

**DESIGN E PROJECT MANAGEMENT s.r.l.**

via Isonzo 44 52100 Arezzo [info@dpmengineering.it](mailto:info@dpmengineering.it) [dpm@pec.dpmengineering.it](mailto:dpm@pec.dpmengineering.it)  
CCIAA AREZZO REA 177957 P. IVA 02320730514 Cod. Attività 72.12.20

**COMUNE DI SALA BOLOGNESE**  
**U.O.A. Servizio Urbanistica - Ufficio di Piano**

**COMPLESSO DI VILLA MANZONI**

**RICHIESTA DI AUTORIZZAZIONE PER OPERE SUI BENI CULTURALI S.B.A.P.**

**RELAZIONE PER STUDIO DI FATTIBILITÀ**

**PROGETTAZIONE ADEGUAMENTO SISMICO**  
Ing. Roberto Dini

**INTESTAZIONE E CONTENUTI DELLA RELAZIONE****Indice**

INTESTAZIONE E CONTENUTI DELLA RELAZIONE .....	2
Indice .....	2
RELAZIONE TECNICA GENERALE.....	3
Premessa .....	3
Identificazione catastale.....	3
Regime Urbanistico .....	3
Vincoli e tutele esistenti .....	4
Notizie storiche .....	5
Apparato architettonico e decorativo .....	5
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE .....	6
Premessa .....	6
Analisi storico-critica.....	6
Esito del rilievo geometrico-strutturale .....	6
Descrizione generale dell'opera .....	6
Descrizione generale dell'opera .....	10
Principali caratteristiche della struttura .....	10
Parametri della struttura.....	10
Fattore di struttura .....	10
Quadro normativo di riferimento adottato.....	10
Progetto-verifica degli elementi.....	10
Azione sismica .....	10
Livelli di conoscenza e fattori di confidenza .....	10
Azioni di progetto sulla costruzione .....	11
Modello numerico .....	11
Tipo di analisi strutturale.....	11
Informazioni sul codice di calcolo .....	11
Affidabilità dei codici utilizzati .....	12
Modellazione della geometria e proprietà meccaniche: .....	12
Dimensione del modello strutturale: .....	12
Strutture verticali: .....	12
Strutture non verticali: .....	12
Orizzontamenti: .....	12
Tipo di vincoli:.....	12
Modellazione delle azioni .....	12
Combinazioni e/o percorsi di carico.....	12
Combinazioni dei casi di carico .....	12
Principali risultati .....	13
Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati.....	13
Verifiche agli stati limite ultimi.....	13
Verifiche agli stati limite di esercizio.....	13
RELAZIONE SUI MATERIALI .....	13
NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	13
CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI .....	17
LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI.....	17
VERIFICHE ELEMENTI TRAVE E/O PILASTRO IN C.A. ....	21
VERIFICHE ELEMENTI MURATURA.....	21
VERIFICHE S.L. ELEMENTI IN LEGNO .....	23

## RELAZIONE TECNICA GENERALE

### Premessa

Il progetto in oggetto propone l'adeguamento sismico del corpo di fabbrica principale della Villa Manzoni (o Terracini) sita in Via Gramsci n. 315 nel Comune di Sala Bolognese (BO).

L'intervento preserverà i caratteri fondamentali dell'edificio ma nello stesso tempo risponderà all'esigenza di adeguamento alla sicurezza sismica richiesta dall'odierna normativa.

### Identificazione catastale

Il fabbricato principale è censito al N.C.E.U. del Comune di Sala Bolognese al foglio 57, particella 39, sub. 2, categoria A/8, classe 1, consistenza 45 vani mentre l'intero complesso è identificato al N.C.T. del Comune di Sala Bolognese al foglio 57 e particelle A, 128, 129, 231 e 39 (si veda l'estratto di mappa sotto riportata).



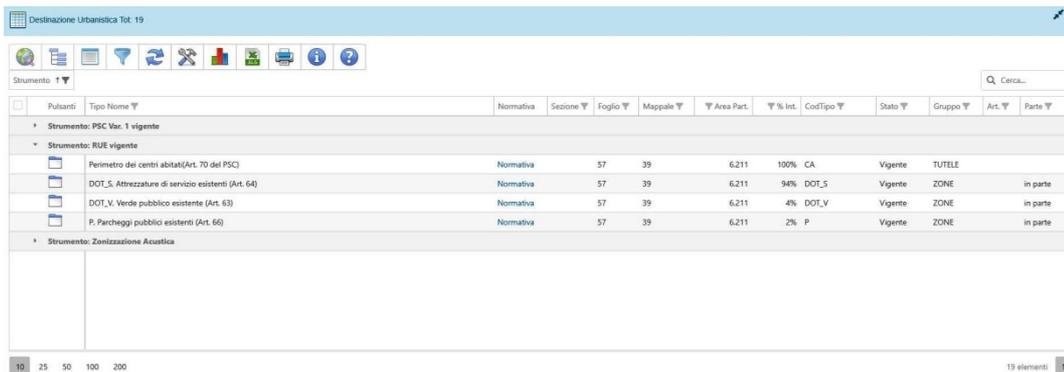
### Regime Urbanistico

Ai sensi del R.U.E., il Complesso Manzoni ricade all'interno delle "DOT\_S Attrezzature di servizio esistenti" ed è regolato dall'art. 64 delle predette norme.



# DESIGN E PROJECT MANAGEMENT s.r.l.

via Isonzo 44 52100 Arezzo [info@dpmengineering.it](mailto:info@dpmengineering.it) [dpm@pec.dpmengineering.it](mailto:dpm@pec.dpmengineering.it)  
CCIAA AREZZO REA 177957 P. IVA 02320730514 Cod. Attività 72.12.20



Pulsanti	Tipo Nome	Normativa	Sezione	Foglio	Mappale	Area Part.	% Int.	CodTipo	Stato	Gruppo	Art.	Parte
Strumento: PSC Var. 1 vigente												
Strumento: RUE vigente												
	Perimetro dei centri abitati(Art. 70 del PSC)	Normativa	57	39	6,211	100%	CA	Vigente	TUTELE			
	DOT_S. Attrezzature di servizio esistenti (Art. 64)	Normativa	57	39	6,211	94%	DOT_S	Vigente	ZONE			in parte
	DOT_V. Verde pubblico esistente (Art. 63)	Normativa	57	39	6,211	4%	DOT_V	Vigente	ZONE			in parte
	P. Parcheggi pubblici esistenti (Art. 66)	Normativa	57	39	6,211	2%	P	Vigente	ZONE			in parte
Strumento: Zonizzazione Acustica												

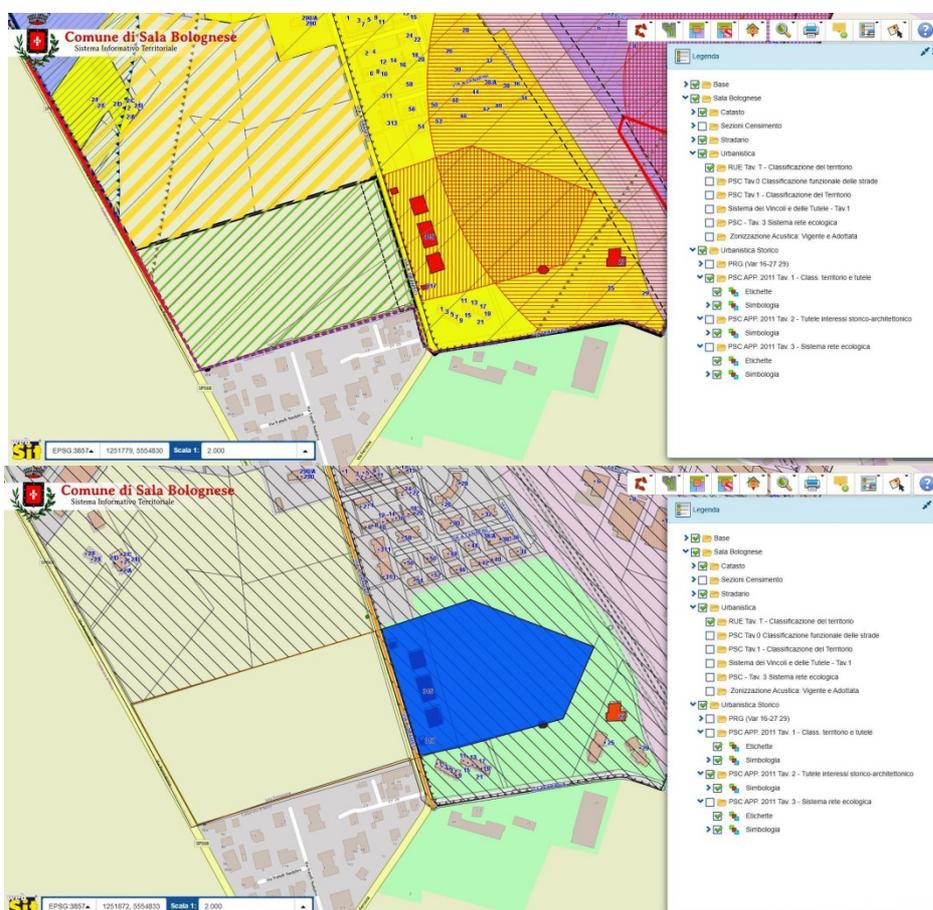
## Vincoli e tutele esistenti

In data 20 marzo 2006 il complesso di Villa Terracini è stato vincolato dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali ai sensi degli artt. 10 – 12 del Decreto legislativo 42/2004.

Riferimenti:

- Denominazione: Complesso di Villa Terracini;
- Regione: Emilia Romagna;
- Provincia: Bologna;
- Comune: Sala Bolognese;
- Località: Osteria Nuova;
- CAP: 40010;
- Nome strada: Via Gramsci;
- Toponimo: Osteria Nuova;
- Numero Civico: 315.

Di seguito le schede relative ai vincoli desunte dal SIT del Comune di Sala Bolognese.



## Notizie storiche

Villa Manzoni o Terracini, nota anche come "Villa delle Delizie", in località Osteria Nuova in Comune di Sala Bolognese, fu fatta erigere dalla famiglia Bassi, le cui prime notizie nel vicino territorio di Sacerno risalgono ad un periodo compreso fra i secoli XVI e XVII. Qui alcuni membri della famiglia lavorarono per più di un secolo come falegnami, fabbri, fornaciai e capimastri ed impiegarono il denaro guadagnato nell'acquisto di terreni, fino ad arrivare a godere nella prima metà del sec. XVIII della posizione di piccoli possidenti.

Dagli anni '60 del '700 emerge in particolare la figura di Angelo Bassi (m. 1796), che approfittò delle avversità economiche in cui versavano alcuni suoi clienti di famiglia nobile per appropriarsi di vaste tenute. E fu proprio Angelo a far costruire nel 1785 la villa padronale e l'oratorio dedicato a San Gaetano da Thiene sul terreno che aveva acquistato dai Gennari, dove era "...casa per coloni, stalla, teggia, ara, pozzo, forno e con due camini per braccianti...".

Successivamente alla fine del '700 per volontà di Raffaele Bassi vennero eretti gli altri edifici: la stalla e il magazzino con granai, rispettivamente uno a destra e uno a sinistra della villa, ed un edificio simile all'oratorio adibito a magazzino-ripostiglio di attrezzi.

A seguito dei diversi passaggi di proprietà la villa ha assunto negli anni diverse denominazioni: prima Villa Bassi, poi Sanguinetti, Manzoni e infine Terracini, dal nome dell'ultimo proprietario.

