Comune di Medesano
Provincia di Parma

Committente

Comune di Medesano
Piazza Marconi, 6
43014 Medesano (PR)

Oggetto

Adeguamento sismico e riqualificazione del capannone posto in Via delle Milane a Medesano e denominato "Nuova sede della Protezione Civile di Medesano".

CUP: H21B21001170005

ELABORATO **G.2**	*SERIE ELABORATI* DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI	*DATI GENERALI* *file* G.02 - RELAZIONE GTECNICO-ILLUSTRATIVA.odt *luogo e data* Parma, 10 giugno 2024 *collaboratori* Ing. Letizia Villa
SCALA --	*TITOLO ELABORATO* Relazione tecnico-illustrativa	*timbro e firma* **IL TECNICO** Ing. Alessandro Zaccarini

REVISIONI		
1	__ / __ / ____	
2	__ / __ / ____	
3	__ / __ / ____	
4	__ / __ / ____	

Ing. Alessandro Zaccarini
ingegnere civile
Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • Sede Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • Cell 340 7007607 • email info@alessandrozaccarini.com • PEC alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • C.F. ZCC LSN 72T11 G337D • P.IVA 02633040346

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Indice generale

Introduzione 3
Premessa, descrizione del contesto edilizio e delle caratteristiche del sito 3
Analisi dell'edificio esistente 4
Collocazione geografica dell'edificio esistente 4
Norme di riferimento 4
Consistenza dell'edificio esistente ed analisi dello stato di fatto 5
Rilievo geometrico-strutturale 9
Esame della documentazione disponibile 9
Analisi storico-critica 9
Rilievo geometrico-strutturale 10
Valutazione di stati di dissesto e degrado 10
Informazioni geologiche e geotecniche 12
Vita nominale e classe d'uso della costruzione 12
Azione sismica di riferimento 13
Riepilogo della valutazione della sicurezza per lo STATO DI FATTO dell'edificio esistente 14
Vulnerabilità non quantificabili numericamente 14
Vulnerabilità nei confronti dei carichi statici 14
Premessa 14
Verifica SLE dei pilastri 14
Verifica a flessione delle travi principali 15
Vulnerabilità relative agli aspetti geotecnici 16
Riepilogo 16
Vulnerabilità dovute alla attivazione dei cinematismi nei muri di tamponamento 16
Vulnerabilità locali e globali dovute all'azione sismica 17
Assenza di collegamenti 17
Vulnerabilità delle travi principali all'azione sismica 17
Vulnerabilità dei pilastri a pressoflessione con azione sismica 18
Riepilogo e calcolo degli indicatori di rischio sismico per l'analisi sismica 20
PRIMO STRALCIO FUNZIONALE – Opere in copertura 21
Descrizione dell'intervento di progetto 21
Caratteristiche economico-finanziarie dei lavori da realizzare 24
Importo complessivo dell'intervento ed importo dei lavori 24
Tempo previsto per la esecuzione dei lavori 24
Indicazioni e misure finalizzate alla tutela della salute e sicurezza dei luoghi di lavoro per la stesura dei piani di sicurezza 24
SECONDO STRALCIO FUNZIONALE – Opere di completamento 25
Premessa 25
Descrizione dell'intervento di progetto 25
Funzionalità, fruibilità e qualità architettonica 25
Sicurezza strutturale 28
Normativa strutturale di riferimento per le opere strutturali 29
Funzionalità e razionalità impiantistica, contenimento dei consumi energetici 29
Descrizione e suddivisione delle opere 29
Nuova struttura interna in acciaio 30
Riepilogo della valutazione della sicurezza di PROGETTO dell'edificio esistente 31
Vulnerabilità non quantificabili numericamente 31
Vulnerabilità nei confronti dei carichi statici 31
Premessa 31
Verifica SLE dei pilastri 31
Verifica a flessione delle travi principali 31
Vulnerabilità relative agli aspetti geotecnici 32
Riepilogo 32
Vulnerabilità dovute alla attivazione dei cinematismi nei muri di tamponamento 32
Vulnerabilità locali e globali dovute all'azione sismica 33
Assenza di collegamenti 33

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Vulnerabilità delle travi principali all'azione sismica....33
Vulnerabilità dei pilastri a pressoflessione con azione sismica....33
Riepilogo e calcolo degli indicatori di rischio sismico per l'analisi sismica....34
Descrizione degli interventi strutturali di progetto....35
Nuova struttura interna....35
Adeguamento statico e sismico della struttura esistente....37
Rinforzo dei pilastri....37
Rinforzo a flessione delle travi principali in c.a. esistenti....38
Formazione delle opere di collegamento tra gli elementi strutturali principali, secondari ed i muri di tamponamento....39
Caratteristiche economico-finanziarie dei lavori da realizzare....43
Importo complessivo dell'intervento ed importo dei lavori....43
Tempo previsto per la esecuzione dei lavori....43
Indicazioni e misure finalizzate alla tutela della salute e sicurezza dei luoghi di lavoro per la stesura dei piani di sicurezza....43
RIEPILOGO DEGLI INTERVENTI DI PRIMO E SECONDO STRALCIO FUNZIONALE....44
Caratteristiche economico-finanziarie dei lavori da realizzare....44
Importo complessivo dell'intervento ed importo dei lavori....44
Tempo previsto per la esecuzione dei lavori....44

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Introduzione

Premessa, descrizione del contesto edilizio e delle caratteristiche del sito

L'edificio esistente nel quale si prevede la realizzazione della nuova sede della Protezione Civile è parte di una costruzione sita a Medesano capoluogo in Via delle Milane civ. n. 2, formata da un unico corpo di fabbrica di tipologia artigianale-produttiva con struttura portante in conglomerato cementizio armato prefabbricato, per metà di proprietà privata ed utilizzato a fini artigianali/commerciali e per metà nelle disponibilità della Amministrazione comunale. L'impronta in pianta dell'edificio esistente è pari a circa 692 mq di cui 369 mq riguardano la **"costruzione iniziale"**, di proprietà privata, realizzata nel periodo 1980-1985, e 323 mq riguardano la **"zona di ampliamento"**, nelle disponibilità dell'Amministrazione comunale, realizzata nel 2008.

L'unità immobiliare dove troverà sede la Protezione Civile è completa di due aree cortilizie di pertinenza poste a nord-ovest e a sud-est (fronte strada) dello stesso, e da una ulteriore particella con funzione di area cortilizia posta a nord-est del fabbricato.

La posizione dell'edificio risulta strategica al fine di implementare le unità di intervento della Protezione Civile presenti nel territorio provinciale.

Il capannone denominato **"Nuova Sede della Protezione Civile di Medesano (PR)"** è stato già oggetto di precedente progettazione ed appalto dei lavori che sono stati però interrotti con risoluzione contrattuale (rif. Determinazione n. 529 del 16/11/2023). In conseguenza alla risoluzione contrattuale che ha visto la esecuzione di una piccola parte dei lavori previsti nel precedente appalto, per poter procedere al loro completamento è necessaria la completa rivisitazione del progetto per adeguarlo all'attuale stato dei luoghi, **ma risulta importante risolvere preliminarmente l'insorta necessità di intervenire sulle lattonerie di copertura, ormai completamente deformate ed ammalorate, e sul manto di copertura che ha alcuni punti di perdita,** cogliendo l'occasione per provvedere alla contestuale completa sostituzione di tutto il manto di copertura in lastre di cemento-amianto presente, con una nuova copertura in lastre di lamiera grecata preverniciata.

Conseguentemente a quanto sopra illustrato, è nata l'esigenza di suddividere l'intervento in due stralci funzionali:

A) il **PRIMO STRALCIO FUNZIONALE** riguarderà, come già anticipato, la sostituzione delle lattonerie di copertura che risultano ormai completamente deformate ed ammalorate, e del manto di copertura che ha alcuni punti di perdita, cogliendo l'occasione per provvedere alla contestuale completa sostituzione di tutto il manto di copertura in lastre di cemento-amianto presente, con una nuova copertura in lastre di lamiera grecata preverniciata;
B) il **SECONDO STRALCIO FUNZIONALE** riguarderà il NUOVO progetto di adeguamento sismico e riqualificazione del capannone denominato "Nuova Sede della Protezione Civile di Medesano (PR)".

Nel seguito si andranno ad illustrare in dettaglio i due stralci funzionali.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Analisi dell'edificio esistente

Collocazione geografica dell'edificio esistente

Il sito oggetto di intervento è individuato dalle seguenti coordinate geografiche:

	(WGS84)	(ED50)
Latitudine	44,766137°N	44,767140°N
Longitudine	10,137586°E	10,138611°E
Altitudine	146 m s.l.m.	



Figura 1: Ortofoto satellitare riguardante la parte nord dell'abitato di Medesano ed il sito di intervento evidenziato con un rettangolo di colore rosso (fonte: Google Earth).

Norme di riferimento

Relativamente agli aspetti strutturali, le analisi progettuali di cui alla presente relazione sono state svolte con costante riferimento ai seguenti documenti normativi:

- D.M. Infrastrutture 17 Gennaio 2018, "Nuove norme tecniche per le costruzioni", pubblicato sul S.O. n. 8 della Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018 *(di seguito denominato NTC 2018)*;
- Circolare C.S.LL.PP. 21 gennaio 2019, n. 7, "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018" (*di seguito denominata CIRCOLARE 7-2019*).

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Consistenza dell'edificio esistente ed analisi dello stato di fatto

L'edificio esistente, nella porzione oggetto di intervento, ha pianta rettangolare di 13,25 x 24,20 m, con superficie coperta pari a 320,65 mq, ed è composto da un unico piano fuori terra oltre ad una piccola parte delle dimensioni in pianta pari a 3,60 x 4,50 m (16,20 mq) che racchiude un locale servizi/spogliatoio al piano terra ed un ufficio al piano primo, demoliti durante il corso dei lavori dell'appalto interrotto con risoluzione contrattuale del 16/11/2023. L'altezza interna tra pavimento finito e intradosso delle travi principali è pari a 6,65 m. Esternamente, l'altezza in gronda è pari a 7,30 m e l'altezza al colmo è pari a circa 8,15 m.

L'area cortilizia sui fronti nord-ovest, nord-est e sud-est ha superficie complessiva pari a circa 740 mq. Attualmente risulta pavimentata con massetto in conglomerato cementizio per la porzione a nord-ovest e con semplice finitura in stabilizzato di frantoio per le restanti parti. L'ampia porzione a nord-est presenta un leggero declivio con pendenza verso il confine con il lotto edificato, il quale ha quota di piano campagna inferiore e quindi viene delimitato da un muro di contenimento in conglomerato cementizio armato.

L'area cortilizia è attualmente confinata da recinzioni a maglia metallica e paletti in acciaio, di altezza indicativa pari a 160 cm, ad eccezione del fronte strada.

La costruzione complessiva (intera unità strutturale) è di tipologia artigianale/produttiva, con struttura portante in conglomerato cementizio armato prefabbricato con schema funzionale a due campate, avente coperture a due falde per ciascuna campata, elementi portanti secondari (travatura di copertura) costituiti da tegoli nervati (a tripla T), elementi portanti primari (travi principali) costituiti da travi a doppia pendenza in c.a. precompresso, struttura portante verticale composta da pilastri e tamponamenti in muratura di blocchi in conglomerato cementizio.

All'interno dell'edificio, la pilastrata centrale è completamente tamponata in muratura di blocchi di laterizio al fine di dividere le due distinte unità immobiliari. I pilastri sono completi di mensole per carro-ponte ed in sommità di sella di appoggio per le travi primarie.



Figura 2: Prospetto nord-ovest dello stato di fatto.

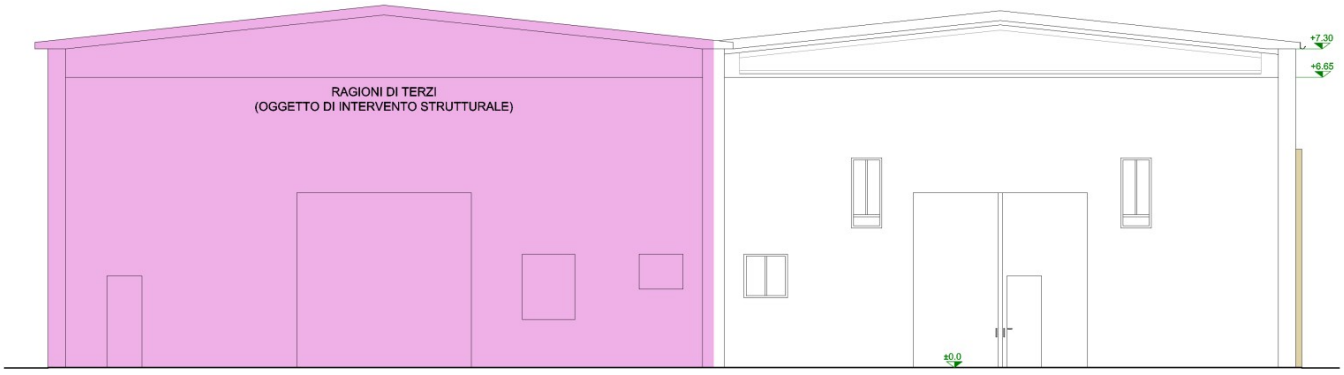


Figura 3: Prospetto sud-est dello stato di fatto.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

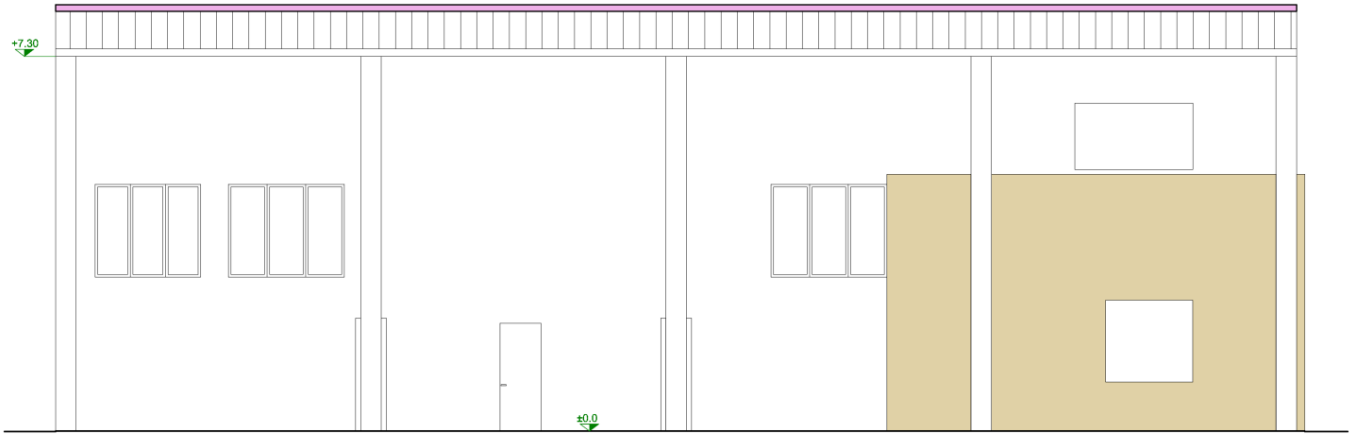


Figura 4: Prospetto nord-est dello stato di fatto.

