) e dopo aver asportato i residui di polvere, mediante colatura o iniezione di resina epossidica bicomponente superfluida per iniezioni e ancoraggi con successivo spolvero di quarzo a rifiuto (fresco su fresco), in modo da creare una buona superficie di aggrappo per i successivi prodotti
5. Protezione dei ferri d'armatura mediante l'applicazione a pennello di doppia mano di malta cementizia anticorrosiva. I prodotti a base di leganti cementizi, polimeri in polvere e inibitori di corrosione hanno la specifica funzione di impedire la formazione di ossido.
6. Esecuzione delle perforazioni (vd. Particolari costruttivi) per il collegamento delle barre di armature alla struttura esistente e posizionamento delle stesse barre e delle staffe. Le nuove armature verticali dovranno essere continue in corrispondenza dei piani di solaio e sovrapposte in mezzera alle colonne.
7. Le staffe andranno chiuse con giunzione assiale in acciaio C45 zincato elettroliticamente, di sezione quadrata, con foro centrale filettato. L'unione meccanica delle staffe avverrà

mediante chiodi di diametro 5 mm in acciaio zincato ad alta resistenza inseriti nei relativi fori per mezzo di speciali pinze idrauliche.

8. Casseratura e getto della camicia in calcestruzzo di classe minima C28/35 con spessore non inferiore a 5 cm. Prima di eseguire il getto bagnare il calcestruzzo esistente.

3.5. Interventi di ripristino degli elementi strutturali ammalorati

Le operazioni di ripristino prevedono, innanzitutto, la demolizione di tutto il calcestruzzo degradato fino a raggiungere i ferri d'armatura che andranno accuratamente puliti dalla ruggine e da tutte le sostanze estranee presenti su di essi mediante idonea azione meccanica. Inoltre tutta la superficie interessata va adeguatamente pulita al fine di eliminare polvere e residui di calcestruzzo non coerenti o con completamente rimossi durante la demolizione, così da predisporre un supporto sano, resistente ed a tessitura irregolare con asperità di alcuni mm. Quindi i ferri d'armatura vanno passivati mediante applicazione di malta cementizia anticorrosiva monocomponente per la protezione del ferro. In seguito alla passivazione dei ferri il ripristino del calcestruzzo va realizzato come segue:

1. Saturazione della superficie con acqua, in modo che il sottofondo si presenti saturo a superficie asciutta;
2. Ripristino dello spessore di calcestruzzo asportato con malta tissotropica fibrorinforzata di granulometria fine a ritiro compensato e a media resistenza meccanica
3. Protezione e regolarizzazione dell'intera superficie con malte cementizie bi componenti elastiche da applicare a spatola, pennello o rullo in due mani.
4. Finitura con vernice elastica protettiva e decorativa per calcestruzzo a base di resine acriliche in dispersione acquosa.

3.6. Interventi di finitura

Le opere di finitura riguarderanno esclusivamente il completamento delle lavorazioni strutturali previste quali ricostruzioni di murature precedentemente demolite, rimontaggi, intonaci, rivestimenti, pitture e pavimentazioni laddove sia necessaria la loro rimozione

4. STUDIO DI PREFATTIBILITÀ AMBIENTALE

Lo studio di prefattibilità ambientale ha lo scopo di verificare gli effetti della realizzazione dell'intervento sulle componenti ambientali e sulla salute dei cittadini. Gli interventi previsti rientrano nelle opere di ristrutturazione edilizia. Detti interventi non alterano i volumi e le superfici dell'edificio e non comportano modifiche della destinazione d'uso. Di seguito vengono analizzate i prevedibili effetti della realizzazione dell'intervento sulle componenti ambientali e sulla salute dei cittadini

4.1. Fase di cantiere

Le emissioni in atmosfera che verranno prodotte durante la fase di cantiere saranno essenzialmente ascrivibili alle seguenti sorgenti:

- Gas di scarico dovuti al traffico veicolare, ai motori delle macchine di cantiere ed ai mezzi non elettrici impiegati;
- Sollevamento di polveri da operazioni di demolizione e da traffico veicolare di cantiere;
- Interazioni con il traffico a matrice locale

4.2. Traffico veicolare

Per quanto alla prima sorgente, ovvero al traffico veicolare pesante, si prevedono numerosi transiti per le fasi di trasporto dei materiali rimossi, per il trasporto iniziale dei macchinari e degli apprestamenti di sicurezza, la movimentazione del materiale da posare e l'approvvigionamento dei materiali da costruzione sino al definitivo termine dei lavori, e per le operazioni di finitura dell'opera in progetto.