Da Angelo Bassi infatti passò prima al figlio Giuseppe (m. 1831) e successivamente al figlio di questi Raffaele (1792-1866). L'ultimo Bassi fu Carlo, figlio di Raffaele, che, morto nel 1890, lasciò la proprietà alla moglie Clotilde Forneris-Bodino. Ella vendette, nel 1891, a Lodovico Sanguinetti, tutti i fabbricati "nulla escluso ed eccettuato, intendendosi compreso l'orologio infisso del belvedere della villa, i tendoni esterni del Casino, i vasi da fiori, nonché i mobili e gli arredi sacri della cappellina". Il prezzo pattuito fu di L. 180.000, "di cui però Lire 2.000 rappresentano il valore di mobilio inerenti alla Villa".

La famiglia Sanguinetti vendette a sua volta tenuta e fabbricati all'avvocato Antonio Salviati, e questi a Nicomede Monari, dal quale furono poi acquistati nel 1917 dal conte Domenico Manzoni, ingegnere con interessi agricoli.

Nel 1937 passò ai coniugi genovesi Renzo Terracini e Renata Israel che, con rogito Umberto Rimini del 5 luglio 1937, acquistarono "un corpo di beni posti in comune di Sala Bolognese e di Calderara di Reno costituito dai poderi Palazzo, Sant'Antonio, Sant'Arcangelo, S. Annunziata e San Biagio situati nel Comune di Sala Bolognese ed il podere Valle San Marco nel Comune di Calderara di Reno".

Durante la seconda guerra mondiale il piano terra della villa venne requisito dalle autorità militari tedesche che vi installarono un comando di zona, e provvidero alla costruzione di un cunicolo in

cemento armato che dalla cantina consentiva lo sgombero del fabbricato in caso di attacco aereo. Il secondo piano fu occupato dalle famiglie di due medici, il terzo piano e il sottotetto da famiglie di sfollati.

Se la villa non subì danni particolarmente gravi nel periodo bellico, pesantemente impoverito risultò il patrimonio arboreo della tenuta, ove gran parte degli alberi secolari vennero infatti abbattuti.

Oggi la villa è di proprietà del Comune di Sala Bolognese e l'oratorio è utilizzato come atelier di un artista locale.

## Apparato architettonico e decorativo

Il complesso di Villa Terracini rappresenta un pregevole esempio di villa settecentesca che coniugava la doppia connotazione padronale e agricola. Si compone di diversi edifici allineati lungo la via di Sala, tra i quali quello di maggior rilievo è la villa padronale, che fa da baricentro e asse di simmetria al complesso. Seguono a sinistra e a destra le due barchesse e ancora a sinistra, leggermente avanzato, si trova l'Oratorio di San Gaetano da Thiene, cui corrisponde dalla parte opposta il magazzino-ripostiglio, fatto realizzare da Raffaele Bassi, insieme al granaio, a scopo ornamentale per ottenere l'effetto simmetrico.

Dietro la villa vi è un grande parco nel quale permangono tutt'ora l'originale fontana circolare merlata e la ghiacciaia. Il parco è ideato come "bosco all'inglese", nel quale una ricca vegetazione di alberi ad alto fusto fa da contorno ad un'ampia radura collocata al centro del parco, in prossimità dei fabbricati.

Intorno alla proprietà è stato nel tempo conservato uno spazio inedito, mantenuto a verde. Davanti a questa permangono ancora i resti della provana che la collegava alla strada Persicetana.

Alle estremità del viale, un tempo alberato, vi sono due cancelli simili, in ferro, costituiti da due eleganti pilastri circolari in mattoni e due piccoli pilastri ornamentali.

L'edificio padronale, caratterizzato da un'architettura sobria, si articola su cinque piani comprensivi di un seminterrato, dove trovano posto le cantine e le vecchie cucine, e di un sottotetto sormontato da una torretta belvedere in cui è installato un orologio meccanico realizzato dall'artigiano bolognese Facchini per Raffaele Bassi. Sull'estremità della copertura era un tempo collocato un parafulmine in ferro. Sempre in ferro è la ringhiera del balcone, sorretto da mensole e volute, sovrastante l'ingresso principale.

Alla sobrietà dell'esterno si contrappone la ricchezza degli interni, che sono carichi di dipinti raffiguranti elementi naturalistici e mitologici. Tutti i piani sono caratterizzati da atri passanti che distribuiscono i vari locali, e sono collegati

da una scala principale centrale, con balaustra in ferro riccamente lavorata, pavimento in marmo rosso di Verona, illuminata da un ampio lucernaio, incorniciato in un dipinto di finte architetture costituite da colonne a palchi teatrali. Al piano terreno la loggia passante è decorata da fascioni recanti immagini dipinte di fiori e puttini. Una stanza ovale è destinata ai conviti e dipinta a tutta parete con raffigurazioni di elementi naturalistici come alberi, fontane, corsi d'acqua ed elementi architettonici quali statue e tempietti.

Le immagini di Bacco e Cerere furono dipinte alla metà del XIX secolo accompagnate da un'iscrizione nel timpano di un tempio greco: "fra liete grazie assiso qui con Cerere e Bacco alberghi il riso". Nel 1947 attribuì questi dipinti a Vincenzo Martinelli e Antonio Bàsoli. Sul primo però vi sono pareri contrastanti.

Il soffitto della loggia del piano nobile è decorato con pitture monocrome raffiguranti motivi naturalistici d'ispirazione classica, puttini, figure femminili allegoriche e mitologiche.

Le due barchesse, una posta a sud e l'altra a nord rispetto all'edificio principale, avevano rispettivamente una funzione di stalla e l'altra di granaio. Si articolano su due piani e sono collegate da una scala ad un'unica rampa. Il prospetto è costituito da un portico con colonne binate ed archi ribassati. La barchessa ubicata a sud si distingue per la torretta posta asimmetricamente e per la copertura a terrazza, utilizzata per l'essiccazione dei cereali, che fu a seguito ricavata dalla perdita della copertura originaria, simile a quella dell'altro fabbricato, nel quale vi è un unico ambiente con le strutture del tetto a vista.

L'oratorio si compone di un ambiente ad aula, scandito da lesene e coperto da una volta, e di due ali laterali più basse. La facciata presenta un coronamento a timpano e un'apertura a lunetta semicircolare in corrispondenza della porta d'ingresso. È sormontato da un piccolo campanile a vela, che lo differenzia dall'edificio posto a sud ed utilizzato come ripostiglio.

## RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

### Premessa

La presente relazione di calcolo strutturale, in conformità al §10.1 del DM 17/01/18, è comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica. Segue inoltre le indicazioni fornite al §10.2 del DM stesso per quanto concerne analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo.

Nella presente parte sono riportati i principali elementi di inquadramento del progetto esecutivo riguardante le strutture, in relazione agli strumenti urbanistici, al progetto architettonico, al progetto delle componenti tecnologiche in generale ed alle prestazioni attese dalla struttura.

### Analisi storico-critica

Per quanto concerne l'analisi storico-critica, si rimanda ai precedenti paragrafi "Notizie storiche" e "Apparato architettonico e decorativo".

### Esito del rilievo geometrico-strutturale

Per l'edificio in oggetto ci si è basati sulla documentazione fornita dagli Uffici del Comune di Sala Bolognese e redatti in seno all'intervento di manutenzione straordinaria della copertura nell'anno 2003.

Tali elaborati raffigurano in maniera esaustiva l'impianto architettonico del fabbricato mentre non abbiamo alcuna informazione circa la natura del materiale costituente la muratura della struttura portante per cui sarebbe auspicabile condurre una campagna di indagine atta ad un'accurata analisi ante-operam.

La campagna di indagine dovrà riguardare anche la valutazione della presenza o meno di un sistema fondale oltre alla caratterizzazione geomeccanica del terreno su cui il fabbricato sorge.

Tutto quanto sopra indicato, tipico di un esame di vulnerabilità sismica per edifici esistenti, è propedeutico per ottenere, ai sensi del disposto del paragrafo 8.5 delle N.T.C. 2018, un livello di conoscenza per l'edificio in questione pari a LC2 e pertanto un fattore di confidenza pari a 1,20.

### Descrizione generale dell'opera

Per l'edificio principale si propone l'adeguamento sismico preservando i caratteri fondamentali dello stesso rispondendo all'esigenza di adeguamento alla sicurezza sismica richiesta dall'odierna normativa.

Il fabbricato principale è censito al N.C.E.U. del Comune di Sala Bolognese al foglio 57, particella 39, sub. 2, categoria A/8, classe 1, consistenza 45 vani.

Ai sensi del R.U.E., il Complesso Manzoni ricade all'interno delle "DOT\_S Attrezzature di servizio esistenti" ed è regolato dall'art. 64 delle predette norme.

Il fabbricato si colloca all'esterno del tessuto edilizio di Osteria Nuova (frazione di Sala Bolognese) così come si evince dall'inquadramento territoriale fotografico sotto riportato.

## DESIGN E PROJECT MANAGEMENT s.r.l.

via Isonzo 44 52100 Arezzo [info@dpmengineering.it](mailto:info@dpmengineering.it) [dpm@pec.dpmengineering.it](mailto:dpm@pec.dpmengineering.it)  
CCIAA AREZZO REA 177957 P. IVA 02320730514 Cod. Attività 72.12.20



Il corpo di fabbrica ha forma rettangolare ed altimetricamente è sviluppato su un piano seminterrato e altri quattro fuori terra.

Il prospetto principale si affaccia su Via Gramsci mentre lateralmente si affaccia su Via Ferrovia (lato destro) e sul parco interno (lato sinistro) così come posteriormente.



## EDIFICIO PRINCIPALE

### Caratteristiche tipologiche e finiture:

L'edificio principale è caratterizzato da un'architettura sobria e si articola, come detto in precedenza, su cinque piani di cui uno seminterrato (dove trovano posto le cantine e le vecchie cucine) e di un sottotetto sormontato da una torretta belvedere in cui è installato un orologio meccanico.

Sull'estremità della copertura, che ha subito un intervento di manutenzione importante nel 2003 (totale sostituzione degli elementi della copertura con altri nuovi in legno lamellare), era collocato un parafulmine in ferro così come è in ferro la ringhiera del balcone, sorretto da mensole e volute, sovrastante l'ingresso principale.

Gli ambienti interni sono invece ricchi di dipinti raffiguranti elementi naturalistici e mitologici. Tutti i piani sono caratterizzati da atri passanti che distribuiscono i vari locali e sono fra essi collegati da una scala principale centrale avente una balaustra in ferro riccamente lavorata, un'illuminazione dovuta ad un ampio lucernaio e incorniciato in un dipinto di finte architetture costituite da colonne a palchi teatrali.

Al piano terreno la loggia passante è decorata da fascioni recanti immagini dipinte di fiori e puttini. Una stanza ovale è destinata ai conviti e dipinta a tutta parete con raffigurazioni di elementi naturalistici come alberi, fontane, corsi d'acqua ed elementi architettonici quali statue e tempietti.

Il soffitto della loggia del piano nobile è decorato con pitture monocrome raffiguranti motivi naturalistici d'ispirazione classica, puttini, figure femminili allegoriche e mitologiche.

### Stato di conservazione:

Lo stato di conservazione di seguito riportato scaturisce da un esame visivo di quanto visibile e raggiungibile ed ovviamente andrebbe rivalutato dopo l'effettuazione della necessaria (e direi anche obbligatoria) campagna di indagine volta alla caratterizzazione dei materiali costituenti i setti murari portanti dell'edificio principale.

La struttura presenta una muratura presumibilmente mista in pietra e laterizio di spessore variabile (55/60 cm). Le pareti perimetrali a tutti i piani risultano costituite presumibilmente da due paramenti ammorsati fra di loro con interposizione di scaglie e frammenti delle stesse pietre.