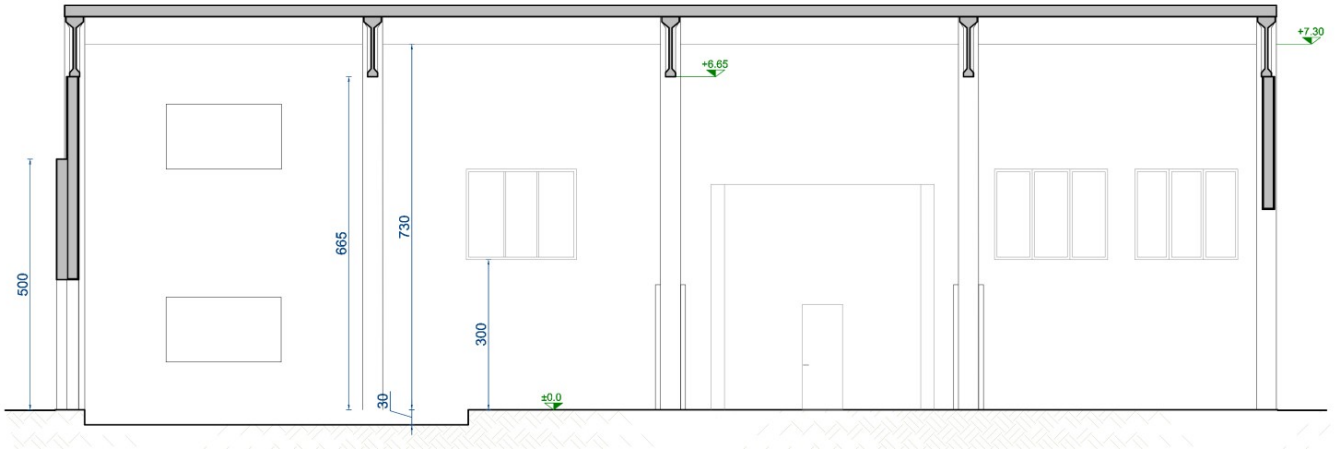


Figura 5: Sezione longitudinale dello stato di fatto.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

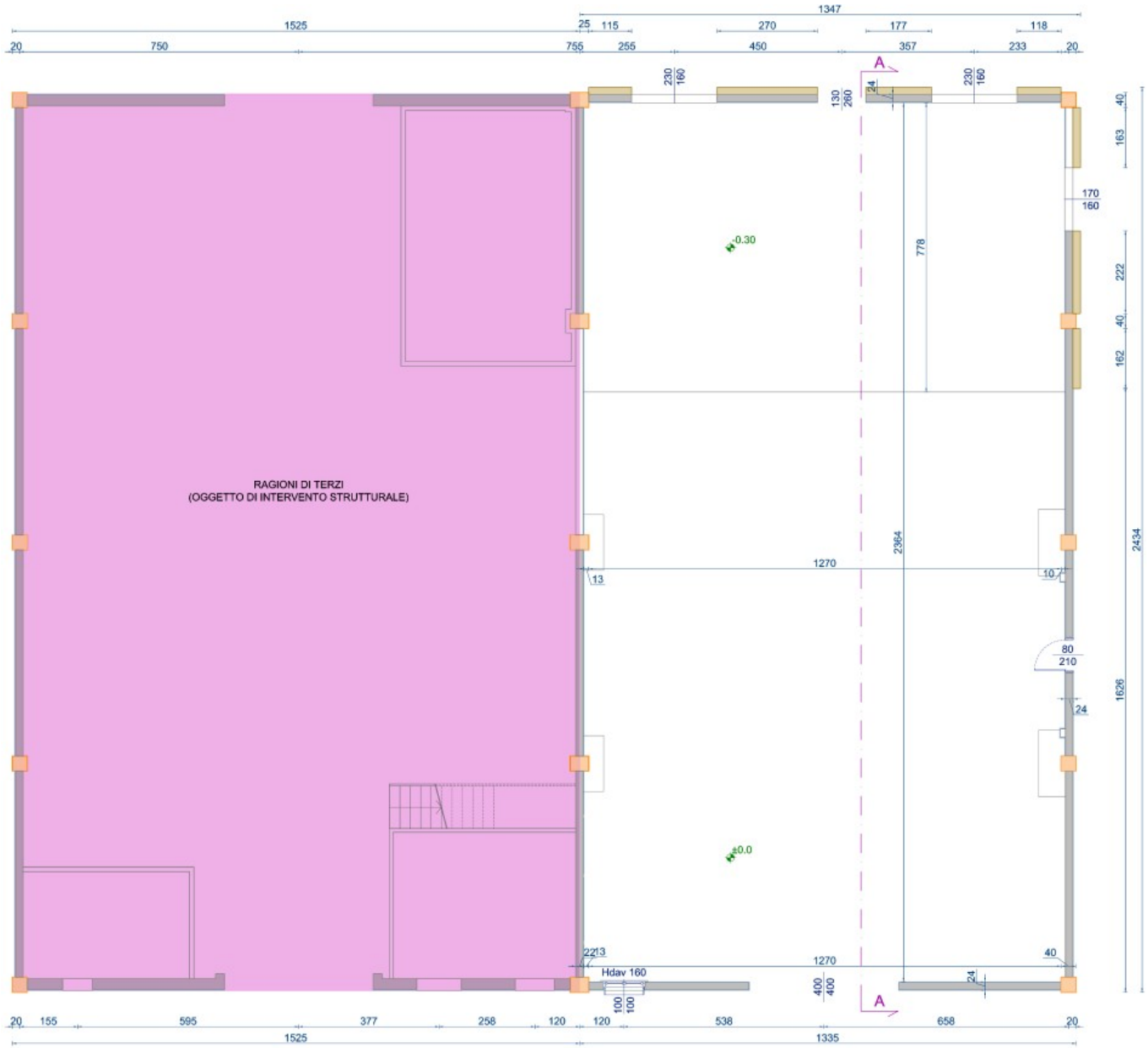


Figura 6: Pianta del piano terra nello stato di fatto, compresa l'unità immobiliare adiacente.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

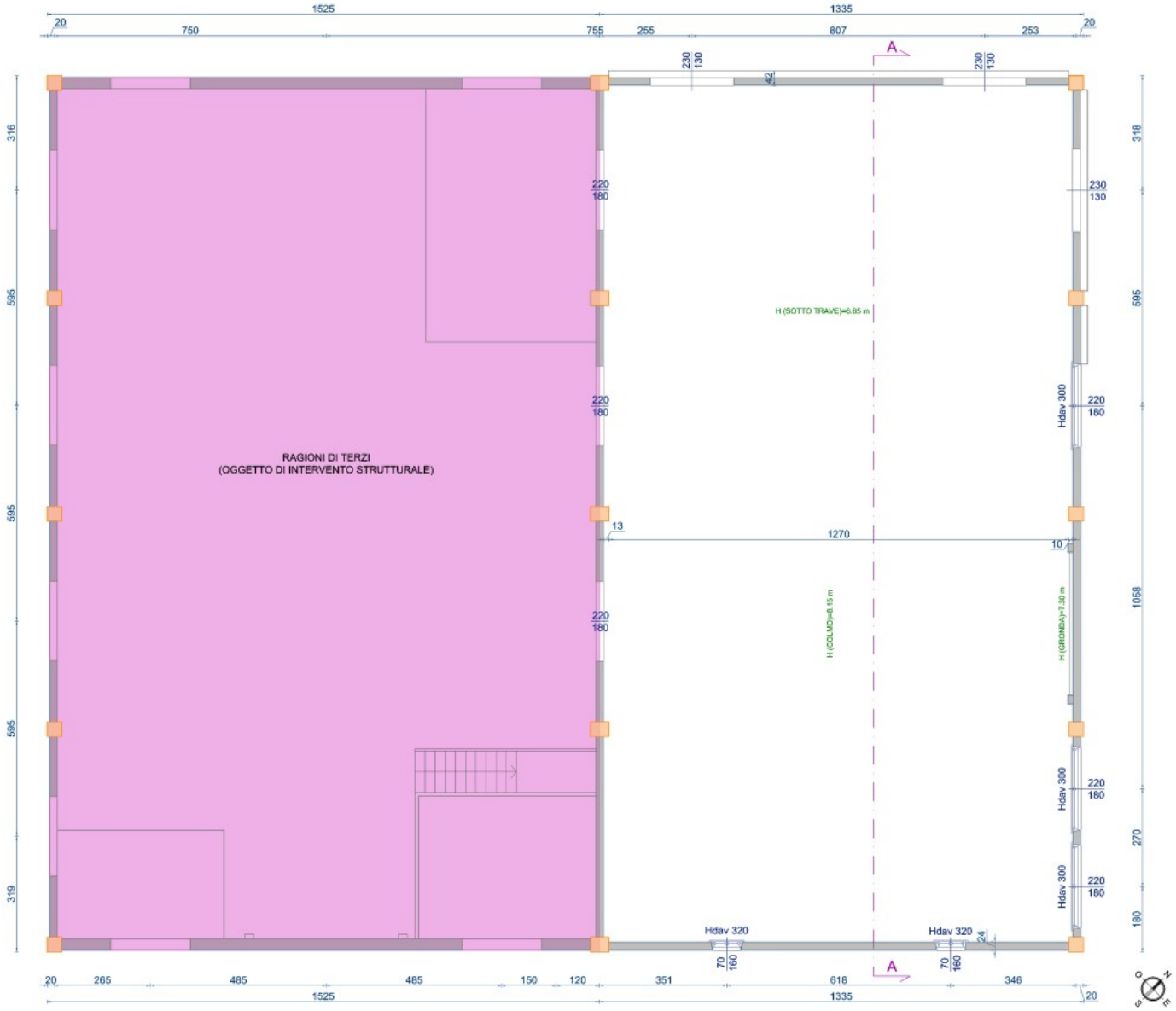


Figura 7: Pianta del piano primo nello stato di fatto, compresa l'unità immobiliare adiacente.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Rilievo geometrico-strutturale

Esame della documentazione disponibile

La documentazione esaminata disponibile agli atti del Comune di Medesano e dell'Ufficio ex Genio Civile di Parma è la seguente:

Denuncia dei lavori	**Per lavori di costruzione di capannone prefabbricato sito in Cornacina Comune di Medesano**, presentata dalla Ditta Prefabbricati I.C.E.P. S.r.l. in data 28/11/1980 con fascl. n. 4568, completa di: • Relazione illustrativa; • Progetto esecutivo delle strutture in c.a., redatto dall'Ing. Ugo Cattenati in data 28/11/1980.
Tecnici/Redattori	Progetto strutturale: Ing. Ugo Cattenati Direzione dei Lavori: Ing. Ugo Cattenati Costruttore: Ditta Prefabbricati I.C.E.P. S.r.l.
Data redazione	novembre 1980

Certificato di collaudo delle strutture	**Per lavori di costruzione di capannone prefabbricato sito in Cornacina Comune di Medesano**, redatto dall'Arch. Pierluigi Gaita in data 04/09/1985, completo dei seguenti elaborati: • Relazione finale di ultimazione dei lavori, redatta dal D.L. Ing. Ugo Cattenati in data 09/05/1985; • Certificato del Laboratorio Geotecnologico Emiliano S.r.l. di Parma, rilasciato in data 24/04/1985 con n. 856/9; • Nomina del Collaudatore, firmata dal Committente Sig. Cantarelli Daniele in data 26/08/1985.
Tecnici/Redattori	Collaudatore: Arch. Pierluigi Gaita
Data redazione	settembre 1985
Note	*I documenti riguardano la costruzione iniziale, della sola campata destra del capannone, adiacente alla campata in ampliamento che diventerà sede della Protezione Civile di Medesano.*

Permesso di Costruire	**Per la realizzazione della parte di capannone in ampliamento,** presentato dal Geom. Christian Nebbi in data 28/02/2008
Tecnici/Redattori	Geom. Christian Nebbi
Data redazione	febbraio 2008
Note	*I documenti esaminati riguardano unicamente la parte civile e impiantistica e non includono tavole grafiche strutturali che consentano di ricostruire i dettagli degli elementi portanti di fondazione e delle strutture in elevazione esistenti.*

Analisi storico-critica

Dalle informazioni e dagli atti esaminati risulta che una prima parte dell'edificio è stata costruita negli anni '80 e realizzata predisponendo le strutture in modo da poter sostenere un eventuale ampliamento successivo. Questa costruzione iniziale ha riguardato unicamente una campata (che nel proseguo identificheremo come campata sinistra, rispetto al fronte strada). L'ampliamento previsto, poi effettivamente avvenuto, riguarda la campata destra, rispetto al fronte strada, ed accoglierà la nuova sede della Protezione Civile di Medesano (PR).

Le informazioni di carattere strutturale agli atti dell'ex-genio civile dunque riguardano unicamente la costruzione iniziale. E' stato quindi possibile ricostruire la configurazione dei pilastri, delle travi principali a sezione con altezza variabile e dei tegoli di copertura, mentre non sono presenti tavole grafiche strutturali che consentano di ricostruire i dettagli dei plinti di fondazione.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Le informazioni più rilevanti contenute nel certificato di collaudo della struttura originaria e dalla denuncia dei lavori sono riassunte di seguito in maniera sintetica e non esaustiva:

- plinti realizzati in opera;
- strutture in elevazione prefabbricate in calcestruzzo armato vibrato (non precompresso);
- unico corpo di fabbrica costituito da due pilastrate su plinti con interasse di 6,0 m per 4 campate, travi cornicione, travi ad altezza variabile e piastre nervate di copertura;
- larghezza 15,45 m - lunghezza 24,40 m - interassi pilastri = 6 m;
- pilastri 40x50 cm sul lato nord e 40x40 cm sul lato sud;
- calcestruzzo a dosaggio con 4,0 q.li di cemento tipo 525 per mc di impasto (ghiaia mc 0,700, sabbia mc 0,500, acqua l. 120) con R_{ck} pari o superiore a 400 daN/cm^2;
- barre di acciaio per c.a. ad aderenza migliorata FeB44K.