La viabilità maggiormente interessata dal transito dei mezzi da cantiere è costituita dalla strada provinciale di accesso al cantiere.

Le principali tipologie di macchinari e di mezzi di cantiere di cui si prevede l'utilizzo sono:

- martello demolitore;
- betoniera;
- montacarichi/gru

Da tale quadro emerge che il contributo all'inquinamento atmosferico apportabile da parte del traffico veicolare di cantiere, dei motori delle macchine di cantiere dei mezzi non elettrici, anche alla luce limitata durata delle fasi di cantiere, è ragionevolmente considerabile come non significativa e sicuramente di carattere temporaneo.

Ciononostante sarà opportuno prevedere in fase di organizzazione esecutiva del cantiere opportuni accorgimenti atti ad ottimizzare l'utilizzo di tali mezzi, evitando a livello operativo di mantenerli attivi oltre ai tempi strettamente necessari, in modo da limitare la produzione di gas di scarico e minimizzare al contempo il consumo di risorse e le emissioni sonore. In particolare sarà opportuno programmare adeguatamente i tempi di utilizzo di ogni singolo mezzo in modo da evitare la necessità di riavviare più volte i motori.

Per quanto agli automezzi particolare attenzione andrà rivolta a minimizzare i tempi di attesa in sosta con il motore acceso per il carico/scarico dei materiali, programmando opportunamente la tempistica dei transiti in ingresso ed in uscita dal sito. Tale accorgimento eviterà inoltre la necessità di dedicare ampie aree del cantiere allo stoccaggio di materiali e rifiuti. Sarà inoltre opportuno che il parco mezzi di cantiere sia costituito da veicoli in piena efficienza e soggetti a periodica manutenzione e controllo delle emissioni.

4.3. Sollevamento polveri

Il sollevamento di polveri è ascrivibile alle operazioni di demolizione e movimentazione materiale ed in generale al traffico veicolare di cantiere. La diffusione di polveri nell'ambiente circostante è fortemente influenzata dalle condizioni meteo-climatiche ed in particolare da vento ed umidità. Le caratteristiche granulometrie di tali materiali (diametri più frequenti compresi nel range.100- 150 um) fanno comunque prevedere che l'impatto possa esaurirsi nelle aree immediatamente circostanti il sito, andando eventualmente ad interessare le abitazioni più vicine ed il manto vegetale delle aree verdi.

Le fasi/aree operative in cui è possibile il sollevamento e la dispersione di polveri sono

- demolizioni;
- movimentazione interna di detriti inerti;
- aree di deposito temporaneo detriti inerti;
- trasporto di detriti,

Tra gli interventi più opportuni per limitare la diffusione di polveri vi è sicuramente la bagnatura delle aree in cui può determinarsi la produzione ed il sollevamento di tali particelle solide. Potranno essere eventualmente adottati macchinari dotati di appositi sistemi di aspirazione e filtrazione che permettano di abbattere alla sorgente ogni dispersione di polveri in atmosfera. I materiali polverulenti presenti presso il sito potranno inoltre essere coperti con appositi teli impermeabili che evitino la dispersione operabile a causa del vento, così come sarà opportuno prevedere la copertura con teli dei carichi di materiale polverulento trasportati dai mezzi di cantiere. Un ultimo accorgimento da prevedere sarà l'installazione di appositi schermi anti-polvere nell'area di cantiere, che potranno contemporaneamente assolvere alla funzione di barriera per le emissioni sonore di limitazione all'intrusione visiva dovute alle attività svolte nel sito.

4.4. Rifiuti e residui

Gli interventi previsti non prevedono la formazione di macerie, se non in piccole quantità, comunque lo smaltimento o avvio a recupero degli inerti e delle macerie prodotte nell'ambito di attività di cantiere avverrà secondo Normativa vigente. Deve essere contenuto lo spargimento di polveri sulla viabilità circostante l'area, sia durante le fasi di stoccaggio presso il cantiere sia durante le fasi di trasporto.

In particolare durante le operazioni di trasporto gli inerti dovranno essere sempre coperti con opportuni teloni fissati al mezzo, in modo da evitare la dispersione in ambiente di polveri o addirittura la fuoriuscita di macerie dai mezzi stessi.