Inoltre, sempre dall'esame visivo, si rileva la carenza di ammorsatura tra le intersezioni d'angolo del paramento esterno con le murature interne.

Dall'esame delle murature esterne è emersa la presenza di alcune criticità con l'insorgere di fessurazioni diagonali in diversi sottofinestra il che dimostra che il fabbricato ha subito forti accelerazioni dovute all'evento sismico del 2012 e che l'energia assorbita ha dato origine a quelle spaccature portando in evidenza dei punti critici che dovranno essere sottoposti ad esami più accurati e ad interventi di ripristino mirati.

La copertura, come si è potuto rilevare in loco e dopo la verifica degli elaborati di progetto allegati alla pratica di manutenzione straordinaria che hanno portato alla completa sostituzione della stessa nel 2003, non presenta delle criticità in quanto gli interventi realizzati sono rispettosi delle norme del buon costruire che prevedono la realizzazione di cordolo di sommità atto all'eliminazione e/o mitigazione delle spinte dovute alla presenza dei puntoni lignei.

### Elementi rilevanti da tutelare:

Così come disciplinato anche dalle NTA vigenti, si prevede il mantenimento della sagoma e del numero dei piani dell'edificio e non di meno la salvaguardia dei prospetti principali della posizione e della forma della aperture storiche. Tuttavia sono ammessi in misura limitata modifiche nei prospetti non caratterizzanti.

Di interesse risulta anche il mantenimento dell'assetto dell'edificio caratterizzato dalla continuità dei collegamenti orizzontali caratteristici e dei singoli vani. Conservazione anche del rapporto tra edificio e area di pertinenza.

## STATO DI PROGETTO

Già l'esame visivo ha evidenziato, per il corpo principale del complesso edilizio, la seguente situazione:

1. assenza di una struttura di fondazione idonea per la struttura in elevazione del fabbricato principale;
2. murature di caratteristiche piuttosto scadenti;
3. murature tra loro perpendicolari non sempre bene ingranate;
4. mancanza di piano rigido al livello degli impalcati intermedi con pareti di altezza notevole e libere in testa;
5. copertura in legno di recente realizzazione (anno 2003) ed ancora in ottimo stato di conservazione.

Tale analisi preliminare porta a considerare, per il fabbricato principale, i seguenti interventi al fine del raggiungimento del livello di adeguamento sismico minimo richiesto dalla normativa vigente:

- a. realizzazione di una struttura di sottofondazione atta a garantire il trasferimento delle azioni al sottostante terreno ed evitare l'eventuale innesco di cedimenti differenziali;
- b. realizzazione di piano rigido con catene, controventi e/o profili di acciaio negli impalcati intermedi;
- c. irrigidimento della muratura perimetrale con applicazione di betoncino in fibra di carbonio sulla faccia esterna sfruttando la presenza dell'intonaco e quindi dell'assenza di parti in pietra e/o laterizio a vista;

- d. collegamento del cordolo della copertura lignea di recente sostituzione con il “piano rigido” del piano terzo in modo tale da farla collaborare con il resto del fabbricato dal punto di vista sismico; tale operazione sarà garantita attraverso la realizzazione di controventi in profili di acciaio collegati a loro volta al betoncino di consolidamento del paramento esterno.

Ulteriore elemento di riflessione, da confermare con sopralluoghi più mirati da effettuarsi durante la necessaria campagna di indagine, è costituita necessità di risalire alla tipologia costruttiva dei solai degli impalcati intermedi.

I criteri di intervento saranno pertanto i seguenti:

1. realizzazione di struttura di sottofondazione o meglio di affiancamento di nuove travi solidarmente collegate al sistema fondale esistente attraverso elementi di sostegno da inserire nella struttura esistente con interasse non superiore al metro;
2. realizzazione di un piano rigido a livello di gronda con struttura interamente in carpenteria metallica a cerchiare dall'interno l'intera parte sommitale delle murature (collegandola cioè al cordolo di sommità esistente) e il solaio di piano terzo creando in tal modo una struttura scatolare rigida e per nulla spingente sulle murature sottostanti e consentendo il mantenimento dello sporto di gronda esistente;
3. realizzazione del consolidamento degli altri solai dei piani intermedi sottostanti mediante profili metallici all'intradosso dei solai lungo gli appoggi degli elementi costituenti i solai stessi e collegati tra loro trasversalmente in modo da creare un vincolo aventi le caratteristiche di varie catene; in subordine a tale soluzione (nell'ipotesi che non si possano effettuare collegamenti agli elementi costituenti i vari solai atti allo scopo), si può prevedere un sistema di catene metalliche poste su vari locali ad intradosso dei solai e lungo le due direzioni principali;
4. collegamento dei profili metallici e/o delle catene alle murature mediante collegamenti trasversali e realizzazione sulla parete esterna di una fascia in rete/tessuto di acciaio galvanizzato tipo Geosteel G3300 e betoncino additivato con resine, eventualmente integrata con barre di acciaio inserite nei corsi della muratura;
5. realizzazione di fascia in rete metallica e betoncino collegata alla carpenteria metallica interna a livello del sottogronda;
6. realizzazione di fasce in rete metallica e betoncino verticali per incrementare la rigidità delle murature nei maschi murari principali.

L'utilizzo in esterno di reti in tessuto di acciaio eventualmente integrate da barre di acciaio inserite nei corsi della muratura permetterà di contenere lo spessore dell'irrigidimento strutturale a meno di 1 cm, permettendo nelle fasce di intervento la ricostituzione dell'intonaco negli spessori originari e con le scanalature decorative come esistenti.

L'intervento all'interno dei locali è limitato alla posa di profilati di acciaio a L all'intradosso dei solai nell'angolo di intersezione degli stessi con le murature portanti.

Tali profilati saranno collegate agli elementi costituenti i solai e collegati per punti con barre filettate passanti una ogni metro e inghisaggio chimico alle murature perimetrali e agli irrigidimenti strutturali esterni o tra loro nel caso del muro interno e bullonate ai profilati stessi.

Tale intervento non prevede lavorazioni ad umido, è rapido ed interferisce con una fascia limitata dell'intradosso del solaio intermedio e verosimilmente con assenza di impiantistica sottotraccia.

Si ritiene possibile effettuare questi interventi in ogni momento dell'anno anche se sarebbe preferibile eseguire prima le operazioni di consolidamento interne e poi proseguire con l'esterno ed in questo caso sarebbe auspicabile eseguire le lavorazioni necessarie nel periodo primavera/estate e cioè quando è più agevole lavorare in facciata.

In definitiva quindi l'intervento si propone di non modificare per nulla la percezione visiva esterna dell'edificio una volta realizzati i ripristini successivi alla realizzazione degli interventi strutturali.

In facciata infatti è prevista la asportazione di strisce limitate di intonaco, fino a portare a vista la muratura sottostante, individuate nelle zone sia compatibili con le esigenze strutturali, sia meno impattanti con i decori, frontoni, cornici e lesene soprattutto presenti nella facciata principale.

Come detto la realizzazione delle fasce di consolidamento in rete di acciaio composti di resine a rasare insisterà su uno spessore limitato dell'intonaco che potrà, a intervento realizzato, essere ricostituito con tecnologia del tutto tradizionale per lo spessore restante e reso perfettamente complanare all'intonaco preesistente ed infine oggetto di riprese di tinteggiatura per garantire la piena uniformità estetica del risultato finale.

A tal fine gli intonaci e le tinteggiature esistenti, risultato di rifacimenti ed integrazioni anche recenti, saranno oggetto di attenta campionatura per garantire la scelta, per le riprese ed integrazioni necessitate dagli interventi programmati, di materiali perfettamente omogenei agli attuali.

I capitesta dei connettori che collegano le fasce di consolidamento esterno alla struttura interna, pur di modesto spessore, saranno realizzati in incassi svasati appositamente realizzati nel corpo della muratura, al fine di assicurare la assenza di indesiderate bugnature e la planarità del risultato finale.

La struttura di contenimento della copertura e di collegamento e irrigidimento delle murature sommitali, sarà integralmente metallica e realizzata tutta all'interno delle murature stesse, cui sarà collegata con connettori puntuali, evitandosi così la realizzazione di ulteriori cordoli cementizi e dei conseguenti scassi sulle murature stesse.

# DESIGN E PROJECT MANAGEMENT s.r.l.

via Isonzo 44 52100 Arezzo [info@dpmengineering.it](mailto:info@dpmengineering.it) [dpm@pec.dpmengineering.it](mailto:dpm@pec.dpmengineering.it)  
CCIAA AREZZO REA 177957 P. IVA 02320730514 Cod. Attività 72.12.20

Tale tecnica consente l'integrale mantenimento dello sporto di gronda, che sarà connesso alla nuova struttura e delle sagomature di sottogronda, così come delle gronde e dei pluviali esistenti.

La copertura del tetto non sarà smontata e manterrà, quindi, la geometria esistente.

Gli interventi di carattere strutturale interni ai piani sottostanti dell'edificio solo limitati alle zone perimetrali di estradosso solaio e consistono nella installazione di profilati metallici collegati ai solai esistenti e/o la posa di catene metalliche e connessi alle fasce di rinforzo strutturale esterne.

Tali profilati saranno occultati dal controsoffitto ove esistente oppure saranno scatolati in piccole strutture di cartongesso a modo di cornice perimetrale o trave ricalata di dimensione circa cm. 20x 40.

Il solaio di piano terra sarà reso ispezionabile all'intradosso anche nella zona della intercapedine oggi non accessibile, che sarà parzialmente svuotata mediante un accesso provvisorio realizzato dalla testata dell'edificio, mentre l'accesso definitivo verrà realizzato dalla porzione di seminterrato attualmente praticabile.

Con tale operazione, oltre alla realizzazione degli interventi strutturali di cui sopra, si prevede la sostituzione degli infissi ed la messa a norma della parte impiantistica presente oltre ad ulteriori interventi manutentivi che si rendano necessari ad un'esame più accurato del fabbricato.

Descrizione generale dell'opera	
Fabbricato ad uso	Residenza/Museo
Ubicazione	Comune di SALA BOLOGNESE (BO) [Regione EMILIA ROMAGNA]
	Località Osteria Nuova
Numero di piani	Longitudine 11.2391, Latitudine 44.5772 (coordinate nel sistema di riferimento WGS84)
	4 Fuori terra
	1 Seminterrato
Numero vani scale	Le dimensioni dell'opera in pianta sono racchiuse in un rettangolo di 29x17 m
Numero vani ascensore	1
Tipo di fondazione	0
	Nastriformi

Principali caratteristiche della struttura	
Struttura regolare in pianta	Si
Struttura regolare in altezza	Si
Classe di duttilità	No duttilità
Travi: ricalate o in spessore	Spessore
Pilastrini	No
Pilastrini in falso	No
Tipo di fondazione	Nastriformi
Condizioni per cui è necessario considerare la componente verticale del sisma	Nessuna

Parametri della struttura			
Classe d'uso	Vita Vn [anni]	Coeff. Uso	Periodo Vr [anni]
II	50.0	1.0	50.0

Fattore di struttura
Vista la natura del fabbricato oggetto del seguente progetto (edificio esistente con struttura portante in muratura ) si è optato per $q = 1,00$ .

## Quadro normativo di riferimento adottato

Le norme ed i documenti assunti quale riferimento per la progettazione strutturale vengono indicati di seguito. Nel capitolo "normativa di riferimento" è comunque presente l'elenco completo delle normative disponibili.