La documentazione reperita agli atti viene allegata alla presente relazione di calcolo strutturale e valutazione della sicurezza nel documento progettuale contenente lo stralcio degli elaborati dei progetti costruttivi originali.

Rilievo geometrico-strutturale

Si è provveduto ad eseguire il rilievo geometrico-strutturale che ha consentito di verificare ed integrare le informazioni tratte dal fascicolo n. 4568/1980 reperito presso l'ex-genio civile, catalogare e definire tutti gli elementi strutturali di fondazione ed in elevazione, completare il rilievo dei dettagli strutturali.

L'unità strutturale si compone di due parti con le seguenti superfici in pianta:

Superficie dell'unità immobiliare relativa alla costruzione iniziale (impronta a terra)	369 mq
Superficie dell'unità immobiliare relativa alla zona di ampliamento (impronta a terra)	323 mq
Superficie complessiva dell'imporonta a terra dell'unità strutturale	692 mq

Si sono effettuate misurazioni e saggi che hanno consentito di rilevare con completezza le dimensioni di:

- plinti di fondazione;
- travi di fondazione porta-muro;
- pilastri;
- travi principali;
- tegoli di copertura;
- muri di tamponamento.

Nella documentazione fotografica si riportano le immagini relative allo stato dei luoghi, alle strutture esistenti ed alla campagna di saggi in fondazione svolta.

Nei capitoli seguenti si riepilogano gli esiti delle indagini diagnostiche e, successivamente, si riportano i dati costitutivi di tutti gli elementi strutturali rilevati ed indagati.

Valutazione di stati di dissesto e degrado

La struttura nel suo insieme e per i singoli elementi strutturali, non presenta segni di dissesto quali cedimenti, fessurazioni, deformazioni.

A seguito dello svolgimento del rilievo e delle indagini diagnostiche si rileva che il pilastro in c.a. della costruzione iniziale, nell'angolo sud, presenta nella parte inferiori alcuni punti di distacco del calcestruzzo di copriferro e l'ossidazione dei ferri di armatura sulla faccia esposta all'esterno.

Per tale ragione nell'intervento progettuale, prima della esecuzione del rinforzo dei pilastri, si prevede la eliminazione dello stato di degrado mediante trattamento di passivazione dei ferri esposti e reintegro del calcestruzzo in distacco preventivamente asportato.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346



Illustrazione 1: Fotografia della indagine pacometrica P9 ove si rilevano i ferri ossidati.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Informazioni geologiche e geotecniche

Le informazioni relative alla caratterizzazione geomorfologica e sismica del sito sono tratte dalla **"relazione geologica - geotecnica"** redatta dal Dott. Geol. Alberto Trivioli nel novembre 2021.

Vita nominale e classe d'uso della costruzione

Nelle analisi strutturali svolte, le opere e le componenti strutturali vengono calcolate considerandone la prevista utilizzazione in forma economicamente sostenibile e con riferimento ai livelli di sicurezza previsti dalle NTC 2018.

La sicurezza e le prestazioni di un'opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale. Stato limite è la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata e/o verificata.

Essendo la struttura esistente ed in Classe d'Uso III, l'edificio in oggetto viene analizzato ai fini del rispetto dei requisiti di sicurezza nei confronti degli stati limite ultimi (SLU), ovvero la capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera.

In particolare, con riferimento all'azione sismica, viene analizzato il rispetto dello stato limite di salvaguardia della vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.

Con riferimento alla tabella 2.4.I delle NTC 2018, la Vita nominale V_N per la costruzione oggetto del presente intervento viene posta pari a 100 anni, in quanto costruzioni di tipo 3 - "costruzioni con livelli di prestazioni elevati".

Con riferimento al paragrafo 2.4.2. delle NTC 2018, ed ai sensi della Deliberazione della Giunta regionale della Regione Emilia-Romagna n. 1661 del 2 novembre 2009 (per le sue funzioni la struttura rientra nelle "categorie di edifici e opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso" - Punto B2.1.1 - Scuole di ogni ordine e grado; centri di formazione professionale), la costruzione viene considerata in

Classe IV: "Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità...", quindi con riferimento alla tabella 2.4.II delle NTC 2018, il coefficiente d'uso CU della a costruzione di cui alla presente relazione è posto pari a 2,0.

Per quanto sopra il periodo di riferimento per l'azione sismica $V_R = V_N \cdot C_U = 200$ anni.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Azione sismica di riferimento

In esito alla microzonazione sismica di III livello svolta per il sito in esame, si riepilogano di seguito i parametri dell'azione sismica utilizzati per le analisi globali e locali delle strutture oggetto del presente intervento.

Ubicazione del sito

Longitudine: 10.138611 Latitudine: 44.767140

Tipo di interpolazione: Media ponderata ([3] in §All. A) Superficie rigata [§CA]

Tab. 2, All. B: Sito non in Tab. 2

Reticolo intorno al sito

Pericolosità sismica di base

T,R (anni)	a,g (g)	F,o	T,C* (sec)
30	0.050	2.447	0.237
50	0.062	2.467	0.254
72	0.074	2.455	0.260
101	0.085	2.455	0.265
140	0.097	2.439	0.270
201	0.113	2.455	0.270
475	0.155	2.462	0.280
975	0.196	2.477	0.290
2475	0.256	2.515	0.300

Risposta sismica locale

Approccio semplificato secondo Normativa **Approccio rigoroso con Analisi RSL**

Categoria di sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Quota sito/Altezza rilievo: 0.000 [0≤(h/H)≤1]

Amplificazione topografica S_T: 1.000 (§3.2.3.2.1: S_T = 1.000)

T,R (anni)	Orizzontale			Verticale		
	a,max (g)	F,o	T,C (sec)	a,max (g)	F,v	T,C (sec)
30	0.060	2.447	0.348	0.050	0.739	0.150
50	0.074	2.467	0.368	0.062	0.829	0.150
72	0.089	2.455	0.374	0.074	0.902	0.150
101	0.102	2.455	0.380	0.085	0.966	0.150
140	0.116	2.439	0.386	0.097	1.025	0.150
201	0.136	2.455	0.386	0.113	1.114	0.150
475	0.186	2.462	0.397	0.155	1.309	0.150
975	0.235	2.477	0.409	0.196	1.480	0.150
2475	0.292	2.515	0.420	0.256	1.718	0.150

T,R (anni)	Orizzontale			Verticale		
	a,max (g)	F,o	T,C (sec)	a,max (g)	F,v	T,C (sec)
1898	0.360	2.295	0.266			

Vita nominale, Classe d'uso, Stati limite

Vita nominale (anni): V_N = 100

Classe d'uso: Classe IV: funzioni strategiche

Coefficiente d'uso: C_U = 2.0

Periodo di riferimento per l'azione sismica (anni): $V_R = V_N * C_U$ = 200

Probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R (Tab. 3.2.I)
Tempo di ritorno $T_R = - V_R / \ln (1 - P_{VR})$

Stati Limite	P,VR (%)	T,R (anni)
SLO	81	120
SLD	63	201
SLV	10	1898
SLC	5	2475

Parametri di Spettro

Approccio semplificato secondo Normativa:

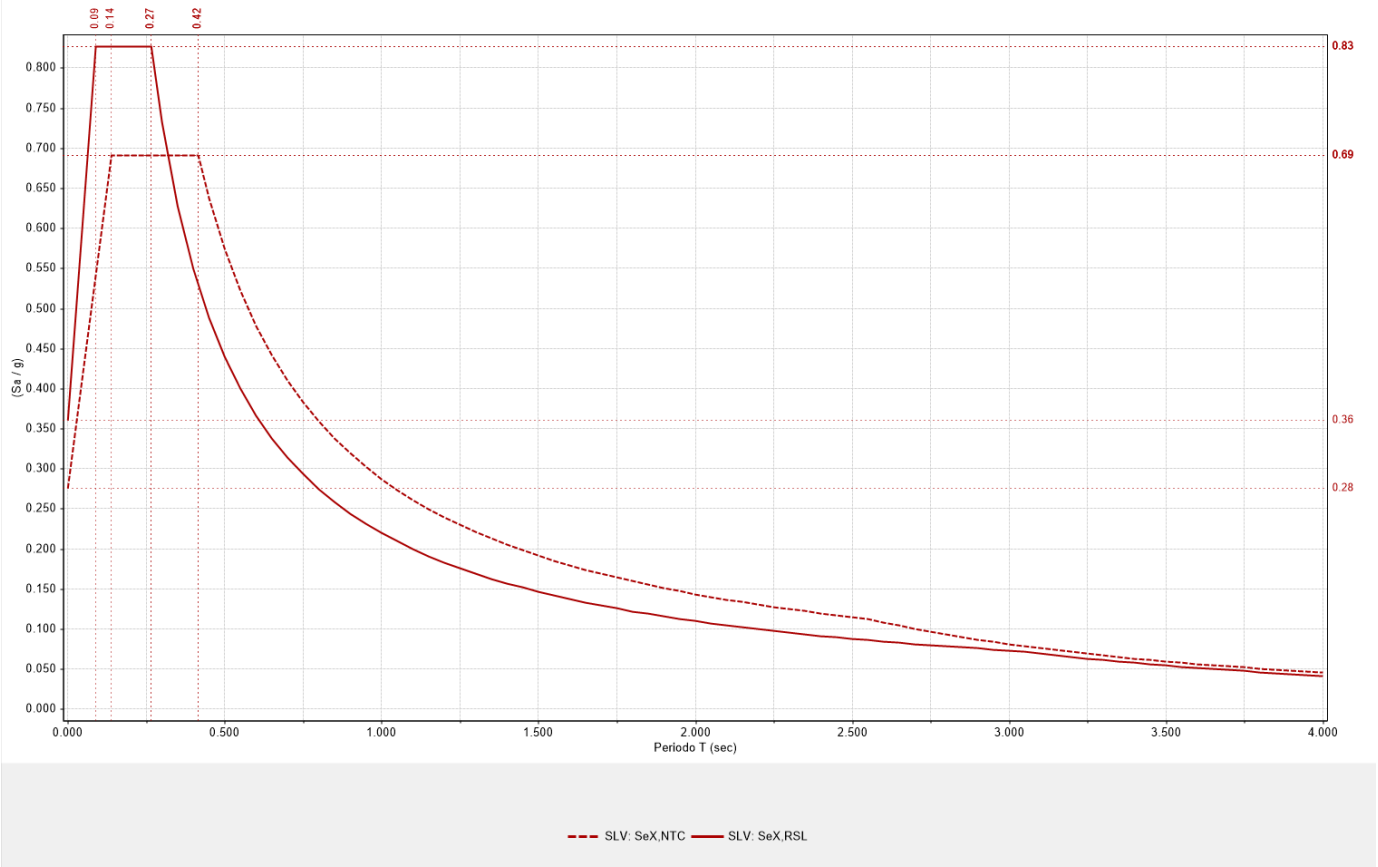
Stati Limite	T,R (anni)	Orizzontale							Verticale					
		a,g (g)	S,S	S	F,o	T,B (sec)	T,C (sec)	T,D (sec)	a,g (g)	S	F,v	T,B (sec)	T,C (sec)	T,D (sec)
SLO	120	0.091	1.200	1.200	2.447	0.128	0.384	1.964	0.091	1.000	0.997	0.050	0.150	1.000
SLD	201	0.113	1.200	1.200	2.455	0.129	0.386	2.052	0.113	1.000	1.114	0.050	0.150	1.000
SLV	1898	0.237	1.163	1.163	2.504	0.139	0.416	2.548	0.237	1.000	1.646	0.050	0.150	1.000
SLC	2475	0.256	1.142	1.142	2.515	0.140	0.420	2.624	0.256	1.000	1.718	0.050	0.150	1.000

Approccio rigoroso con Analisi RSL:

Stati Limite	T,R (anni)	Orizzontale				
		a,max (g)	F,o	T,B (sec)	T,C (sec)	T,D (sec)
SLO	120	0.143	2.243	0.082	0.246	2.171
SLD	201	0.177	2.250	0.082	0.247	2.308
SLV	1898	0.360	2.295	0.089	0.266	3.040
SLC	2475	0.382	2.305	0.090	0.269	3.127

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346



Riepilogo della valutazione della sicurezza per lo STATO DI FATTO dell'edificio esistente

Vulnerabilità non quantificabili numericamente

Per la struttura in esame si ritiene non vi siano vulnerabilità non quantificabili numericamente.

Vulnerabilità nei confronti dei carichi statici

Premessa

In esito alle analisi svolte la struttura in esame presenta vulnerabilità relative alle azioni statiche che riguardano:

- verifiche agli stati limite di esercizio dei pilatri esterni della fila centrale, in combinazione di carico rara, relativamente alle tensioni lato acciaio alla base dei pilastri
- flessione delle travi

Di seguito si espongono gli esiti delle verifiche che evidenziano dette vulnerabilità.