4.5. Rifiuti solidi

Durante le operazioni di cantiere si origineranno diverse tipologie di rifiuti solidi derivanti dalle lavorazioni ed in particolare soprattutto dalle seguenti lavorazioni:

- macerie ed inerti
- rifiuti metallici
- materiali plastici
- vetro
- coibenti

Tutti i materiali di risulta derivanti da tali fasi e dalle altre lavorazioni saranno suddivisi nelle diverse categorie e tipologie di rifiuto e temporaneamente stoccati a seconda della relativa destinazione finale (recupero/smaltimento) in appositi e distinti contenitori pronti per essere trasportati. Pertanto presso il cantiere sarà individuata, compatibilmente ed in accordo con la ditta appaltatrice dei lavori, almeno un'area per lo stoccaggio temporaneo dei rifiuti, dove saranno collocati idonei contenitori per ciascuna tipologia di rifiuto (cassoni scarrabili e cassonetti in PVC per i rifiuti di piccole dimensioni). Lo stoccaggio temporaneo e l'eventuale compattamento dei

rifiuti saranno le uniche attività consentite: non sarà consentito alcun tipo di trattamento in loco (ad es. incenerimento). I rifiuti temporaneamente stoccati per cui non è ipotizzabile alcun riutilizzo all'interno del cantiere saranno quindi trasportati presso le discariche preposte al loro smaltimento o presso idonei impianti di recupero.

La ditta esecutrice dei lavori dovrà effettuare opportuni controlli sulle operazioni di trasporto e contenimento dei rifiuti, in particolare dovrà verificare che:

- i trasportatori ed i destinatari dei rifiuti siano regolarmente autorizzati ai sensi della vigente normativa sui rifiuti;
- le quantità conferite al destinatario finale corrispondano a quelle effettivamente uscite dal cantiere: a tal fine si dovranno verificare le quantità di rifiuto indicate sulla copia dei formulari di trasporto di ritorno dai destinatari stessi (discariche o impianti di recupero), in modo da avere certezza e assicurazione che l'operazione avvenga congruentemente con le quantità dichiarate.

I materiali per cui, compatibilmente con le esigenze economiche ed organizzative del cantiere, dovrà essere privilegiato il recupero sono le macerie e gli inerti, i rifiuti metallici, i materiali plastici ed il vetro.

5. DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI ARCHITETTONICI, IMPIANTISTICI E ABBATTIMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE

Gli interventi progettuali da eseguire prevedono una serie di interventi che possono così essere riassunti:

1. Nuova disposizione interna a seguito degli interventi strutturali
2. Abbattimento barriere architettoniche
3. Ripristino impianti
4. Riduzione della vulnerabilità degli elementi non strutturali
5. Finiture

5.1. Nuova disposizione interna a seguito degli interventi strutturali

A seguito degli interventi di riparazione danni e opere di miglioramento sismico, alcuni locali avranno una nuova disposizione architettonica. Ne consegue il ripristino delle finiture mediante la sostituzione integrale. I tramezzi saranno realizzati in cartongesso e gli infissi interni saranno sostituiti con dei nuovi, mentre gli esterni saranno modificati e rimontati.

5.2. Abbattimento barriere architettoniche ai sensi del D.P.R. N. 503 DEL 24 LUGLIO 1996
E LEGGE N. 104 DEL 5 FEBBRAIO 1992 (LEGGE QUADRO SULL'HANDICAP):

A seguito degli interventi di riparazione danni e opere di miglioramento sismico, sarà ricavato un bagno per i diversamente abili secondo normativa vigente.

5.3. Ripristino impianti

A seguito degli interventi di riparazione danni e opere di miglioramento sismico, gli impianti saranno ripristinati secondo normativa vigente e saranno rilasciati gli appositi certificati di conformità da parte degli impiantisti ai sensi del D.M 37/08 e smi.

5.4. Interventi di diminuzione della vulnerabilità degli elementi non strutturali atti ad aumentare il grado di sicurezza dei fruitori dell'edificio per la definizione degli interventi sugli elementi non strutturali si è fatto riferimento alle "Linee guida per la riduzione della vulnerabilità di elementi non strutturali" redatte dalla protezione civile; in particolare gli interventi riguarderanno

1. Intervento di rinforzo di tramezzature con collegamento perimetrale mediante fasce di ancoraggio ai bordi realizzate con malta cementizia a reattività pozzolanica bicomponente ad elevata duttilità e rete bianca bilanciata in fibra di vetro alcaliresistente apprezzata con fiocchi di connessione realizzati con corde di epossidico.
2. Fissaggio con apposite squadrette di metallo di tutti gli armadi, scaffali, librerie per evitarne il ribaltamento.

5.5. Opere di finitura

A seguito degli interventi di riparazione danni e opere di miglioramento sismico, saranno posate nuove pavimentazioni e rivestimenti dei bagni a norme di Legge, tinteggiati tutti gli ambienti e ripristinati gli intonaci precedentemente rimossi.

Il Progettista
(Dott. Arch. Marco Amabilli)