Progetto-verifica degli elementi	
Progetto cemento armato	D.M. 17-01-2018
Progetto acciaio	D.M. 17-01-2018
Progetto legno	D.M. 17-01-2018
Progetto muratura	D.M. 17-01-2018
Azione sismica	
Norma applicata per l'azione sismica	D.M. 17-01-2018

## Livelli di conoscenza e fattori di confidenza

Il livello di conoscenza, per l'edificio in questione è LC2.

Pertanto il fattore di confidenza è 1,20.

# DESIGN E PROJECT MANAGEMENT s.r.l.

via Isonzo 44 52100 Arezzo [info@dpmengineering.it](mailto:info@dpmengineering.it) [dpm@pec.dpmengineering.it](mailto:dpm@pec.dpmengineering.it)  
CCIAA AREZZO REA 177957 P. IVA 02320730514 Cod. Attività 72.12.20

## Azioni di progetto sulla costruzione

Nei capitoli “modellazione delle azioni” e “schematizzazione dei casi di carico” sono indicate le azioni sulla costruzioni. Nel prosieguo si indicano tipo di analisi strutturale condotta (statico,dinamico, lineare o non lineare) e il metodo adottato per la risoluzione del problema strutturale nonché le metodologie seguite per la verifica o per il progetto-verifica delle sezioni. Si riportano le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti; le configurazioni studiate per la struttura in esame *sono risultate effettivamente esaustive per la progettazione-verifica.*

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L’analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici. L’analisi strutturale è condotta con il metodo dell’analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico). L’analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema (nell’ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$$\mathbf{K} * \mathbf{u} = \mathbf{F}$$

dove  $\mathbf{K}$  = matrice di rigidezza  
 $\mathbf{u}$  = vettore spostamenti nodali  
 $\mathbf{F}$  = vettore forze nodali

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all’elemento stesso.

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l’asse Z verticale ed orientato verso l’alto.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

Elemento tipo <b>TRUSS</b>	(biella-D2)
Elemento tipo <b>BEAM</b>	(trave-D2)
Elemento tipo <b>MEMBRANE</b>	(membrana-D3)
Elemento tipo <b>PLATE</b>	(piastra-guscio-D3)
Elemento tipo <b>BOUNDARY</b>	(molla)
Elemento tipo <b>STIFFNESS</b>	(matrice di rigidezza)
Elemento tipo <b>BRICK</b>	(elemento solido)
Elemento tipo <b>SOLAIO</b>	(macro elemento composto da più membrane)

## Modello numerico

In questa parte viene descritto il modello numerico utilizzato (o i modelli numerici utilizzati) per l’analisi della struttura. La presentazione delle informazioni deve essere, coerentemente con le prescrizioni del paragrafo 10.2 e relativi sottoparagrafi delle NTC-18, tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità

Tipo di analisi strutturale	
Statica lineare	SI
Statica non lineare	NO
Sismica statica lineare	NO
Sismica dinamica lineare	SI
Sismica statica non lineare (prop. masse)	NO
Sismica statica non lineare (prop. modo)	NO
Sismica statica non lineare (triangolare)	NO
Non linearità geometriche (fattore P delta)	NO

Di seguito si indicano l’origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d’uso:

Informazioni sul codice di calcolo	
Titolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	PROFESSIONAL (build 2020-12-191)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l’Ingegneria s.r.l., Ferrara
Dati utente finale:	Dott. Ing. Roberto Dini
Codice Utente:	cli1496

# DESIGN E PROJECT MANAGEMENT s.r.l.

via Isonzo 44 52100 Arezzo [info@dpmengineering.it](mailto:info@dpmengineering.it) [dpm@pec.dpmengineering.it](mailto:dpm@pec.dpmengineering.it)  
CCIAA AREZZO REA 177957 P. IVA 02320730514 Cod. Attività 72.12.20

Codice Licenza:	Licenza dsi3143
-----------------	-----------------

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione:

## Affidabilità dei codici utilizzati

2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

È possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link:

<http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm>

## Modellazione della geometria e proprietà meccaniche:

nodi	3171
elementi D2 (per aste, travi, pilastri...)	366
elementi D3 (per pareti, platee, gusci...)	2809
elementi solaio	78
elementi solidi	0

## Dimensione del modello strutturale:

X min =	0.00 cm
Xmax =	2816.00 cm
Ymin =	0.00 cm
Ymax =	1660.00 cm
Zmin =	-240.00 cm
Zmax =	2580.00 cm

## Strutture verticali:

Elementi di tipo asta	NO
Pilastri	SI
Pareti	SI
Setti (a comportamento membranale)	NO

## Strutture non verticali:

Elementi di tipo asta	NO
Travi	SI
Gusci	NO
Membrane	NO

## Orizzontamenti:

Solai con la proprietà piano rigido	NO
Solai senza la proprietà piano rigido	SI

## Tipo di vincoli:

Nodi vincolati rigidamente	NO
Nodi vincolati elasticamente	NO
Nodi con isolatori sismici	NO
Fondazioni puntuali (plinti/plinti su palo)	NO
Fondazioni di tipo trave	SI
Fondazioni di tipo platea	NO
Fondazioni con elementi solidi	NO

## Modellazione delle azioni

Si veda il capitolo "Schematizzazione dei casi di carico" per le informazioni necessarie alla comprensione ed alla ricostruzione delle azioni applicate al modello numerico, coerentemente con quanto indicato nella parte "2.6. Azioni di progetto sulla costruzione".

## Combinazioni e/o percorsi di carico

Si veda il capitolo "Definizione delle combinazioni" in cui sono indicate le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti.

## Combinazioni dei casi di carico

APPROCCIO PROGETTUALE	Approccio 2
Tensioni ammissibili	NO
SLU	SI
SLV (SLU con sisma)	SI
SLC	SI
SLD	SI

# DESIGN E PROJECT MANAGEMENT s.r.l.

via Isonzo 44 52100 Arezzo [info@dpmengineering.it](mailto:info@dpmengineering.it) [dpm@pec.dpmengineering.it](mailto:dpm@pec.dpmengineering.it)  
CCIAA AREZZO REA 177957 P. IVA 02320730514 Cod. Attività 72.12.20

SLO	NO
SLU GEO A2 (per approccio 1)	NO
SLU EQU	NO
Combinazione caratteristica (rara)	SI
Combinazione frequente	SI
Combinazione quasi permanente (SLE)	SI
SLA (accidentale quale incendio)	SI

## Principali risultati

I risultati devono costituire una sintesi completa ed efficace, presentata in modo da riassumere il comportamento della struttura, per ogni tipo di analisi svolta.

### 2.8.1. Risultati dell'analisi modale

Viene riportato il tipo di analisi modale condotta, restituiti i risultati della stessa e valutate le informazioni desumibili in merito al comportamento della struttura.

### 2.8.2. Deformate e sollecitazioni per condizioni di carico

Vengono riportati i principali risultati atti a descrivere il comportamento della struttura, in termini di stati di sollecitazione e di deformazione generalizzata, distinti per condizione elementare di carico o per combinazioni omogenee delle stesse.

2.8.3. Inviluppo delle sollecitazioni maggiormente significative. L'analisi e la restituzione degli inviluppi (nelle combinazioni considerate agli SLU e agli SLE) delle caratteristiche di sollecitazione devono essere finalizzate alla valutazione dello stato di sollecitazione nei diversi elementi della struttura.

### 2.8.4. Reazioni vincolari

Vengono riportate le reazioni dei vincoli nelle singole condizioni di carico e/o nelle combinazioni considerate.

### 2.8.5. Altri risultati significativi

Nella presente parte vengono riportati tutti gli altri risultati che il progettista ritiene di interesse per la descrizione e la comprensione del/i modello/i e del comportamento della struttura.

## Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati.

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi. Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa. I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni. Si allega al termine della presente relazione elenco sintetico dei controlli svolti (verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati, comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, etc.).

## Verifiche agli stati limite ultimi

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità ed i criteri seguiti per valutare la sicurezza della struttura nei confronti delle possibili situazioni di crisi ed i risultati delle valutazioni svolte. In via generale, oltre alle verifiche di resistenza e di spostamento, devono essere prese in considerazione verifiche nei confronti dei fenomeni di instabilità, locale e globale, di fatica, di duttilità, di degrado.

## Verifiche agli stati limite di esercizio

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità seguite per valutare l'affidabilità della struttura nei confronti delle possibili situazioni di perdita di funzionalità (per eccessive deformazioni, fessurazioni, vibrazioni, etc.) ed i risultati delle valutazioni svolte.

## RELAZIONE SUI MATERIALI

Il capitolo Materiali riportata informazioni esaustive relative all'elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa in opera e ai valori di calcolo.

## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

1. D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
2. UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
3. UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici.
4. UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
5. UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
6. UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2:

# DESIGN E PROJECT MANAGEMENT s.r.l.

via Isonzo 44 52100 Arezzo [info@dpmengineering.it](mailto:info@dpmengineering.it) [dpm@pec.dpmengineering.it](mailto:dpm@pec.dpmengineering.it)  
CCIAA AREZZO REA 177957 P. IVA 02320730514 Cod. Attività 72.12.20

Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.

- UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
- UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici.
- UNI EN 1996-1-1:2006 26/01/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.
- UNI EN 1996-3:2006 09/03/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata.
- UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
- UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.
- UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

NOTA sul capitolo "normativa di riferimento": riporta l'elenco delle normative implementate nel software. Le norme utilizzate per la struttura oggetto della presente relazione sono indicate nel precedente capitolo "RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE" "ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO". Laddove nei capitoli successivi vengano richiamate norme antecedenti al DM 17-01-18 è dovuto o a progettazione simulata di edificio esistente.

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Vertici della maglia elementare INGV [riferimento WGS84]

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza [km]
16506	11.176	44.562	5.261
16507	11.246	44.564	1.564
16285	11.244	44.614	4.093
16284	11.174	44.612	6.423

Coordinate geografiche [riferimento WGS84]

Località: SALA BOLOGNESE (BO)

Longitudine: 11.2391 Latitudine: 44.5772

Parametri per le forme spettrali

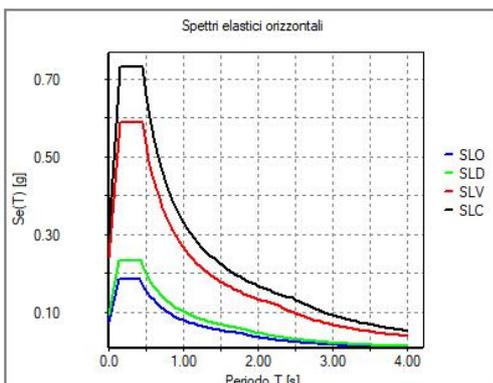
	Pver	Tr	ag [g]	Fo	T*c
SLO	81	30	0.0500	2.480	0.260
SLD	63	50	0.0615	2.513	0.270
SLV	10	475	0.1645	2.448	0.288
SLC	5	975	0.2162	2.445	0.290

Periodo di riferimento per l'azione sismica

Vita Vn [anni]	Coefficiente uso Cu	Periodo Vr [anni]	Livello di sicurezza
50	1	50	100

Nota: per il calcolo dei parametri sismici  
1) inserire le coordinate geografiche 2) introdurre Vn e Cu  
Per le isole è possibile utilizzare come località: gruppo isole N [con N = 1,2,3,4,5]