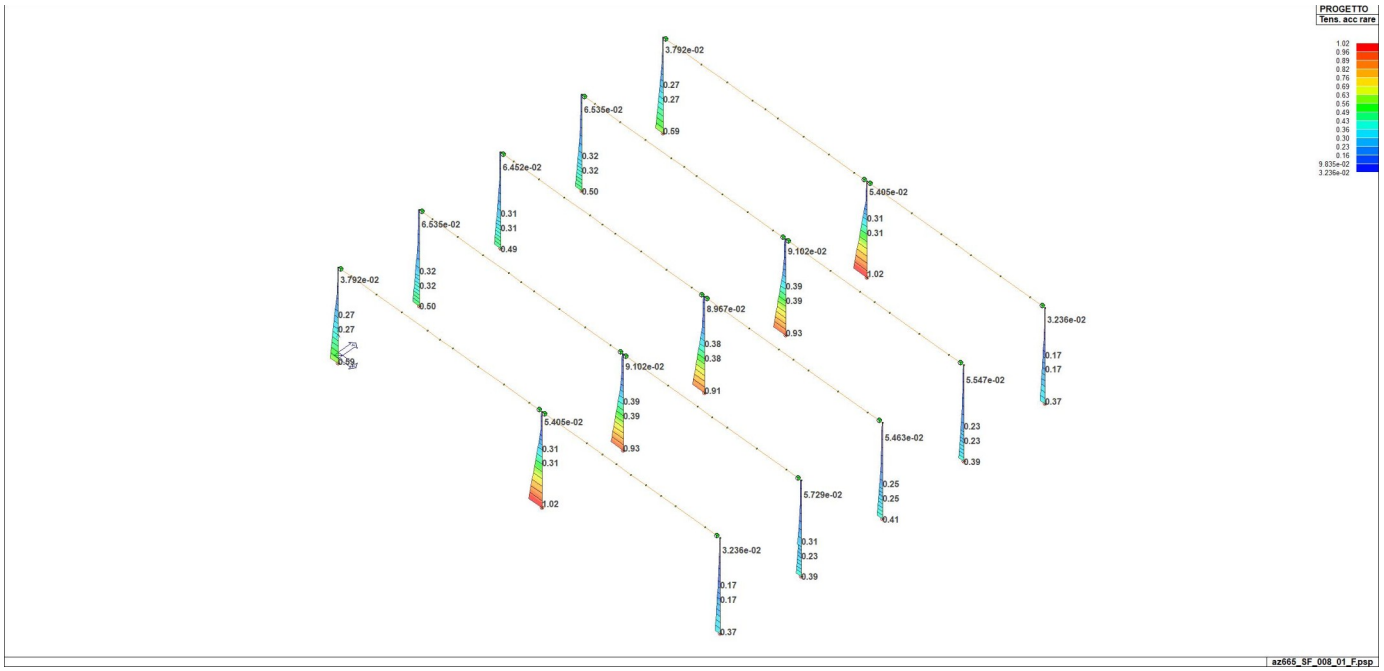
Verifica SLE dei pilastri

Di seguito si riporta il diagramma della verifica a SLE dei pilastri, in combinazione di carico rara, relativo alle tensioni lato acciaio.
Dal diagramma risulta:

SLE pilastri – tensioni acciaio in CCC rara: $\zeta_{v,min} = 1/1{,}02 = 0{,}980$

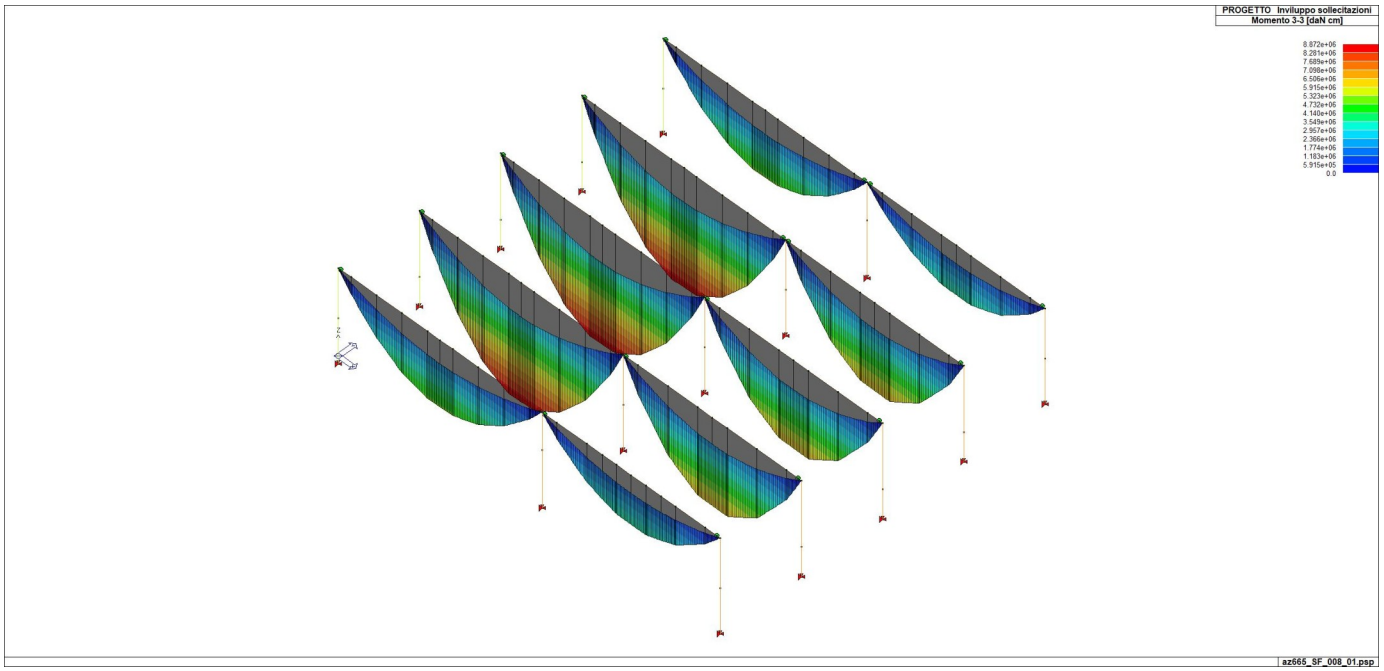
Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346



Verifica a flessione delle travi principali

Di seguito si riporta il diagramma di inviluppo del momento M3-3 delle travi principali.



Le travi a sezione variabile presentano vulnerabilità nei confronti dei carichi statici nelle sezioni prossime alla mezzeria.

In esito alle verifiche svolte, la condizione che massimizza il tasso di lavoro della sezione resistente nei confronti del momento sollecitante si presenta nelle sezioni prossime alla mezzeria ad una distanza dalla stessa che si spinge sino a quasi 3 metri da essa.

Per la sezione oggetto di verifica delle travi centrali della costruzione iniziale posta a 282 cm dalla mezzeria, che si assume come sezione maggiormente sofferente, il tasso di lavoro allo SLU risulta essere pari a 1,24, da cui:

SLU flessione travi principali: $\zeta_{v,min} = 1/1,24 = 0,806$

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Agli stati limite di esercizio, per la medesima trave il tasso di lavoro risulta essere pari a 1,03, quindi prossimo all'unità. Si ritiene che tale risultato non comporti una effettiva vulnerabilità.

Anche le travi principali della zona di ampliamento risultano vulnerabili a flessione da momento M3-3 anche se con $\zeta_{v,min}$ = 1/1,20 = 0,833 leggermente superiore rispetto alle travi principali della costruzione iniziale.

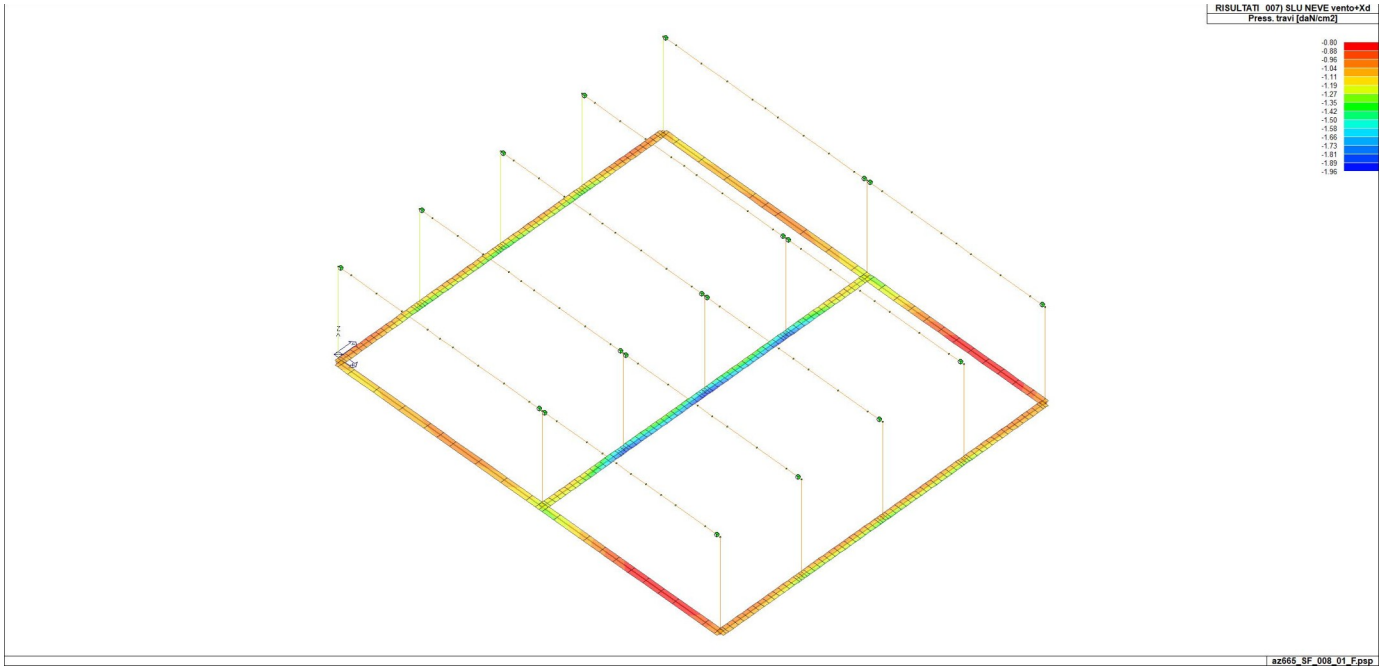
Vulnerabilità relative agli aspetti geotecnici

In esito alle analisi geotecniche viene rilevato che le opere di fondazione risultano completamente verificate nei confronti delle pressioni di contato con il terreno, ad eccezione di alcuni tratti delle travi interne porta-muro.

La portanza verticale risulta superata per brevi tratti, prossimi ai plinti di fondazione, pertanto si ritiene che la vulnerabilità non sussista ma sia unicamente esito della modellazione agli elementi finiti.

Elemento: Trave n. 180
Qmax / Qlim = 1.9161 / 1.7946 = 1.068 N.V. (Cmb 15 SLU STR)

Elemento: Trave n. 183
Qmax / Qlim = 1.9161 / 1.7946 = 1.068 N.V. (Cmb 15 SLU STR)



Riepilogo

In esito alla valutazione della sicurezza nei confronti delle azioni statiche si può quindi riassumere che per la struttura nello stato di fatto risulta:

ζ_v = 0,806.

Vulnerabilità dovute alla attivazione dei cinematismi nei muri di tamponamento

Risultati dei cinematismi analizzati:

n.	α0	PGA,CLD /PGA,DLD	TR,CLD /TR,DLD	PGA,CLV /PGA,DLV	TR,CLV /TR,DLV
1	0.033	0.136	0.010	0.133	0.005
2	0.005	0.000	0.000	0.019	0.000
3	0.026	0.107	0.005	0.106	0.003
4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Ing. Alessandro Zaccarini

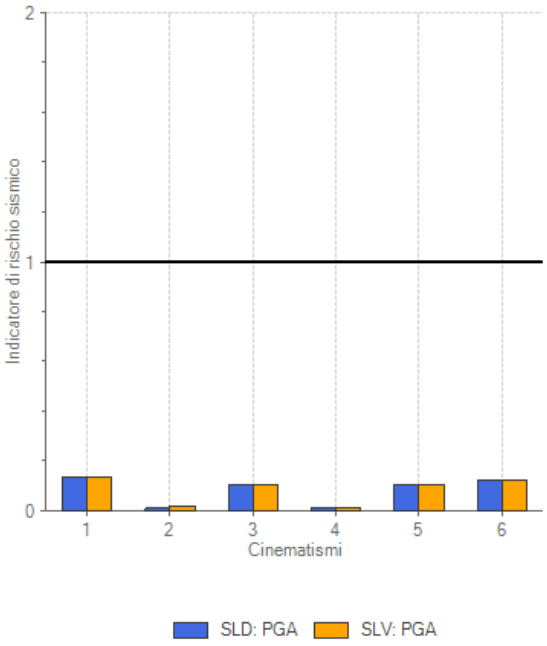
Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

```
|  5 | 0.025 |  0.107 |  0.005 |  0.106 |  0.003 |
|  6 | 0.030 |  0.124 |  0.010 |  0.122 |  0.004 |
-------------------------------------------------

n. = numero consecutivo del cinematismo
αO  = moltiplicatore di collasso
PGA,CLD / PGA,DLD = ζ,E,SLD,PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLD
TR,CLD  / TR,DLD  = ζ,E,SLD,TR  = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLD
PGA,CLV / PGA,DLV = ζ,E,SLV,PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV
TR,CLV  / TR,DLV  = ζ,E,SLV,TR  = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

Secondo All.A al D.M.14.1.2008, si considerano valori di TR compresi nell'intervallo [30,2475] anni. Se TR>2475 si pone
TR=2475.
Se TR<30, con riferimento al Programma di ricerca DPC-ReLUIS (Unità di Ricerca CNR-ITC)
si adotta un'estrapolazione mediante una regressione sui tre valori di hazard ag(30), ag(50) e ag(75),
effettuata con la funzione di potenza: ag(TR)=k*TR^α.
Per il sito in esame risulta: K = 0.010674520, α = 0.451353980

Per l'Indicatore di Rischio Sismico in termini di TR si ha quindi un limite massimo pari a:
SLD: (2475/TR,DLD)=12.313
SLV: (2475/TR,DLV)=1.304
```



In esito alla valutazione della sicurezza nei confronti dei meccanismi locali di danno risulta:

$\zeta_{E,PGA,min} = 0$.

Vulnerabilità locali e globali dovute all'azione sismica

Assenza di collegamenti

Per la struttura esistente, in esito all'analisi storico-critica, al rilievo geometrico-strutturale ed alle indagini diagnostiche svolte, si constata la mancanza dei collegamenti TEGOLO-TRAVE e la presenza dei collegamenti TRAVE-PILASTRO costituita unicamente dalle forchette in sommità dei pilastri che confinano le travi in una unica direzione.

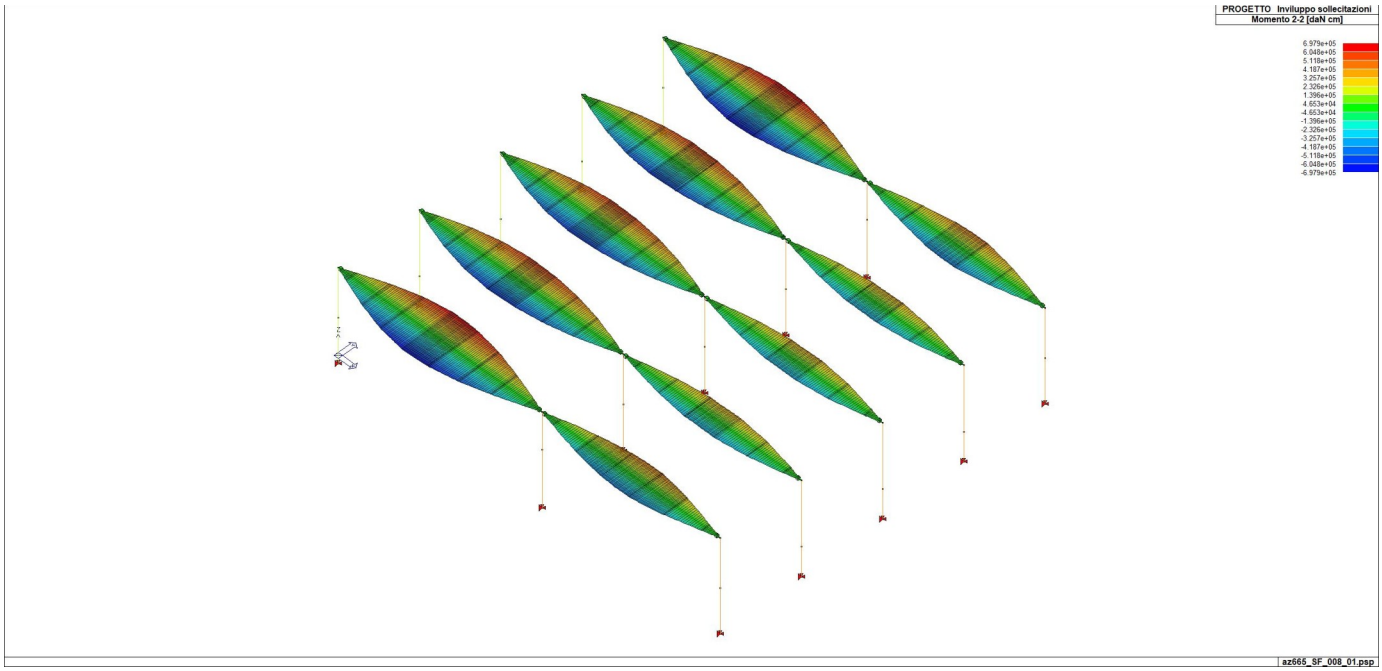
Per quanto sopra si ritiene che i collegamenti siano da considerare complessivamente assenti.

Vulnerabilità delle travi principali all'azione sismica

Di seguito si riporta il diagramma di inviluppo del momento M2-2 delle travi principali, per il quale l'azione che ne massimizza i valori è l'azione sismica.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346



Le travi a sezione variabile presentano vulnerabilità nei confronti dei carichi sismici nelle sezioni prossime alla mezzeria.

In esito alle verifiche svolte, la condizione che massimizza il tasso di lavoro della sezione resistente nei confronti del momento sollecitante si presenta nelle sezioni di mezzeria delle travi esterne della costruzione principale.

Per la sezione oggetto di verifica delle travi esterne della costruzione iniziale, posta in mezzeria e che si assume come sezione maggiormente sofferente, il tasso di lavoro allo SLV risulta essere pari a 1,24, da cui:

SLV flessione orizzontale travi principali: $\zeta_{E,min} = 1/1{,}20 = 0{,}833$

Agli stati limite di esercizio (SLD), la medesima sezione risulta verificata.

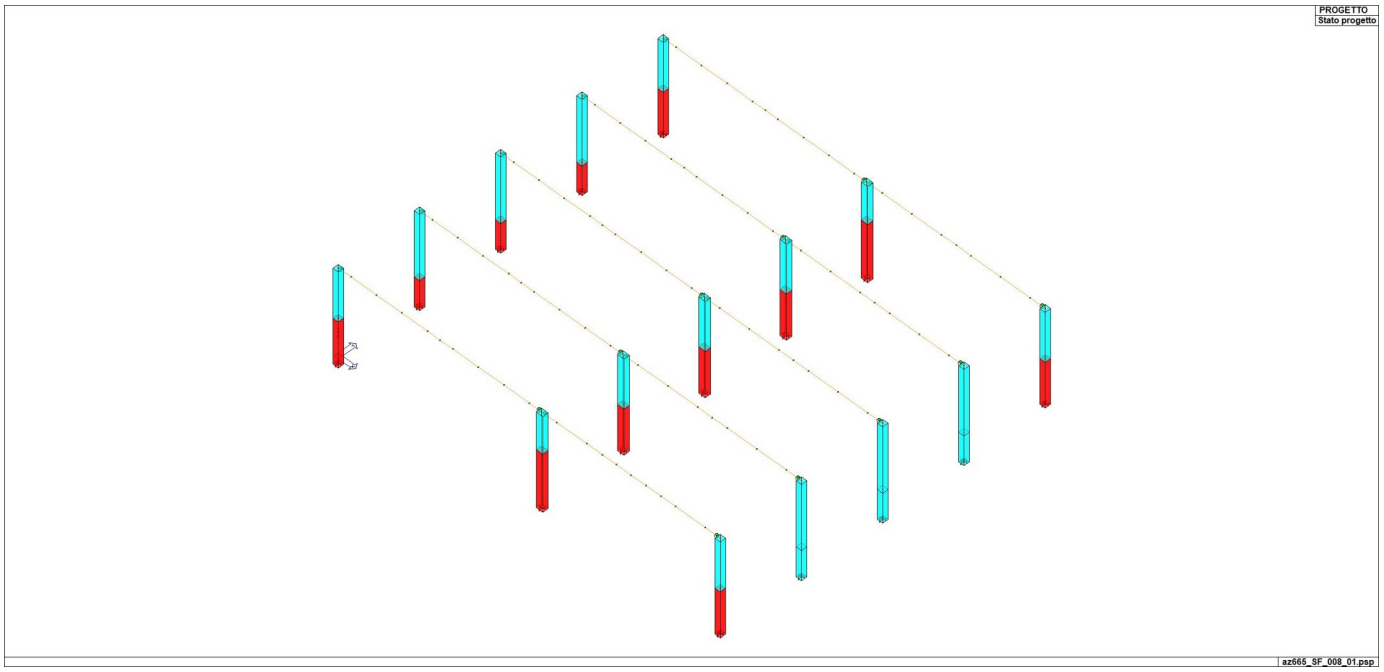
Le travi principali centrali della costruzione iniziale e tutte le travi principali della zona di ampliamento risultano invece verificate.

Vulnerabilità dei pilastri a pressoflessione con azione sismica

L'esito delle verifiche dei pilastri agli stati limite ultimi con presenza di azione sismica è riepilogato nella figura seguente.

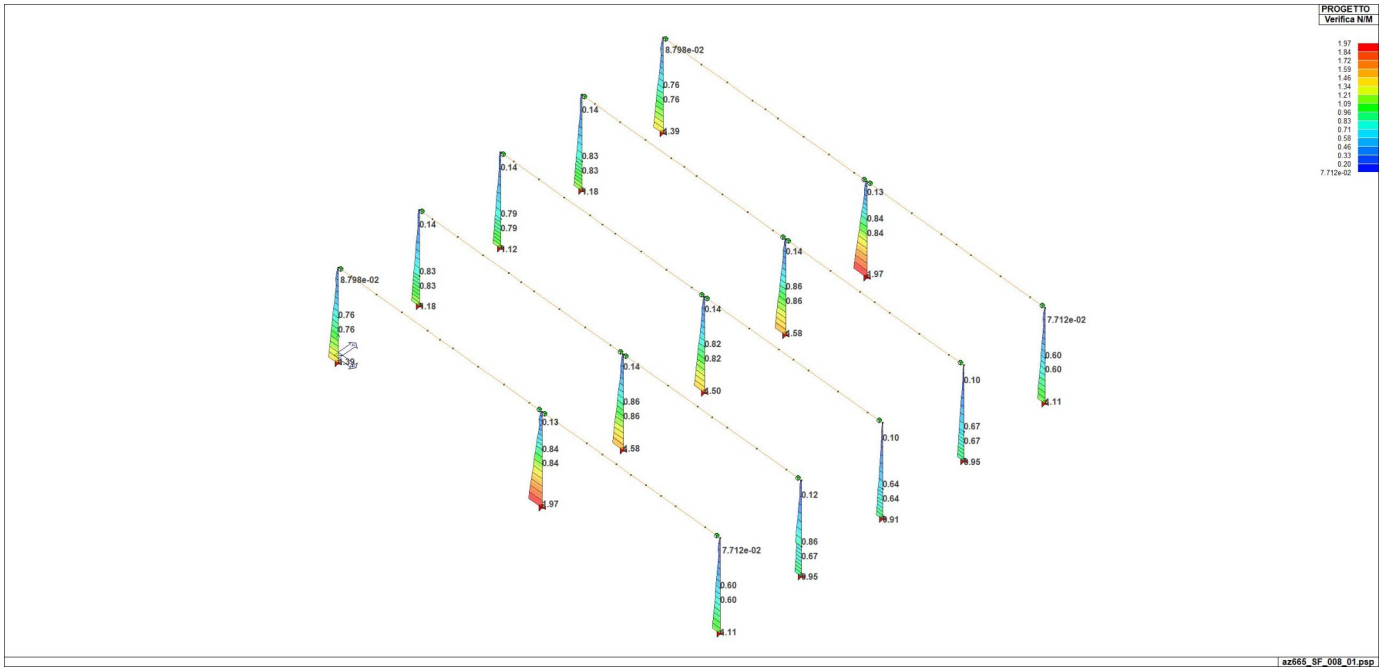
Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346



Gli esiti della verifica N/M evidenziano come la sezione alla base dei pilastri risenta sensibilmente dell'azione sismca raggiungendo, all'SLV un tasso di lavoro di 1,97.

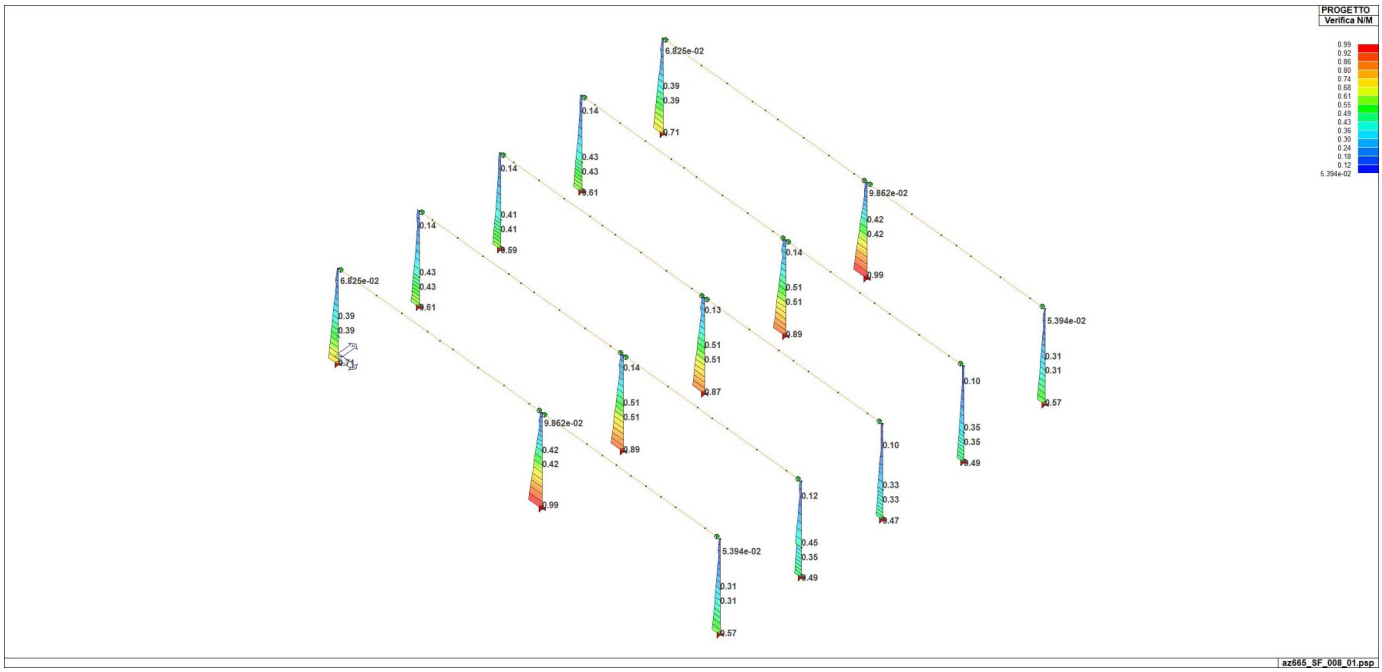
SLV pressoflessione pilastri: $\zeta_{E,min}$ = 1/1,97 = 0,508



Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Considerata la $\zeta_{E,min}$ = 1/1,97 = 0,508 e ponendo l'azione sismica pari al 50% dell'azione sismica di progetto si nota come effettivamente la verifica a pressoflessione dei pilastri risulti superata.



Riepilogo e calcolo degli indicatori di rischio sismico per l'analisi sismica

Di seguito si riepilogano le vulnerabilità riscontrate:

ANALISI STATICA - SLE pilastri – tensioni acciaio in CCC rara	$\zeta_{v,min}$ = 1/1,02 = 0,980
ANALISI STATICA - SLU flessione travi principali	$\zeta_{v,min}$ = 1/1,24 = 0,806
ANALISI SISMICA – Cinematismi pannelli murari di tamponamento	$\zeta_{E,min}$ = 0
ANALISI SISMICA - SLV flessione orizzontale travi principali:	$\zeta_{E,min}$ = 1/1,20 = 0,833
ANALISI SISMICA - SLV pressoflessione pilastri:	$\zeta_{E,min}$ = 1/1,97 = 0,508

Da cui deriva che:
la capacità statica della struttura nello stato di fatto è pari a $\zeta_{v,min}$ = 0,806
la capacità sismica per meccanismi locali nello stato di fatto è pari a $\zeta_{E,min}$ = 0
la capacità sismica globale della struttura per azioni sui suoi elementi strutturali è pari a $\zeta_{E,min}$ = 0,508

Capacità della struttura in termini di Vita Nominale; Tempo di intervento
Dati in input (domanda):
Classe d'uso della costruzione (§2.4.2): IV
Coefficiente d'uso della costruzione (§2.4.2, 2.4.3) C_U: 2.0
Vita Nominale V_N (§2.4.1): 100 anni
Vita di Riferimento (§2.4.3) $V_R = V_N * C_U$: 200 anni
PV_R per SLV (definita in input): 10 %

Risultati dell'analisi (capacità):
TR_{CLV} (anni) = 0 anni
Dalla relazione: $TR = -V_R / \ln(1-PV_R)$, ponendo $TR = TR_{CLV}$ e assumendo PV_R per SLV definita in input, segue la capacità della struttura in termini di Vita di Riferimento (V_{RC}) e quindi di Vita Nominale, ossia il Tempo di intervento $T_{INT} = (TR_{CLV}/C_U) * \ln(1-PV_R)$:
V_{RC} (anni) = 0 anni
T_{INT} (anni) = 0 anni

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

PRIMO STRALCIO FUNZIONALE – Opere in copertura

Descrizione dell'intervento di progetto

Come già anticipato, l'esigenza da soddisfare con il PRIMO STRALCIO FUNZIONALE è quella di sostituire le lattonerie di copertura, rimuovere il manto di copertura composto da lastre in cemento-amianto, sostituire il manto di copertura rimosso con un nuovo manto di copertura in lamiera preverniciata.