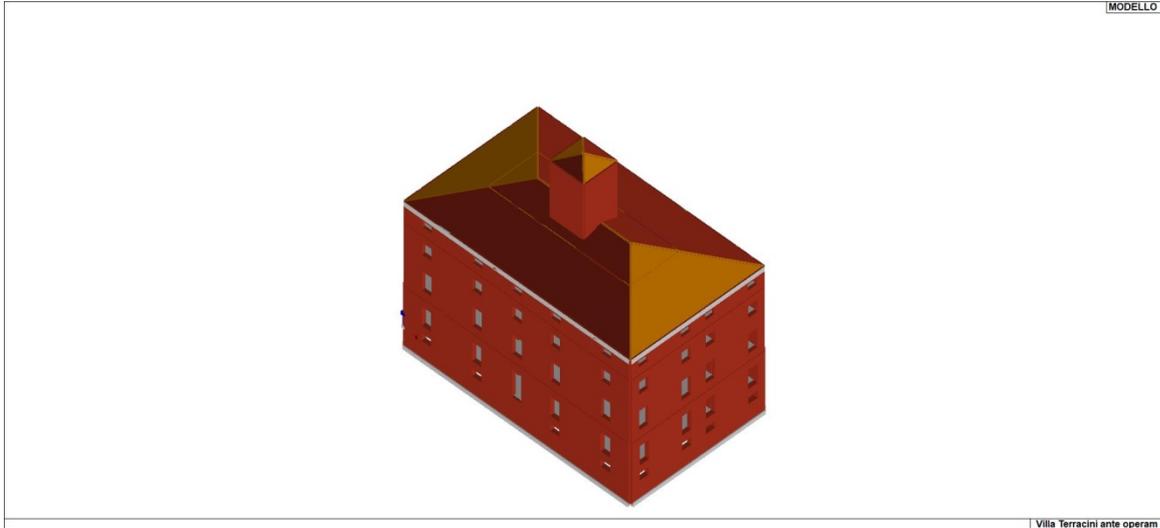
01\_INT\_PERICOLOSITA



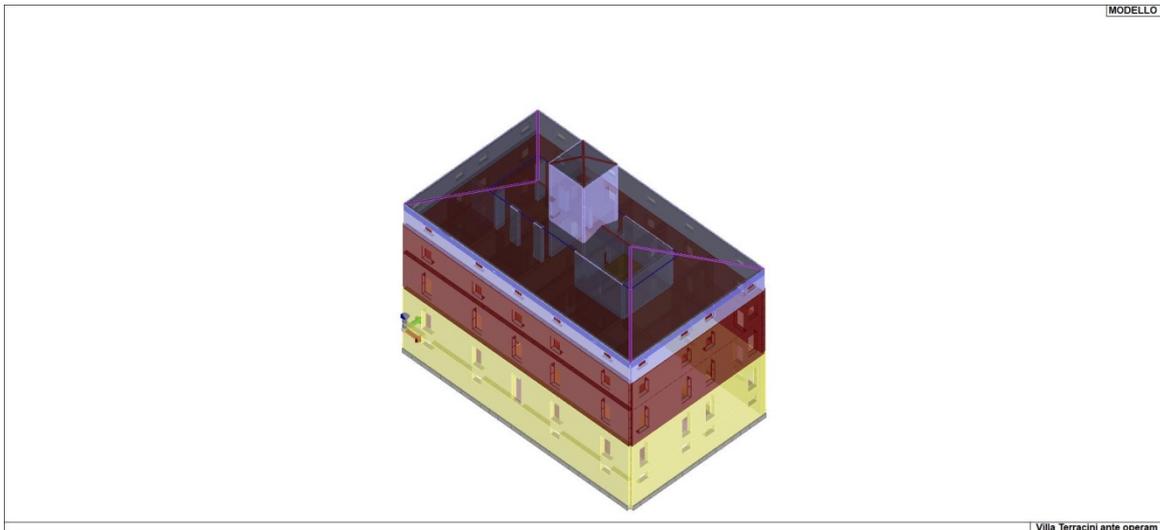
01\_INT\_SPETTRI\_ELASTICI\_0

# DESIGN E PROJECT MANAGEMENT s.r.l.

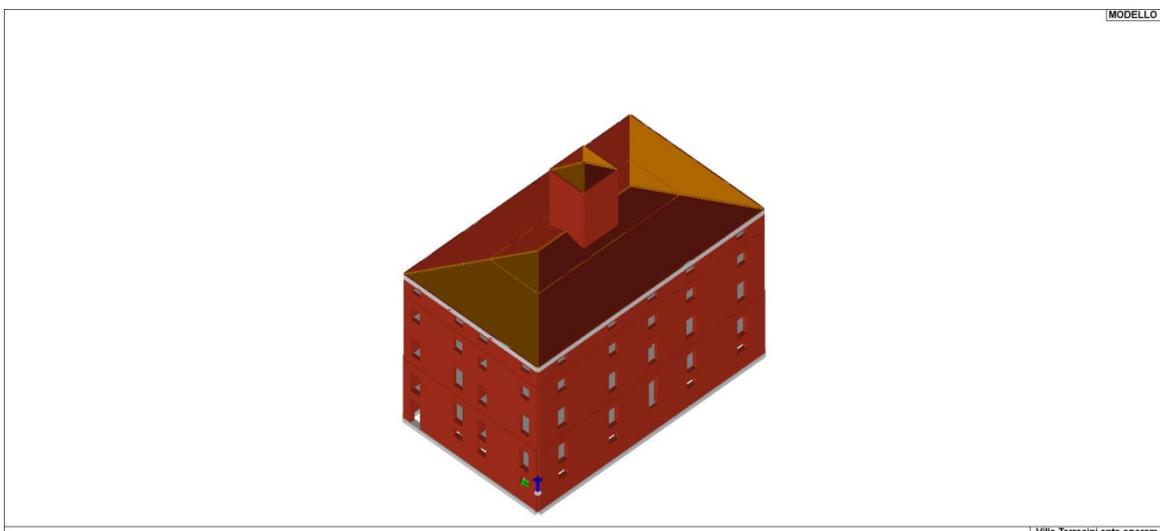
via Isonzo 44 52100 Arezzo [info@dpmengineering.it](mailto:info@dpmengineering.it) [dpm@pec.dpmengineering.it](mailto:dpm@pec.dpmengineering.it)  
CCIAA AREZZO REA 177957 P. IVA 02320730514 Cod. Attività 72.12.20



01a\_INT\_VISTA\_SOLIDATA\_001



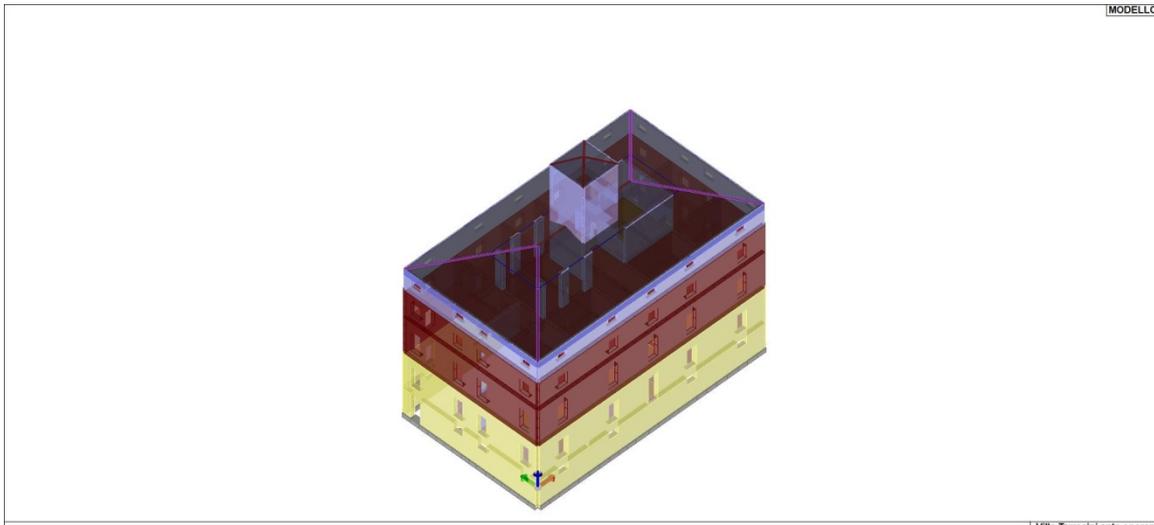
01b\_INT\_LINEE\_NASCOSTE\_001



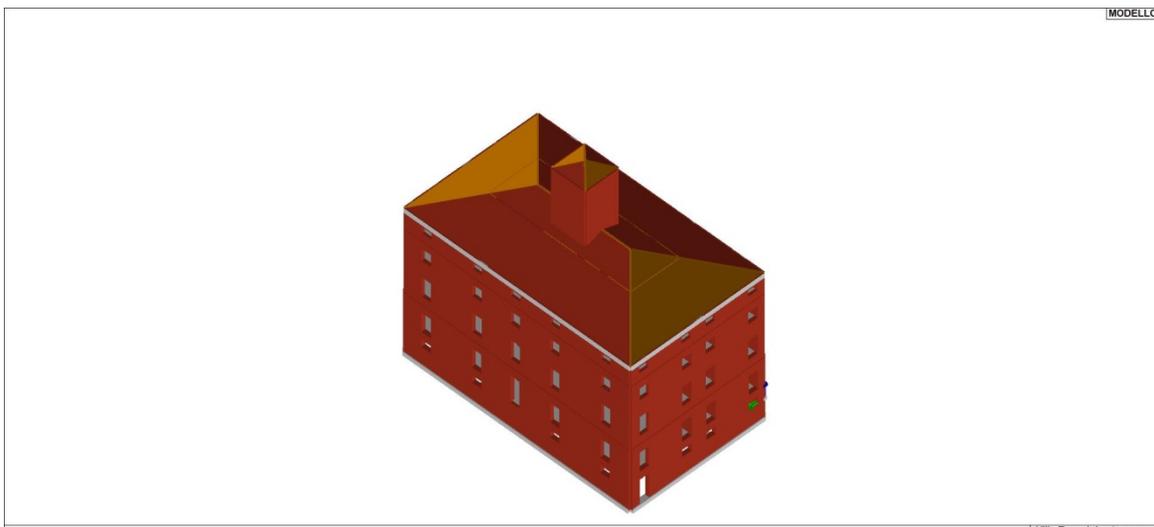
01a\_INT\_VISTA\_SOLIDATA\_002

# DESIGN E PROJECT MANAGEMENT s.r.l.

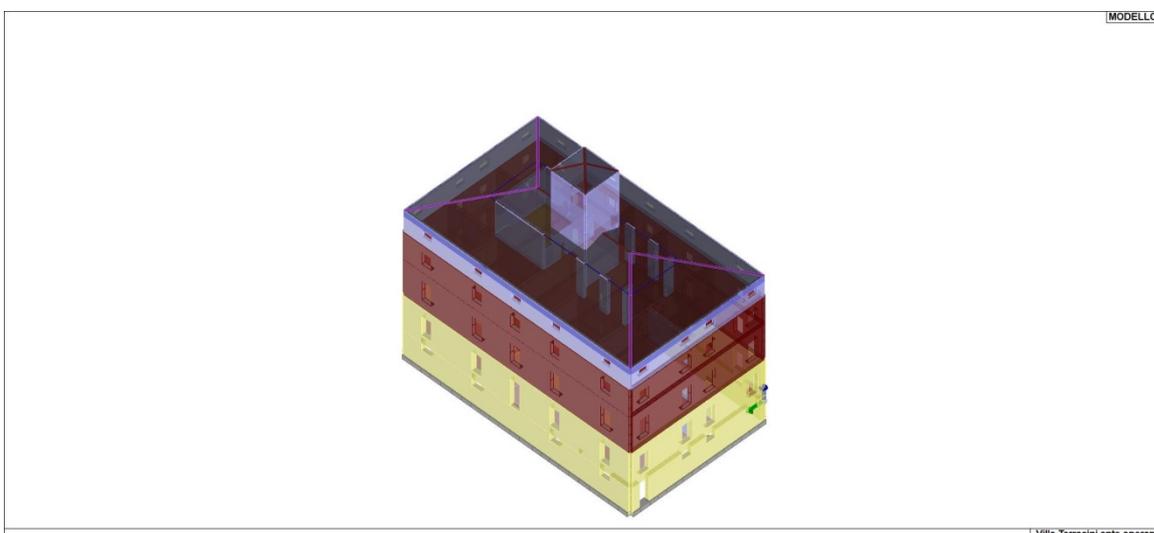
via Isonzo 44 52100 Arezzo [info@dpmengineering.it](mailto:info@dpmengineering.it) [dpm@pec.dpmengineering.it](mailto:dpm@pec.dpmengineering.it)  
CCIAA AREZZO REA 177957 P. IVA 02320730514 Cod. Attività 72.12.20