L'intervento in copertura risulta propedeutico al completamento delle opere di adeguamento sismico e riqualificazione del capannone, perché l'attuale stato di degrado del manto esistente e delle lattonerie pregiudicherebbe già nell'immediato le opere di nuova realizzazione all'interno del capannone ed all'esterno nelle sue prossimità.

L'intervento dovrà essere svolto da una ditta specializzata in bonifica dell'amianto che, oltre ad installare le opere provvisionali necessarie, dovrà provvedere alla redazione e presentazione di un piano di lavoro presso il Servizio di Prevenzione e Sicurezza degli Ambienti di Lavoro dell'AUSL, territorialmente competente per la bonifica dei materiali in cemento-amianto (ai sensi dell'art. 256, comma 5 del D.Lgs. 81/2008).

L'intervento di PRIMO STRALCIO FUNZIONALE prevede quindi le seguenti opere:

- rimozione delle lattonerie di copertura esistenti (gronda e frontalini);
- rimozione e lo smaltimento della copertura in lastre di cemento-amianto, a cura di ditta specializzata, mediante redazione e presentazione di un piano di lavoro presso il Servizio di Prevenzione e Sicurezza degli Ambienti di Lavoro dell'AUSL, territorialmente competente per la bonifica dei materiali in cemento-amianto (ai sensi dell'art. 256, comma 5 del D.Lgs. 81/2008);
- fornitura e posa in opera di nuovo manto di copertura in lamiera grecata di acciaio zincato preverniciato (tipo "ALUBEL 28" o similare) con colore a scelta della D.L., spessore lamiera pari a 0,7 mm, altezza greche pari a 28 mm, con sormonto di una greca e mezza, completa di pannetto anticondensa;
- fornitura e posa di nuove lattonerie di copertura (nuova gronda e nuovi frontalini) in lamiera di acciaio zincato sp. 6/10 mm, sviluppo fino a 50 cm, con preverniciatura a scelta della D.L.;
- opere provvisionali di sicurezza quali torre di salita, parapetti di protezione anticaduta certificati, recinzione di cantiere, ecc.;
- realizzazione di linea vita certificata per coperture in lamiera, compresi oneri di progettazione, con dispositivi di ancoraggio puntuale confromi alla norma EN795:2012 CEN/TS 16415:2013 ed idonei per n. 2 operatori.

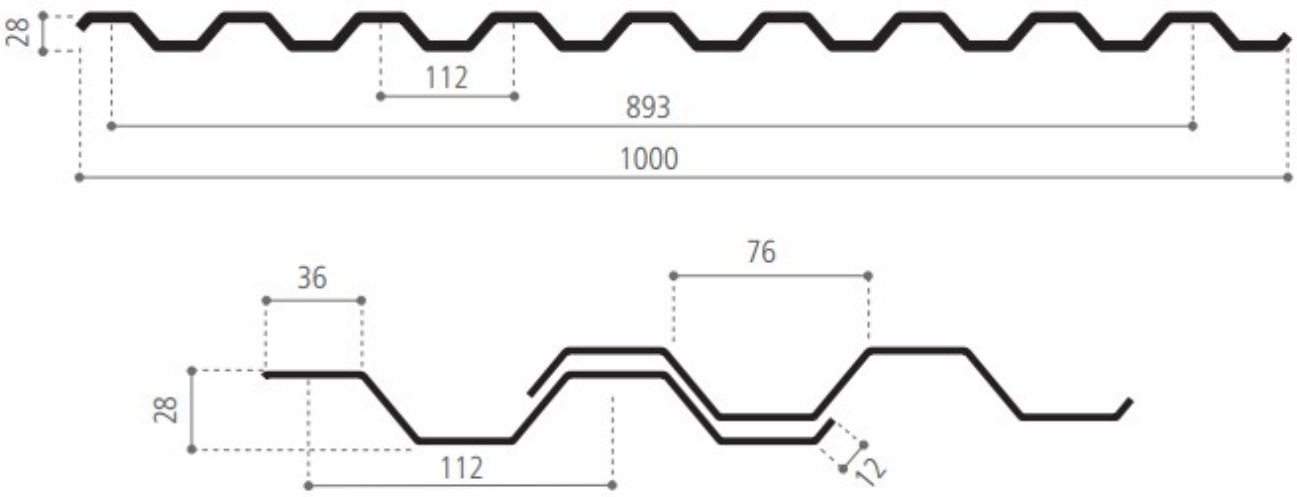


Figura 8: Schema grafico della lamiera grecata del nuovo manto di copertura in progetto (fonte: scheda tecnica "Alubel 28").

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Di seguito si riportano alcune immagini dell'edificio e della copertura oggetto di intervento.





Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346





Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Caratteristiche economico-finanziarie dei lavori da realizzare

Importo complessivo dell'intervento ed importo dei lavori

L'importo complessivo dei lavori relativi al PRIMO STRALCIO FUNZIONALE ammonta ad euro 22.747,17, di cui euro 2.440,00 per oneri per la sicurezza, oltre IVA (10%).

Tempo previsto per la esecuzione dei lavori

Per la esecuzione dei lavori in progetto si prevede, nell'ambito del presente documento di fattibilità delle alternative progettuali, un tempo di **25 giorni naturali e consecutivi**.

Indicazioni e misure finalizzate alla tutela della salute e sicurezza dei luoghi di lavoro per la stesura dei piani di sicurezza

Le opere di cui al PRIMO STRALCIO FUNZIONALE prevedono lavorazioni da eseguirsi in un edificio esistente in copertura per cui sarà necessaria l'installazione di una torre di salita e l'installazione di opere per la protezione dalla caduta.

Nell'area su cui insiste l'immobile l'accesso veicolare è consentito ai soli autorizzati. Non si prevedono interferenze con la viabilità comunale in quanto l'area di cantiere verrà completamente recintata e presenterà idonei accessi carrai tramite i quali i mezzi d'opera avranno agevole accesso al cantiere.

Ai sensi del D.Lgs. n. 81/2008, per l'intervento comportante particolari rischi derivanti dalla esecuzione di lavorazioni a quota superiore ai 2 m, è stato nominato il Coordinatore in materia di sicurezza e salute durante la progettazione dell'opera (Ing. Amedeo Riccò) ed il Coordinatore in materia di sicurezza e salute durante la realizzazione dell'opera (Ing. Amedeo Riccò) ai quali sono stati affidati i compiti di cui agli artt. 91 e 92 del succitato D.Lgs. n. 81/2008.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

SECONDO STRALCIO FUNZIONALE – Opere di completamento

Premessa

Come già anticipato, il SECONDO STRALCIO FUNZIONALE riguarderà il NUOVO progetto di adeguamento sismico e riqualificazione del capannone denominato **"Nuova Sede della Protezione Civile di Medesano (PR)"**, già oggetto di precedente progettazione ed appalto dei lavori che sono stati però interrotti con risoluzione contrattuale (rif. Determinazione n. 529 del 16/11/2023). Trattandosi di ristrutturare un edificio esistente, si è reso necessario definire una soluzione progettuale che, nell'ambito dello stesso volume disponibile, riesca a cogliere le migliori opportunità tecnico-economiche sotto gli aspetti della funzionalità e fruibilità, sicurezza strutturale, qualità architettonica, funzionalità e razionalità impiantistica, contenimento dei consumi energetici.

Descrizione dell'intervento di progetto

Funzionalità, fruibilità e qualità architettonica

Per quanto riguarda gli aspetti di funzionalità, fruibilità e qualità architettonica si è fatto costante riferimento alla vigente normativa nazionale e regionale relativa ai temi di progettazione edilizia ed eliminazione delle barriere architettoniche.

L'attività progettuale ha, in particolare, affrontato gli aspetti di seguito elencati:

- massimizzazione delle superfici fruibili all'interno del volume edificato già esistente minimizzando l'entità delle opere di ristrutturazione;
  - l'altezza disponibile interna, netta tra pavimento ed intradosso delle travi principali consente lo sfruttamento del volume su due livelli, che di fatto raddoppiano la superficie disponibile rispetto allo stato attuale, potendo gestire le altezze utili di due piani;
  - quanto sopra consente di disporre di un'ampia autorimessa a doppio volume e la formazione di un corpo uffici e servizi a piano terra, maggiormente fruibile, lasciando un grande spazio per lo stoccaggio di materiali ed attrezzature leggere al piano primo (utilizzabile in futuro previa realizzazione di una scala di accesso e del parapetto, non compresi nel seguente progetto e conseguente appalto);

- funzionalità dell'autorimessa ai fini della efficienza nella gestione dell'emergenza e della capienza di ricovero dei mezzi;
  - l'autorimessa è stata collocata nella zona sud-est dell'edificio in modo da semplificare l'uscita e l'ingresso dei mezzi, in funzione della necessità di svolgere dette operazioni con la massima celerità. L'autorimessa potrà ospitare anche mezzi di grande lunghezza visto che le dimensioni in pianta dell'autorimessa sono pari a lunghezza massima pari a 15,98 x 12,93 m. L'autorimessa ha altezza minima interna all'intradosso delle travi di copertura pari a 6,65 m;

- funzionalità degli spazi esterni
  - l'area cortilizia ha una superficie pari a circa 700 mq. Questo ampio spazio consente lo stoccaggio di merci, il ricovero mezzi in area esterna, il parcheggio di un ampio numero di veicoli;

- riqualificazione delle facciate dell'edificio
  - cogliendo l'opportunità di unire l'esigenza di migliorare il contenimento energetico dell'unità immobiliare con la necessità di riqualificare le facciate dell'edificio, si prevede la realizzazione di un cappotto isolante esterno nella porzione di edificio destinata ad ospitare gli uffici ed i servizi.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346



Illustrazione 2: Prospetto nord-ovest di progetto.

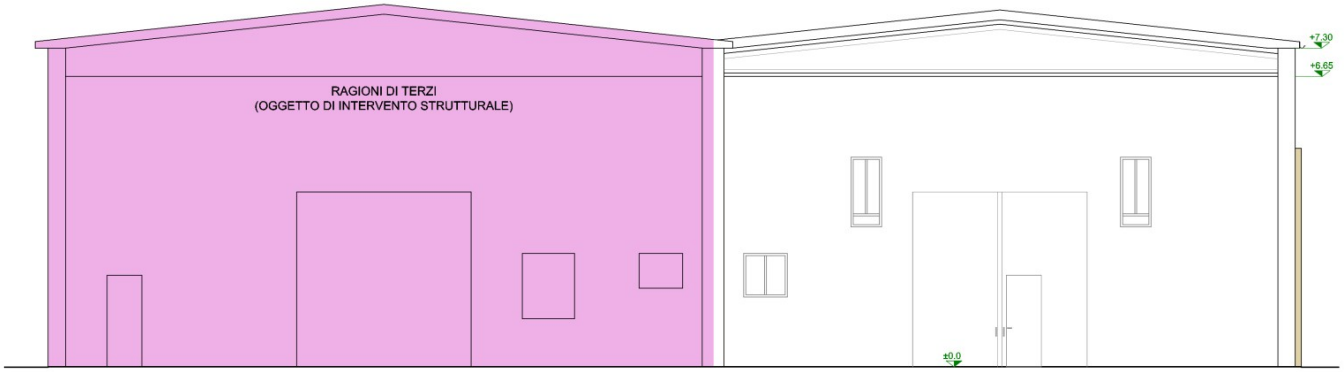


Illustrazione 3: Prospetto sud-est di progetto.

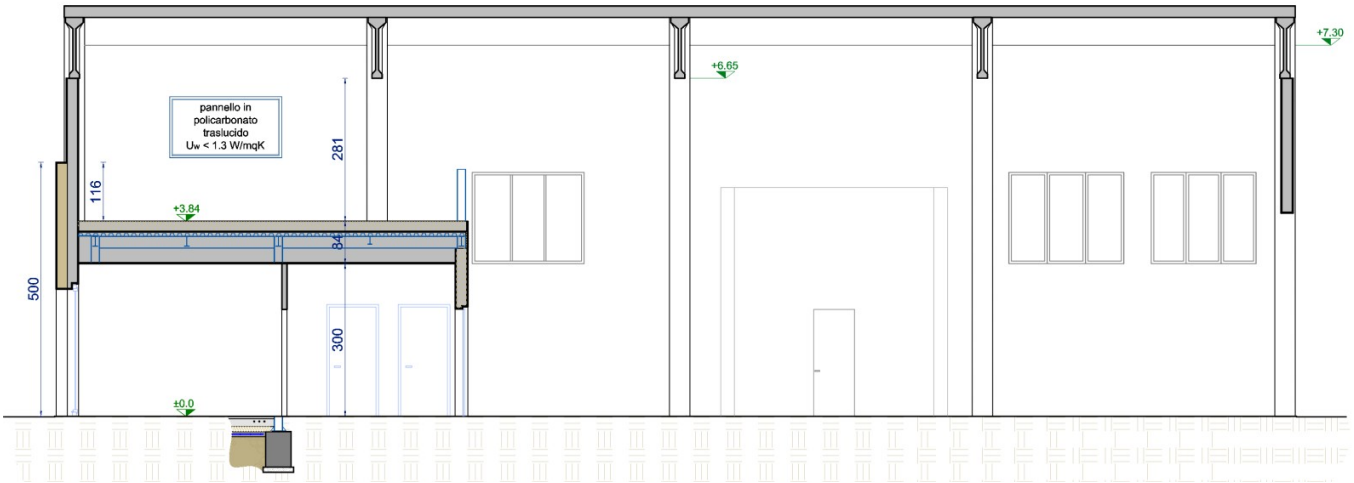


Illustrazione 4: Sezione longitudinale di progetto.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