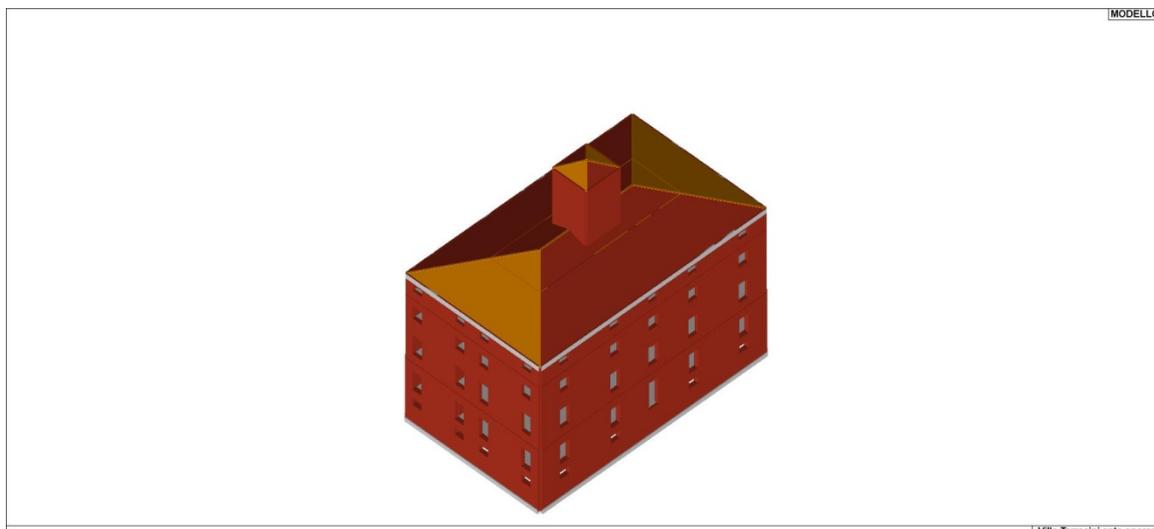
01b\_INT\_LINEE\_NASCOSTE\_002



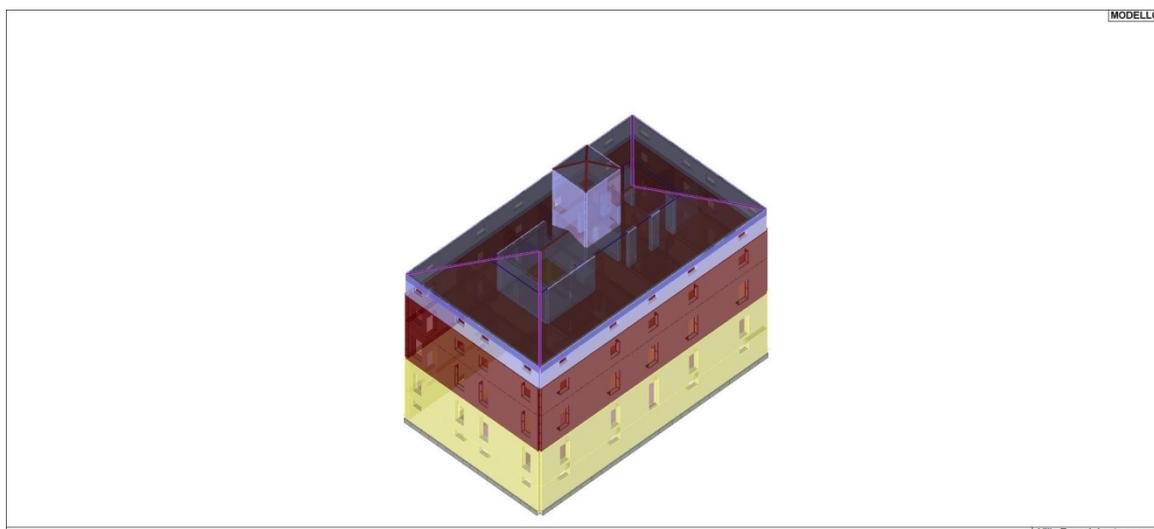
01a\_INT\_VISTA\_SOLIDA\_003



01b\_INT\_LINEE\_NASCOSTE\_003



01a\_INT\_VISTA\_SOLIDA\_004



01b\_INT\_LINEE\_NASCOSTE\_004

## CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

### LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI

Per l'analisi effettuata al fine di avere un primo risultato riguardo allo studio di vulnerabilità, sono state fatte delle ipotesi sulla caratterizzazione del materiale costituente la struttura considerando un livello di conoscenza pari a LC2 e pertanto un fattore di confidenza pari a 1,20.

L'unico dato certo è quello relativo al materiale ligneo in quanto è stato desunto dagli elaborati grafici relativi al progetto per la sostituzione della copertura effettuato nel 2003.

I materiali utilizzati nella modellazione sono individuati da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione).

Per ogni materiale vengono riportati in tabella i seguenti dati:

Young	modulo di elasticità normale E
Poisson	coefficiente di contrazione trasversale $\nu$
G	modulo di elasticità tangenziale
Gamma	peso specifico
Alfa	coefficiente di dilatazione termica
Fattore di confidenza FC m	Fattore di confidenza specifico per materiale; (è riportato solo se diverso da quello globale della struttura)

# DESIGN E PROJECT MANAGEMENT s.r.l.

via Isonzo 44 52100 Arezzo [info@dpmengineering.it](mailto:info@dpmengineering.it) [dpm@pec.dpmengineering.it](mailto:dpm@pec.dpmengineering.it)  
CCIAA AREZZO REA 177957 P. IVA 02320730514 Cod. Attività 72.12.20

Fattore di confidenza FC a	Fattore di confidenza specifico per l'armatura (è riportato solo se diverso da quello globale della struttura)
Elasto-plastico	Materiale elastico perfettamente plastico per aste non lineari
Massima compressione	Massima tensione di compressione per aste non lineari
Massima trazione	Massima tensione di trazione per aste non lineari
Fattore attrito	Coefficiente di attrito per aste non lineari
Rapporto HRDb	Rapporto di hardening a flessione
Rapporto HRDv	Rapporto di hardening a taglio

I dati soprariportati sono stati utilizzati per la modellazione dello schema statico e per la determinazione dei carichi inerziali e termici. In relazione al tipo di materiale vengono riportati inoltre:

1	c.a.	Resistenza Rc Resistenza fctm Coefficiente ksb	resistenza a compressione cubica resistenza media a trazione semplice Coefficiente di riduzione della resistenza a compressione da utilizzare nello stress block
2	acciaio	Tensione ft Tensione fy Resistenza fd Resistenza fd (>40) Tensione ammissibile Tensione ammissibile(>40)	Valore della tensione di rottura Valore della tensione di snervamento Resistenza di calcolo per SL CNR-UNI 10011 Resistenza di calcolo per SL CNR-UNI 10011 per spessori > 40mm Tensione ammissibile CNR-UNI 10011 Tensione ammissibile CNR-UNI 10011 per spessori > 40mm
3	muratura	Muratura consolidata Incremento resistenza Incremento rigidezza Resistenza f Resistenza fv0 Resistenza fh Resistenza fb Resistenza fbh Resistenza fv0h Resistenza ft Resistenza fvlm Resistenza fbt Coefficiente mu Coefficiente fi Coefficiente ksb	Muratura per la quale si prevedono interventi di rinforzo" Incremento conseguito in termini di resistenza Incremento conseguito in termini di rigidezza Valore della resistenza a compressione Valore della resistenza a taglio in assenza di tensioni normali Valore della resistenza a compressione orizzontale Valore della resistenza a compressione dei blocchi Valore della resistenza a compressione dei blocchi in direzione orizzontale Valore della resistenza a taglio in assenza di tensioni normali per le travi Valore della resistenza a trazione per fessurazione diagonale Valore della massima resistenza a taglio Valore della resistenza a trazione dei blocchi Coefficiente d'attrito utilizzato per la resistenza a taglio (tipicamente 0.4) Coefficiente d'ingranamento utilizzato per la resistenza a taglio Coefficiente di riduzione della resistenza a compressione da utilizzare nello stress block
4	legno	E0,05 Resistenza fc0 Resistenza ft0 Resistenza fm Resistenza fv Resist. ft0k Resist. fmk Resist. fvk Modulo E0,05 Lamellare	Modulo di elasticità corrispondente ad un frattile del 5% Valore della resistenza a compressione parallela Valore della resistenza a trazione parallela Valore della resistenza a flessione Valore della resistenza a taglio Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per trazione Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per flessione Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per taglio Modulo elastico parallelo caratteristico lamellare o massiccio

Nel tabulato si riportano sia i valori caratteristici che medi utilizzando gli uni e/o gli altri in relazione alle richieste di normativa ed alla tipologia di verifica. (Cap.7 NTC18 per materiali nuovi, Cap.8 NTC18 e relativa circolare 21/01/2019 per materiali esistenti, Linee Guida Reluis per incamiciatura CAM, CNR-DT 200 per interventi con FRP)

Id	Tipo / Note	V. caratt.	V. medio	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
		daN/cm2	daN/cm2	daN/cm2		daN/cm2	daN/cm3		
1	Calcestruzzo Classe C25/30-Calcestruzzo Classe C25/30			3.145e+5	0.20	1.310e+5	2.50e-3	1.00e-5	
	Fattore di confidenza FC m								1.20
	Fattore di confidenza FC a								1.20
	Resistenza Rc	203.6	300.0						
	Resistenza fctm		25.6						
	Rapporto Rfessurata								1.00
	Coefficiente ksb								0.85
	Rapporto HRDb								1.00e-5
	Rapporto HRDv								1.00e-5
2	Calcestruzzo Classe C20/25-Calcestruzzo Classe C20/25			3.020e+5	0.20	1.258e+5	2.50e-3	1.00e-5	
	Fattore di confidenza FC m								1.20
	Fattore di confidenza FC a								1.20
	Resistenza Rc	153.6	250.0						
	Resistenza fctm		22.6						
	Rapporto Rfessurata								1.00