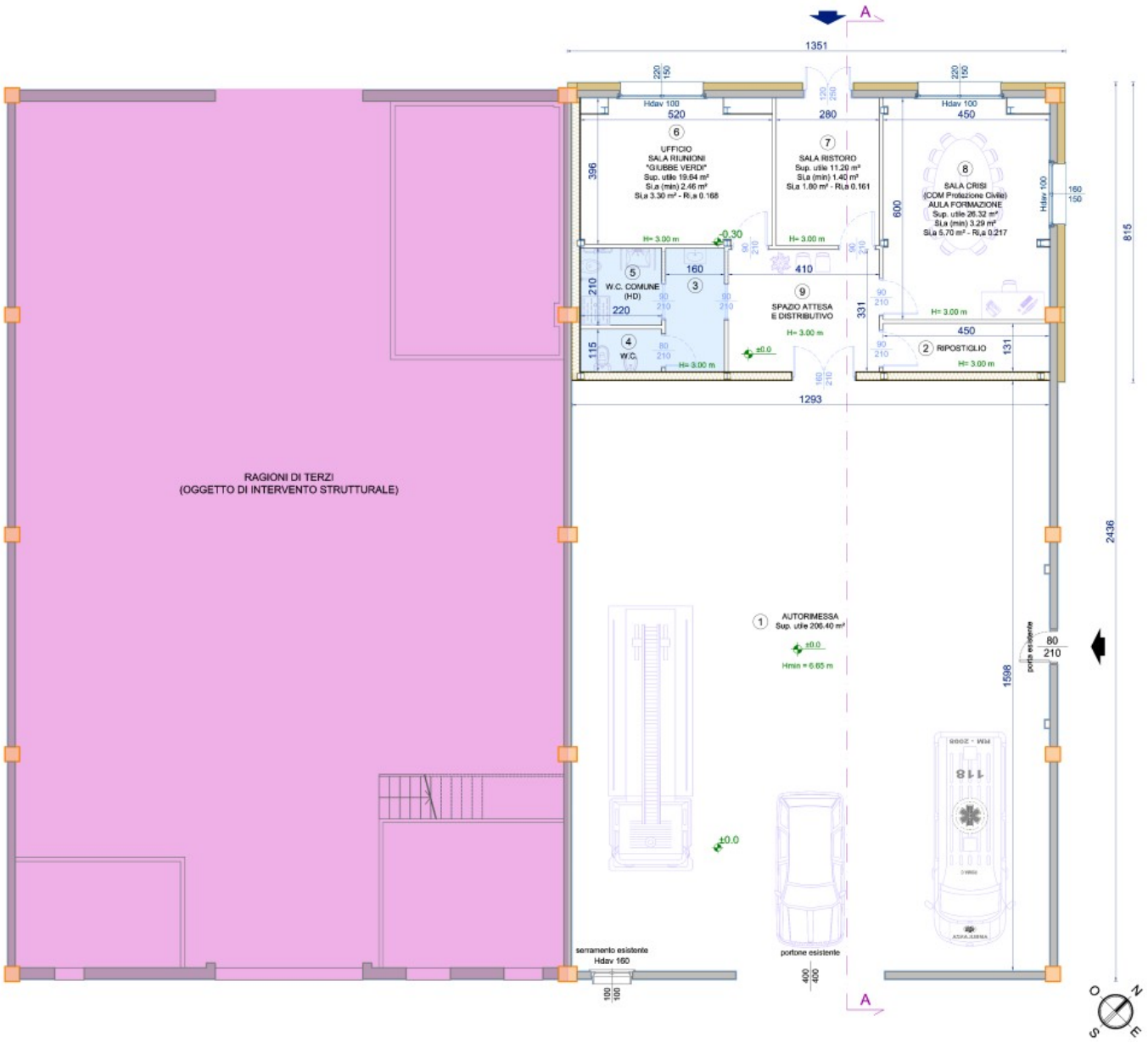


Illustrazione 5: Pianta di piano terra di progetto.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346



Illustrazione 6: Pianta di piano primo di progetto.

Sicurezza strutturale

L'intero edificio esistente è costituito da una unica unità strutturale con struttura portante in conglomerato cementizio armato prefabbricato e schema funzionale a due campate. La prima parte dell'edificio (la prima campata) è stata costruita nell'anno 1980 mentre la seconda campata è stata aggiunta nel 1990.

Il cambio di destinazione d'uso della porzione di unità strutturale oggetto di intervento prevede che l'intero edificio sia oggetto di intervento strutturale di "adeguamento" al rispetto delle prescrizioni di cui alle attuali norme tecniche per le costruzioni, con particolare riferimento alla capacità dell'edificio di resistere alle azioni sismiche.

Considerata quindi una particolarmente rilevante intensità della azione sismica di progetto (considerata la Classe d'Uso IV, la Vita Nominale posta pari a 100 anni e gli esiti della analisi di Risposta Sismica Locale di 3° livello) che l'edificio "adeguato" dovrà sostenere, per la zona uffici e servizi si è optato per la formazione di una "sottostruttura indipendente" interna (unità strutturale indipendente) costituita da un telaio in acciaio ad un impalcato che possa fungere da struttura portante per le azioni statiche e sismiche derivanti dalla nuova attività interna a piano terra (uffici e servizi) e piano primo (deposito), senza gravare sulla struttura in c.a. esistente.

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Per la struttura esistente si sono progettate opere di rinforzo, riguardanti anche l'unità immobiliare adiacente, che riguardano il rinforzo di tutti i pilastri, la formazione di adeguate connessioni tra gli elementi strutturali primari, secondari ed i tamponamenti, ed il rinforzo delle travi principali.

Normativa strutturale di riferimento per le opere strutturali

Per le analisi e verifiche strutturali e di valutazione della sicurezza dell'edificio in oggetto e della nuova unità strutturale interna si è fatto costante riferimento ai seguenti documenti normativi, oltre ad eventuali altri documenti di comprovata validità a cui si farà riferimento negli appositi capitoli:

- D.M. Infrastrutture 17 Gennaio 2018, "Nuove norme tecniche per le costruzioni", pubblicato sul S.O. n. 8 della Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018 *(di seguito denominato NTC 2018)*;
- Circolare C.S.LL.PP. 21 gennaio 2019, n. 7, "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018" *(di seguito denominata CIRCOLARE 7/2019);*
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, "Linee Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti", approvate dal D.P. n. 293 del 29/05/2019;
- ETA-05/0069, "Guideline for European technical approval of "Metal anchors for use in concrete", ETAG 001 Part 2: "Torque controlled expansion anchors", April 2013, used as European Assessment Document (EAD) according to Article 66 Paragraph 3 of Regulation (EU) No 305/2011";
- Ordinanza n. 55 del 24 aprile 2018, "Disciplina per la delocalizzazione temporanea delle attività economiche o produttive e dei servizi pubblici danneggiati dal sisma eseguiti e conclusi in data anteriore a quella di entrata in vigore del decreto legge n. 189 del 2016. Modifiche alle ordinanze n. 24 del 12 maggio 2017, n. 39 dell'8 settembre 2017 e n. 51 del 29 marzo 2018. Proroga del termine di cui all'articolo 8, comma 4, del decreto-legge 17 ottobre 2016, n. 189, convertito con modificazioni dalla legge 15 dicembre 2016, n. 229, e s.m.i. Termine per il deposito delle schede AeDES", e relativo Allegato 1, "Regolarizzazione di uno spettro ottenuto con gli studi di MS3" *(di seguito denominata Ordinanza P.C.M. n. 55/2018)*.

Funzionalità e razionalità impiantistica, contenimento dei consumi energetici

Considerato che l'edificio esistente è stato realizzato per uso a fini artigianali/produttivi, allo stato attuale si trova spoglio delle dotazioni impiantistiche (impianti elettrici, termomeccanici e idrosanitari, ecc.) necessarie per la nuova funzione a cui verrà destinato, così come privo di misure ed opere per il contenimento dei consumi energetici. Per quanto detto, il progetto prevede la completa riqualificazione energetica della unità immobiliare con riferimento alla zona destinata ad uffici e servizi, e la formazione di tutti gli impianti necessari e funzionali alla attività della nuova sede della Protezione Civile.

Descrizione e suddivisione delle opere

L'intervento in progetto, nel suo complesso, è ideato come un unico intervento di adeguamento sismico della struttura prefabbricata esistente con completa e funzionale realizzazione di nuove opere interne ed esterne al fine di rendere l'unità immobiliare nelle disponibilità dell'Amministrazione comunale finita e pronta ad ospitare la nuova sede delle Protezione Civile locale.

L'intervento in progetto, nella sua completezza (tra opere edili, strutturali, impiantistiche, provvisionali), si compone principalmente delle opere e lavorazioni di seguito elencate (elenco non esaustivo):

- Opere generali
  - Opere edili
    - Formazione di nuove soglie e davanzali;
    - Realizzazione dei nuovi massetti interni;
    - Pavimentazioni interne della zona uffici al piano terra;
    - Formazione delle nuove pareti divisorie interne in cartongesso;
    - Nuovi rivestimenti interni per i servizi igienici;
    - Formazione dei nuovi pacchetti coibentati a parete e a solaio, interni ed esterni, che per le pareti esterne sono costituiti da sistema a cappotto con finitura intonacata, mentre per le opere interne da fornitura e posa in opera di materiali isolanti da inserire nel solaio di piano e nelle pareti in cartongesso;
    - Realizzazione delle nuove porte interne ed esterne;

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

- Tinteggi interni ed esterni ove occorre;
- Formazione di nuovi controsoffitti interni al piano terra, necessari anche per il contenimento degli impianti tecnologici (elettrici, di illuminazione, aeraulici, ecc.);
- Revisione delle opere di lattoneria esistenti a parete;
- Realizzazione delle nuove finestre di progetto, ove necessario;
- Assistenza muraria alla esecuzione degli impianti termomeccanici, idrosanitali, elettrici e speciali, di illuminazione;
- Sistemazione del cappotto coibentante esterno per adeguarsi alle opere strutturali di progetto;

- Opere impiantistiche
  - Realizzazione dei nuovi impianti termomeccanici e idrosanitari;
  - Realizzazione dei nuovi impianti elettrici, speciali e di illuminazione;
- Opere strutturali
  - Formazione di nuova struttura in elevazione interna in telaio di acciaio;
  - Nuovi solai in lamiera di acciaio autoportante;
  - Rinforzo e adeguamento sismico delle opere strutturali esistenti per l'intera unità strutturale in conglomerato cementizio armato prefabbricata, mediante rinforzi e collegamenti in acciaio e rinforzo di travi in FRP;
- Opere provvisionali
  - Formazione di ponteggi interni ed esterni per la realizzazione delle lavorazioni in progetto.

Nuova struttura interna in acciaio

Le opere sono state sottoposte alle verifiche previste dalle norme tecniche per le costruzioni vigenti (NTC2918) e già richiamate, ed hanno riguardato:

- le valutazioni circa l'interazione opera-terreno in termini di contenimento delle deformazioni differenziali e del contenimento delle pressioni di contatto entro i limiti di capacità portante del terreno;
- la progettazione e verifica degli elementi strutturali mediante modellazione con software agli elementi finiti e con verifiche manuali, che hanno riguardato le seguenti analisi:
  - analisi statica (non sismica);
  - analisi sismica dinamica lineare.

Le opere di fondazione verranno verificate secondo l' Approccio 2.

La nuova struttura in acciaio verrà progettata come struttura NON DISSIPATIVA, pertanto il fattore di struttura viene calcolato come segue:

Calcolo dei fattori di comportamento secondo il D.M. 17/01/2018

La costruzione, nuova, è caratterizzata da regolarità sia in pianta sia in altezza ed è progettata considerando un comportamento non dissipativo (ND).

Parametri fattore in direzione x e y

Sistema costruttivo:	acciaio o composto acciaio-calcestruzzo	
Tipologia strutturale:	strutture a mensola o a pendolo inverso	
Valore base fattore	q_0 =	2.000
Fattore di regolarità	K_R =	1.0
Fattore dissipativo	$q_D = q_0 \cdot K_R$ =	2.000
Fattore non dissipativo	$q_{ND} = 2/3 \cdot q_D$ =	1.333 (≤1.5)

Fattori di comportamento utilizzati

	Dissipativi	Non dissipativi
q SLU x	2.000	1.333
q SLU y	2.000	1.333
q SLU z	1.500	1.500

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Riepilogo della valutazione della sicurezza di PROGETTO dell'edificio esistente

Vulnerabilità non quantificabili numericamente

Per la struttura in esame si ritiene non vi siano vulnerabilità non quantificabili numericamente.

Vulnerabilità nei confronti dei carichi statici

Premessa

In esito alle analisi svolte ed alle vulnerabilità rilevate per lo stato di fatto, le soluzioni progettuali applicate hanno consentito l'eliminazione delle vulnerabilità ed il completo adeguamento della capacità portante della struttura e dei suoi elementi nei confronti delle azioni statiche.

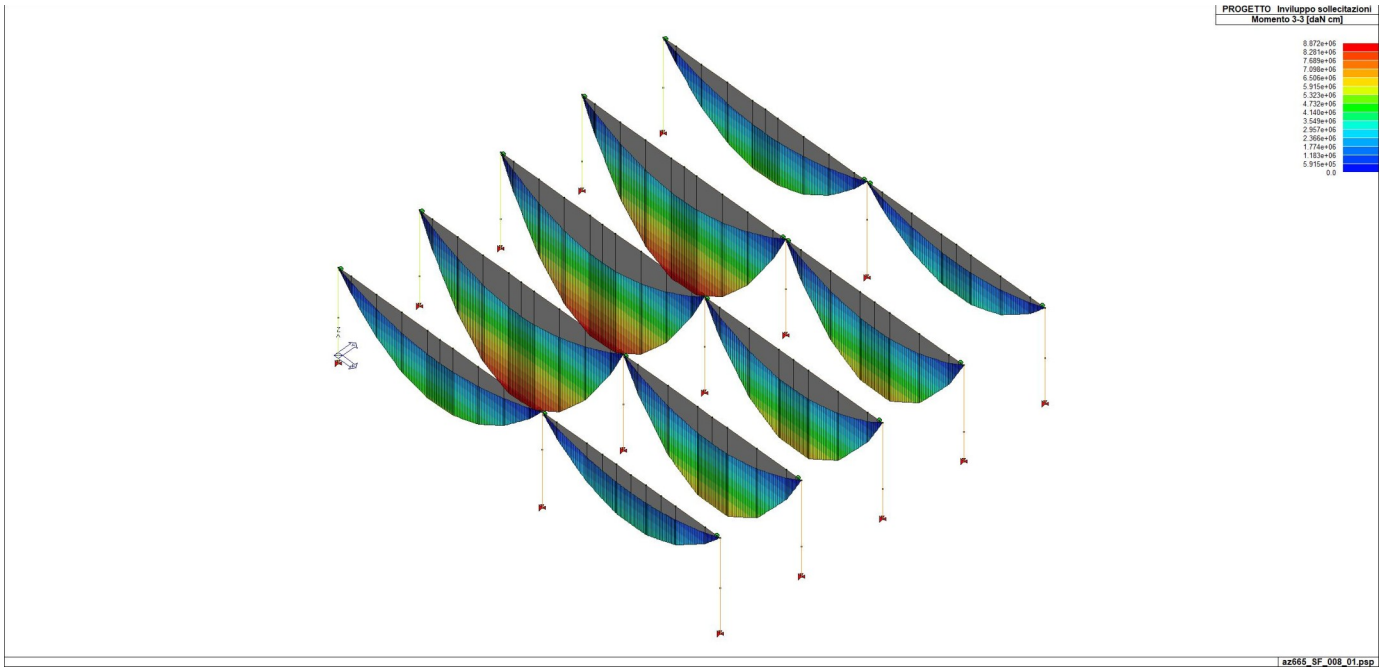
Di seguito si espongono gli esiti delle verifiche che evidenziano il superamento delle vulnerabilità preesistenti.