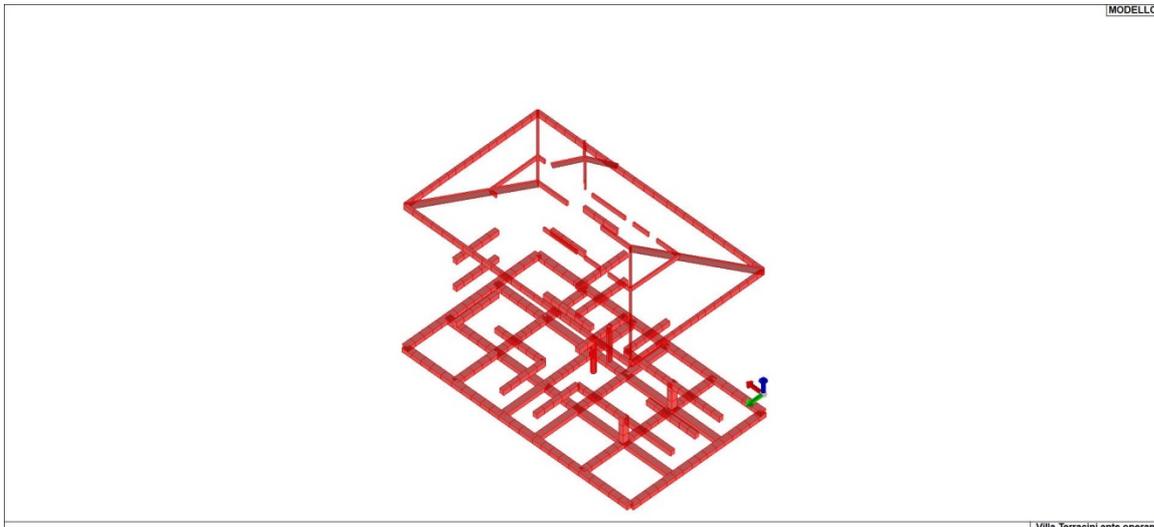
# DESIGN E PROJECT MANAGEMENT s.r.l.

via Isonzo 44 52100 Arezzo [info@dpmengineering.it](mailto:info@dpmengineering.it) [dpm@pec.dpmengineering.it](mailto:dpm@pec.dpmengineering.it)  
 CCIAA AREZZO REA 177957 P. IVA 02320730514 Cod. Attività 72.12.20

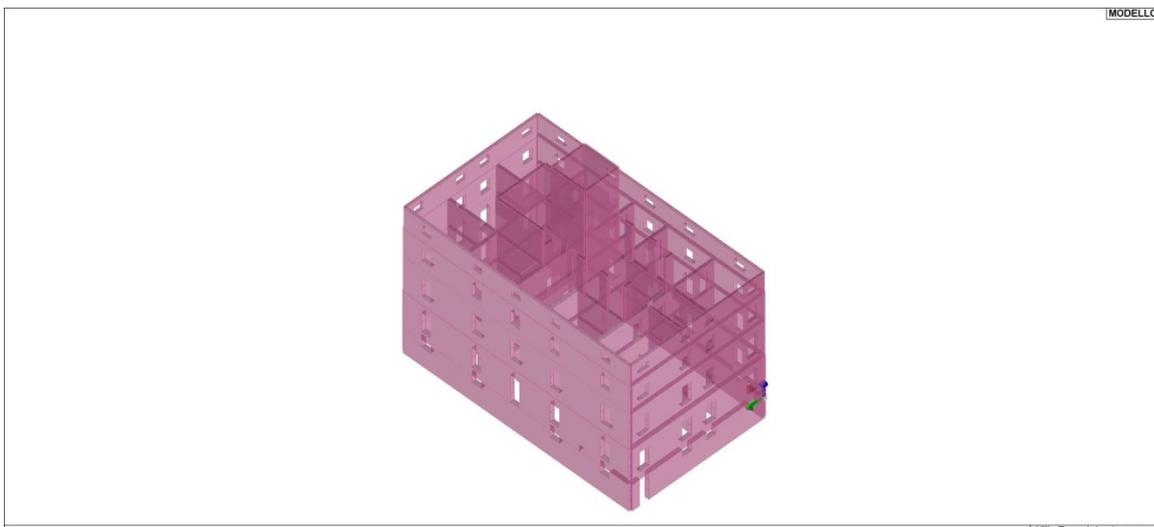
Id	Tipo / Note	V. caratt.	V. medio	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
	Coefficiente ksb								0.85
	Rapporto HRDb								1.00e-5
	Rapporto HRDv								1.00e-5
108	Muratura in mattoni pieni e malta di calce - Circ. n. 7/2019 - muratura E = 1.500e+4			1.500e+4	0.0	5000.0	1.80e-3	1.00e-5	
	Fattore di confidenza FC m								1.20
	Resistenza f	20.8	26.0						
	Resistenza fh	10.4	13.0						
	Resistenza fv0	0.9	1.3						
	Resistenza fv0h	0.9	1.3						
	Resistenza tau0	0.3	0.5						
	Resistenza fvlm	2.4	3.4						
	Resistenza fb	41.6	52.0						
	Resistenza fbh	8.3	10.4						
	Resistenza fbt	2.2	2.8						
	Rapporto Rfessurata								1.00
	Coefficiente ksb								0.85
	Coefficiente mu tilda								0.50
	Coefficiente fi								0.50
	Rapporto HRDb								1.00e-5
	Rapporto HRDv								1.00e-5
119	Legno massiccio C22 - legno E = 1.000e+5			1.000e+5	0.0	6300.0	4.10e-4	1.00e-5	
	Modulo E0,05			6.700e+4					
	Lamellare : NO								
	Resistenza fc0	200.0	285.7						
	Resistenza ft0	130.0	185.7						
	Resistenza fm	220.0	314.3						
	Resistenza fv	38.0	54.3						
	Rapporto HRDb								1.00e-5
	Rapporto HRDv								1.00e-5
120	Legno massiccio C24 - legno E = 1.100e+5			1.100e+5	0.0	6900.0	4.20e-4	1.00e-5	
	Fattore di confidenza FC m								1.20
	Modulo E0,05			7.400e+4					
	Lamellare : NO								
	Resistenza fc0	147.0	210.0						
	Resistenza ft0	101.5	145.0						
	Resistenza fm	168.0	240.0						
	Resistenza fv	28.0	40.0						
	Rapporto HRDb								1.00e-5
	Rapporto HRDv								1.00e-5
128	Legno lamellare omogeneo GL22h - legno E = 1.050e+5			1.050e+5	0.0	6500.0	4.10e-4	1.00e-5	
	Fattore di confidenza FC m								1.20
	Modulo E0,05			8.799e+4					
	Lamellare : SI								
	Resistenza fc0	154.0	220.0						
	Resistenza ft0	123.2	176.0						
	Resistenza fm	154.0	220.0						
	Resistenza fv	24.5	35.0						
	Rapporto HRDb								1.00e-5
	Rapporto HRDv								1.00e-5

# DESIGN E PROJECT MANAGEMENT s.r.l.

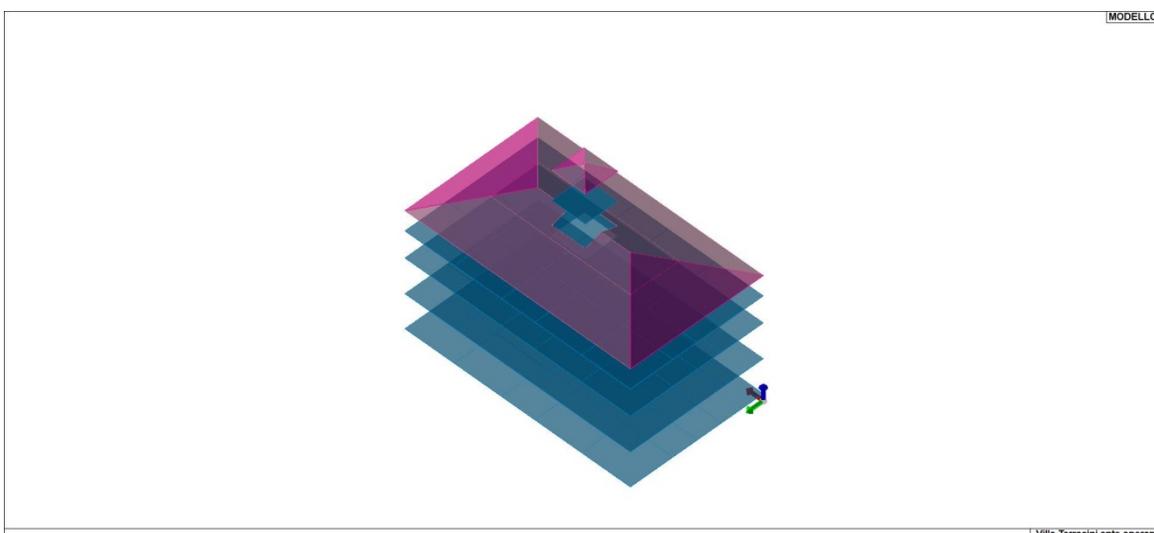
via Isonzo 44 52100 Arezzo [info@dpmengineering.it](mailto:info@dpmengineering.it) [dpm@pec.dpmengineering.it](mailto:dpm@pec.dpmengineering.it)  
CCIAA AREZZO REA 177957 P. IVA 02320730514 Cod. Attività 72.12.20



11\_MOD\_MATERIALI\_D2



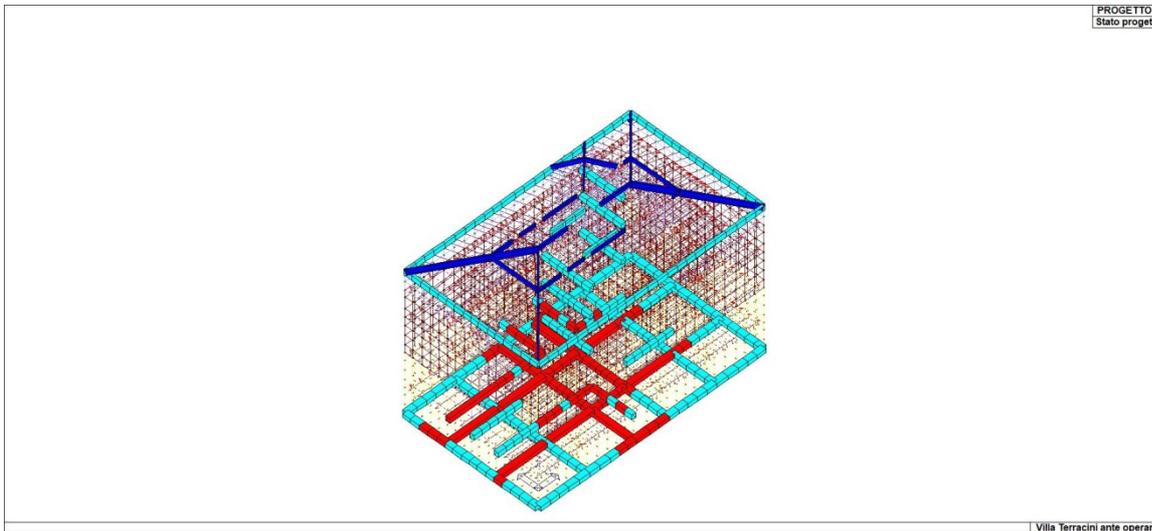
11\_MOD\_MATERIALI\_D3



11\_MOD\_MATERIALI\_SOLAI

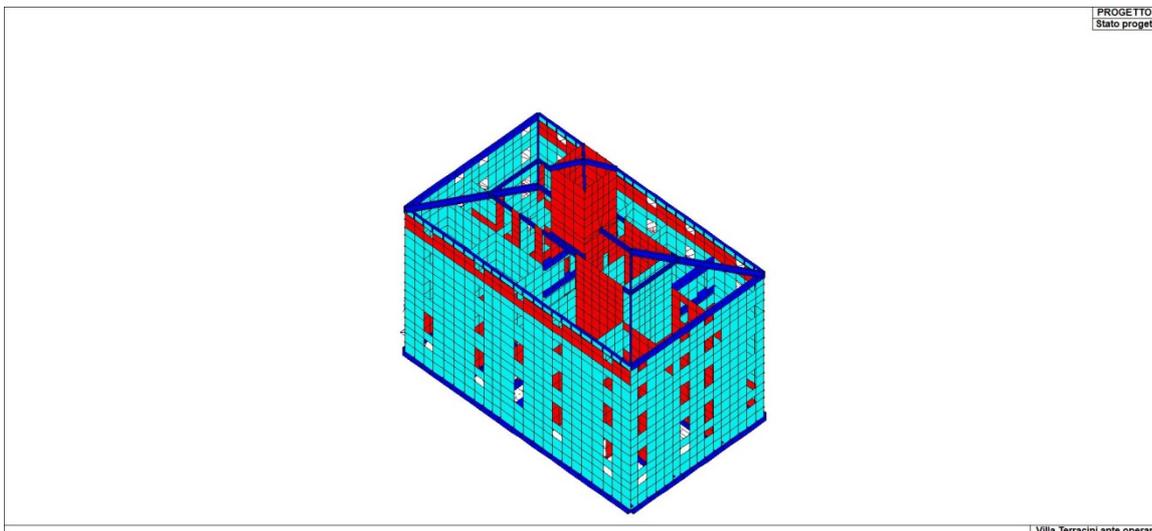
Di seguito si riportano i primi risultati di verifica (solo in veste grafica) sugli elementi strutturali dell'edificio basandomi sulle ipotesi indicate in precedenza concernenti i materiali, le condizioni del terreno ed i carichi gravanti sui solai.

### VERIFICHE ELEMENTI TRAVE E/O PILASTRO IN C.A.



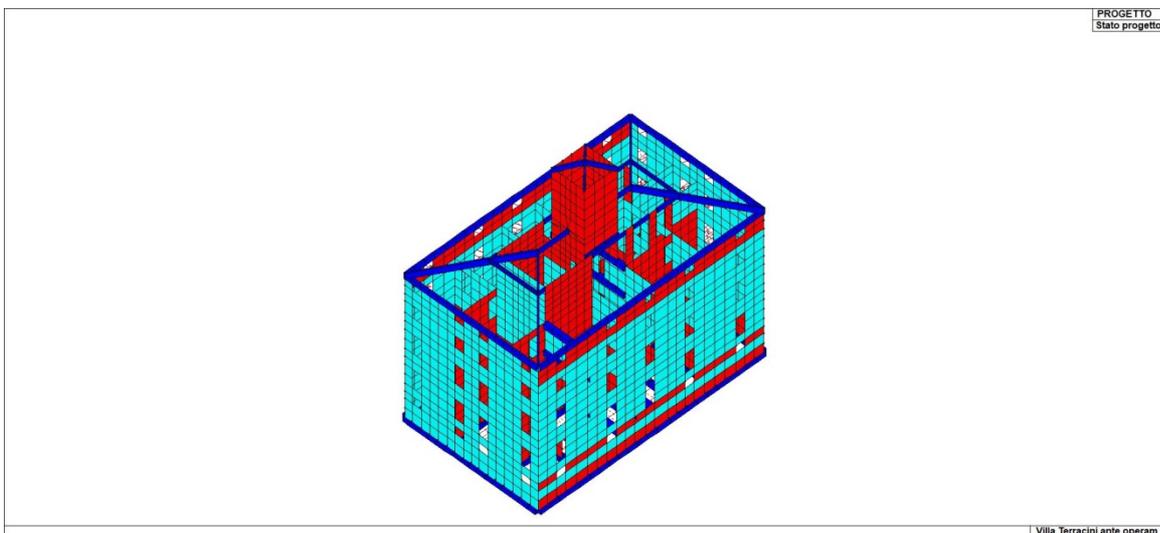
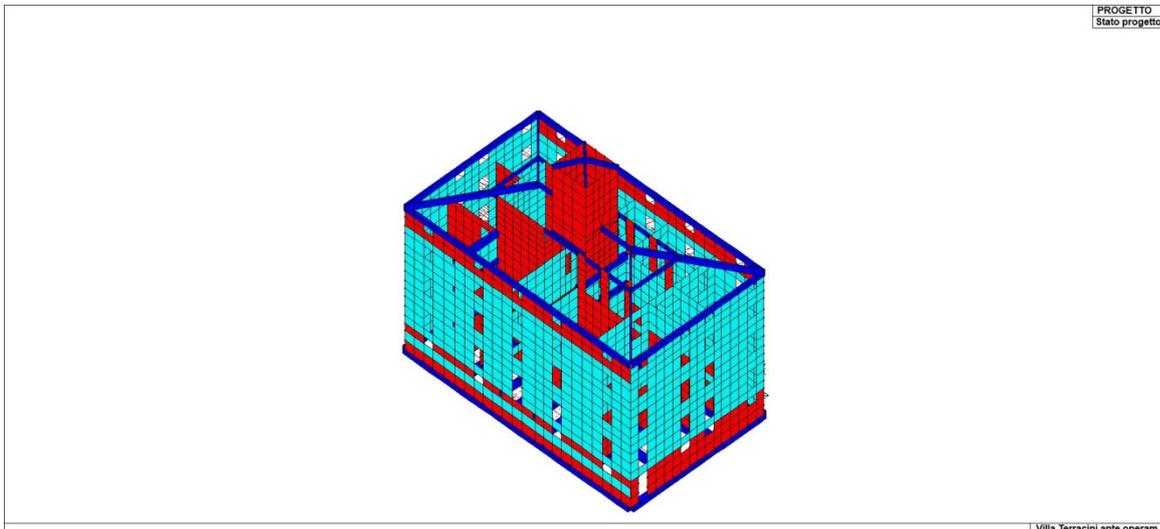
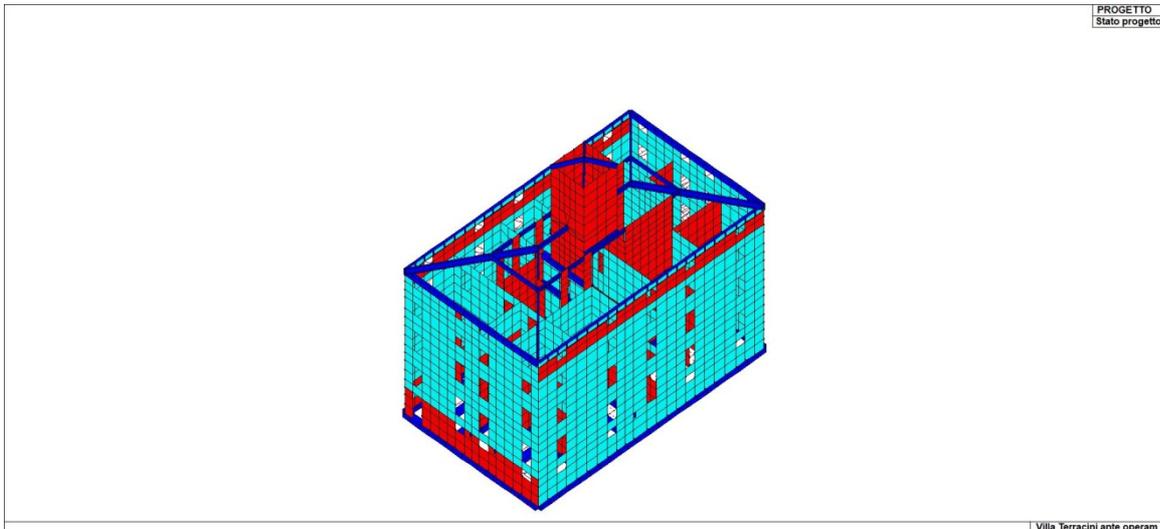
Dall'esame dell'immagine sopra riportata si evince la mancata verifica degli elementi fondali ipotizzati per cui viene avvalorata la necessità di intervenire con delle opere di sottofondazione.

### VERIFICHE ELEMENTI MURATURA



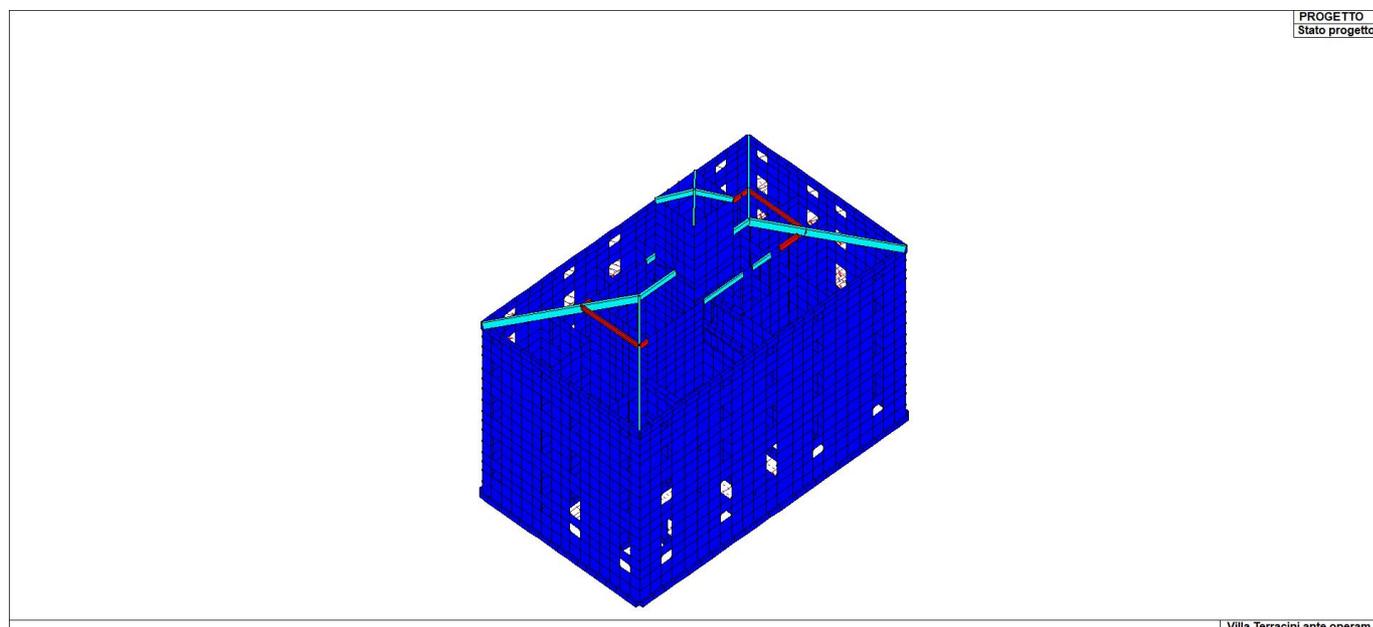
# DESIGN E PROJECT MANAGEMENT s.r.l.

via Isonzo 44 52100 Arezzo [info@dpmengineering.it](mailto:info@dpmengineering.it) [dpm@pec.dpmengineering.it](mailto:dpm@pec.dpmengineering.it)  
CCIAA AREZZO REA 177957 P. IVA 02320730514 Cod. Attività 72.12.20



Dall'esame dell'immagine sopra riportata si evince la mancata verifica di alcuni setti murari e della torretta (qui era auspicabile vista la sua configurazione geometrica molto snella) per cui viene avvalorata la necessità di intervenire con cerchiature con profili metallici e/o catene e con l'impiego di fibre di carbonio in esterno a collegare il tutto.

## VERIFICHE S.L. ELEMENTI IN LEGNO



Dall'esame dell'immagine sopra riportata si evince la mancata verifica di alcuni elementi lignei e quindi si potrebbe evidenziare la necessità di intervenire con delle opere di rinforzo allorquando saranno disponibili i risultati della campagna di indagine sul fabbricato (gli elementi lignei non verificati sembrano appoggiare su delle "costole" in muratura equiparabili a dei pilastri che dovranno essere obbligatoriamente sottoposti a consolidamento con sostituzione e/o cerchiatura visto che tali elementi...i pilastri in muratura...sono vietati dalla normativa vigente).