Verifica SLE dei pilastri

La vulnerabilità è superata a seguito dell'intervento di rinforzo alla base dei pilastri. Il software utilizzato non consente la visualizzazione dei risultati in forma grafica.

Verifica a flessione delle travi principali

Di seguito si riporta il diagramma di inviluppo del momento M3-3 delle travi principali.



Per risolvere le vunerabilità nei confronti dei carichi statici nelle sezioni prossime alla mezzeria si è provveduto a progettare rinforzi a flessione mediante applicazione di FRP posto nella misura e quantità idonea ad eliminare completamente le vulnerabilità agli SLU e a minimizzare le vulnerabilità nei confronti degli SLE, per i quali le NTC 2018 consentono, per le strutture esistenti anche se in Classe d'Uso IV, di riferirsi a condizioi di prestazione eventualmente inferiori a quanto previsto per le nuove costruzioni.

L'esito delle verifiche per lo stato di progetto riconduce a:
SLU flessione travi principali: $\zeta_{v,min}$ = 1,00
SLE tensione lato acciaio travi principali: $\zeta_{v,min}$ = 1,11

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Vulnerabilità relative agli aspetti geotecnici

Le vulnerabilità relative agli aspetti geotecnici rimangono inalterate rispetto allo stato di fatto.

Riepilogo

In esito alla valutazione della sicurezza nei confronti delle azioni statiche si può quindi riassumere che per la struttura nello stato di fatto risulta:

ζ_v = 1,00.

Vulnerabilità dovute alla attivazione dei cinematismi nei muri di tamponamento

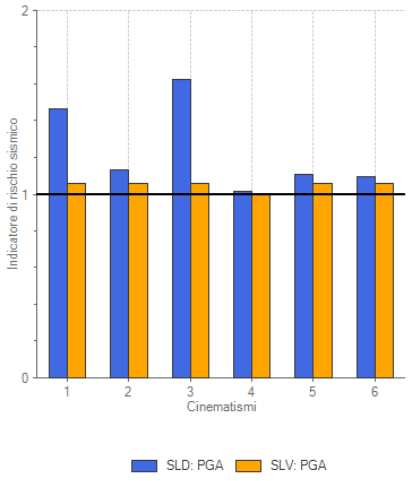
Risultati dei cinematismi analizzati:

n.	αO	PGA,CLD /PGA,DLD	TR,CLD /TR,DLD	PGA,CLV /PGA,DLV	TR,CLV /TR,DLV
1	0.349	1.462	2.836	1.061	1.304
2	0.264	1.135	1.388	1.061	1.304
3	0.388	1.626	3.965	1.061	1.304
4	0.243	1.016	1.060	1.003	1.018
5	0.264	1.107	1.328	1.061	1.304
6	0.261	1.095	1.274	1.061	1.304

n. = numero consecutivo del cinematismo
αO = moltiplicatore di collasso
PGA,CLD / PGA,DLD = ζ,E,SLD,PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLD
TR,CLD / TR,DLD = ζ,E,SLD,TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLD
PGA,CLV / PGA,DLV = ζ,E,SLV,PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV
TR,CLV / TR,DLV = ζ,E,SLV,TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

Secondo All.A al D.M.14.1.2008, si considerano valori di TR compresi nell'intervallo [30,2475] anni. Se TR>2475 si pone TR=2475.
Se TR<30, con riferimento al Programma di ricerca DPC-ReLUIS (Unità di Ricerca CNR-ITC)
si adotta un'estrapolazione mediante una regressione sui tre valori di hazard ag(30), ag(50) e ag(75),
effettuata con la funzione di potenza: ag(TR)=k*TR^α.
Per il sito in esame risulta: K = 0.010674520, α = 0.451353980

Per l'Indicatore di Rischio Sismico in termini di TR si ha quindi un limite massimo pari a:
SLD: (2475/TR,DLD)=12.313
SLV: (2475/TR,DLV)=1.304



In esito alla valutazione della sicurezza nei confronti dei meccanismi locali di danno risulta:

$\zeta_{E,PGA,min}$ = 1,003.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

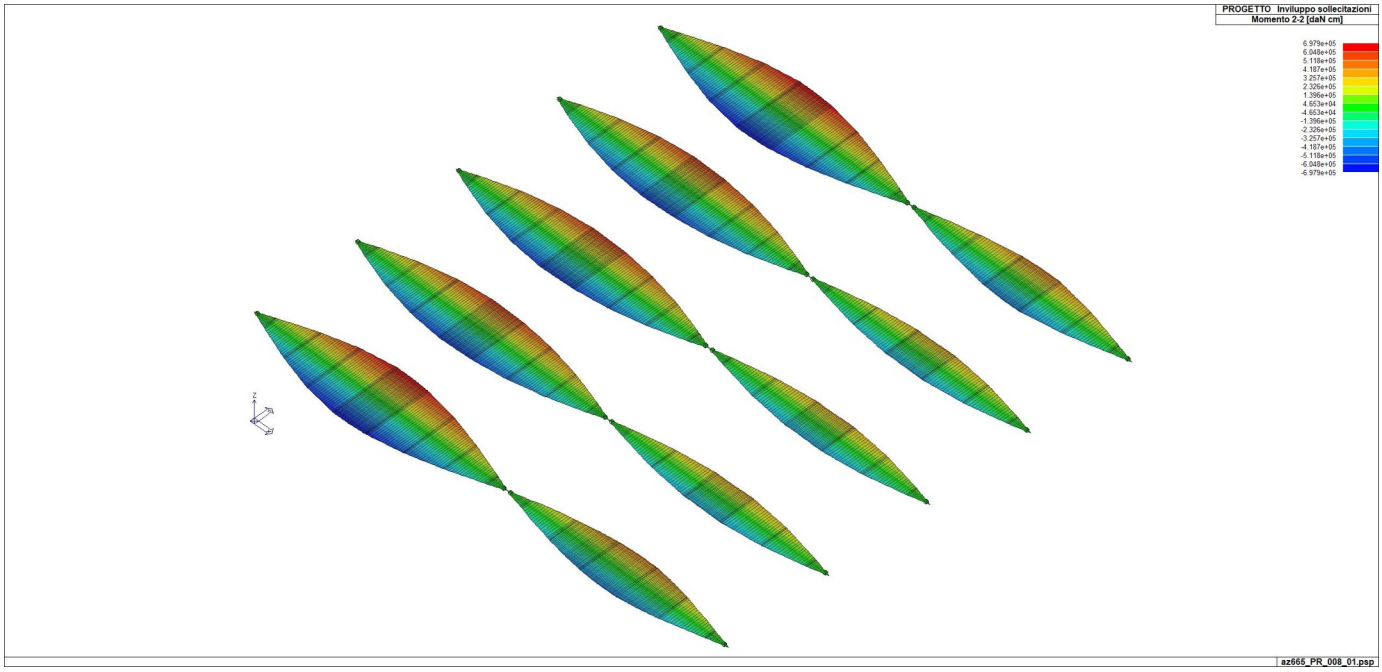
Vulnerabilità locali e globali dovute all'azione sismica

Assenza di collegamenti

Le opere in progetto prevedono la realizzazione di opere di collegamento tra gli elementi strutturali principali e tra questi e i muri di tamponamento, in grado di consentire alla struttura di sostenere le azioni sismiche in base alla capacità degli elementi strutturali stessi.

Vulnerabilità delle travi principali all'azione sismica

Di seguito si riporta il diagramma di inviluppo del momento M2-2 delle travi principali, per il quale l'azione che ne massimizza i valori è l'azione sismica.



Per risolvere le vunerabilità nei confronti dei carichi sismici nelle sezioni prossime alla mezzeria delle travi estenre della costruzione inizale, si provveduto a progettare rinforzi a flessione mediante applicazione di FRP posto nella misura e quantità idonea ad eliminare completamente le vulnerabilità agli SLV e a minimizzare le vulnerabilità nei confronti degli SLD, per i quali le NTC 2018 consentono, per le strutture esistenti anche se in Classe d'Uso IV, di riferirsi a condizioi di prestazione eventualmente inferiori a quanto previsto per le nuove costruzioni.

L'esito delle verifiche per lo stato di progetto riconduce a:

SLV flessione orizzontale travi principali: $\zeta_{E,min} = 1/1{,}02 = 0{,}980 \approx 1$.

Tale valore, prossimo all'unità e relativo ad una sola combinazione di carico, si ritiene accettabile ai fini dell'adeguamento sismico dell'edificio.

Agli stati limite di esercizio (SLD), la medesima sezione risulta verificata.

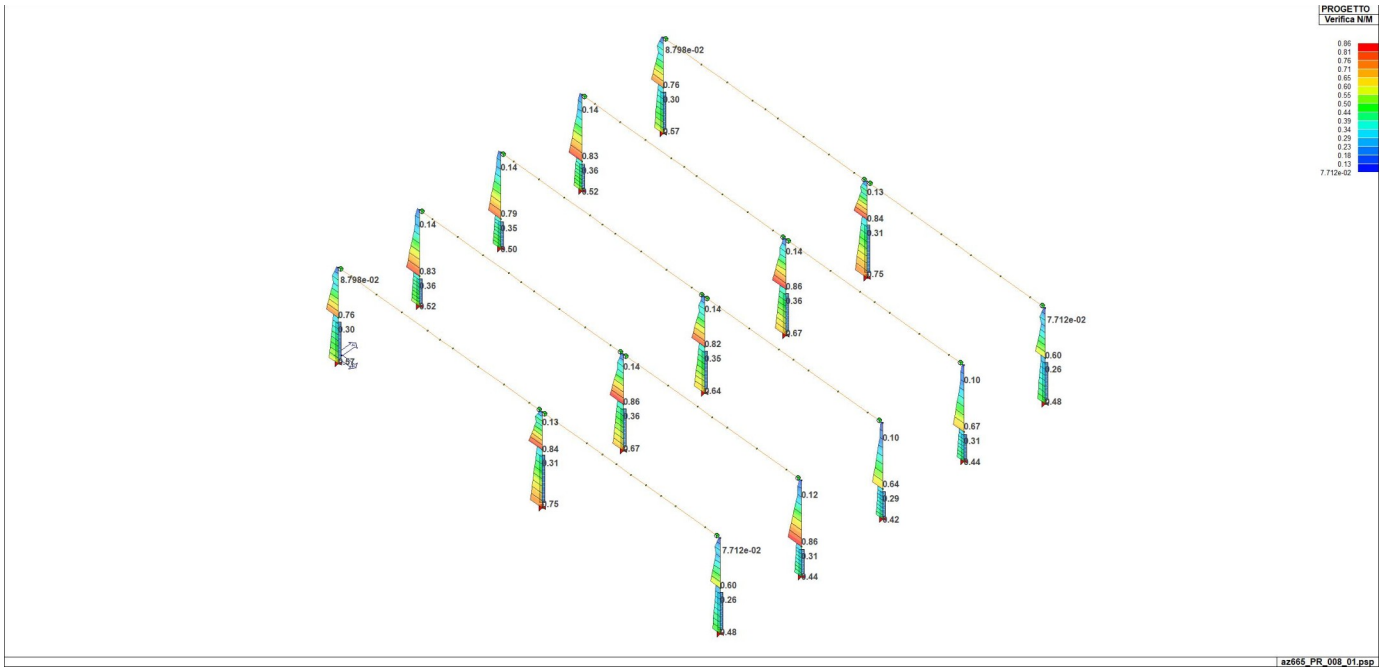
Le travi principali centrali della costruzione iniziale e tutte le travi principali della zona di ampliamento risultano invece verificate.

Vulnerabilità dei pilastri a pressoflessione con azione sismica

L'esito delle verifiche dei pilastri agli stati limite ultimi con presenza di azione sismica è riepilogato nella figura seguente.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346



Gli esiti della verifica N/M evidenziano come per i pilastri la configurazione di progetto consenta di raggiungere, all'SLV, un tasso di lavoro massimo pari a 0,86.

SLV pressoflessione pilastri: $\zeta_{E,min} = 1/0,86 = 1,16$.

Riepilogo e calcolo degli indicatori di rischio sismico per l'analisi sismica

Di seguito si riepilogano le vulnerabilità riscontrate:

ANALISI STATICA - SLU flessione travi principali	$\zeta_{v,min} = 1,00$
ANALISI SISMICA – Cinematismi pannelli murari di tamponamento	$\zeta_{E,min} = 1,00$
ANALISI SISMICA - SLV flessione orizzontale travi principali:	$\zeta_{E,min} = 1,00$
ANALISI SISMICA - SLV pressoflessione pilastri:	$\zeta_{E,min} = 1,16$

Da cui deriva che:
la capacità statica della struttura di è pari a $\zeta_{v,min} = 10,,$
la capacità sismica per meccanismi locali nello stato di fatto è pari a $\zeta_{E,min} = 1,00$
la capacità sismica globale della struttura per azioni sui suoi elementi strutturali è pari a $\zeta_{E,min} = 1,00$

Capacità della struttura in termini di Vita Nominale; Tempo di intervento
Dati in input (domanda):
Classe d'uso della costruzione (§2.4.2): IV
Coefficiente d'uso della costruzione (§2.4.2, 2.4.3) C_U: 2.0
Vita Nominale V_N (§2.4.1): 100 anni
Vita di Riferimento (§2.4.3) $V_R = V_N * C_U$: 200 anni
PV_R per SLV (definita in input): 10 %

Risultati dell'analisi (capacità):
TR_{CLV} (anni) = 1898 anni
Dalla relazione: $TR = -V_R / \ln(1-PV_R)$, ponendo $TR = TR_{CLV}$ e assumendo PV_R per SLV definita in input, segue la capacità della struttura in termini di Vita di Riferimento (V_{RC}) e quindi di Vita Nominale, ossia il Tempo di intervento $T_{INT} = (TR_{CLV}/C_U) * \ln(1-PV_R)$:
V_{RC} (anni) = 200 anni
T_{INT} (anni) = 100 anni

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Descrizione degli interventi strutturali di progetto

Nuova struttura interna

La nuova struttura interna che ospiterà gli uffici della Protezione Civile è costituita da fondazioni a trave rovescia in conglomerato cementizio armato con sezione rettangolare e struttura in elevazione costituita da un telaio in acciaio con copertura in lamiera grecata autoportante.

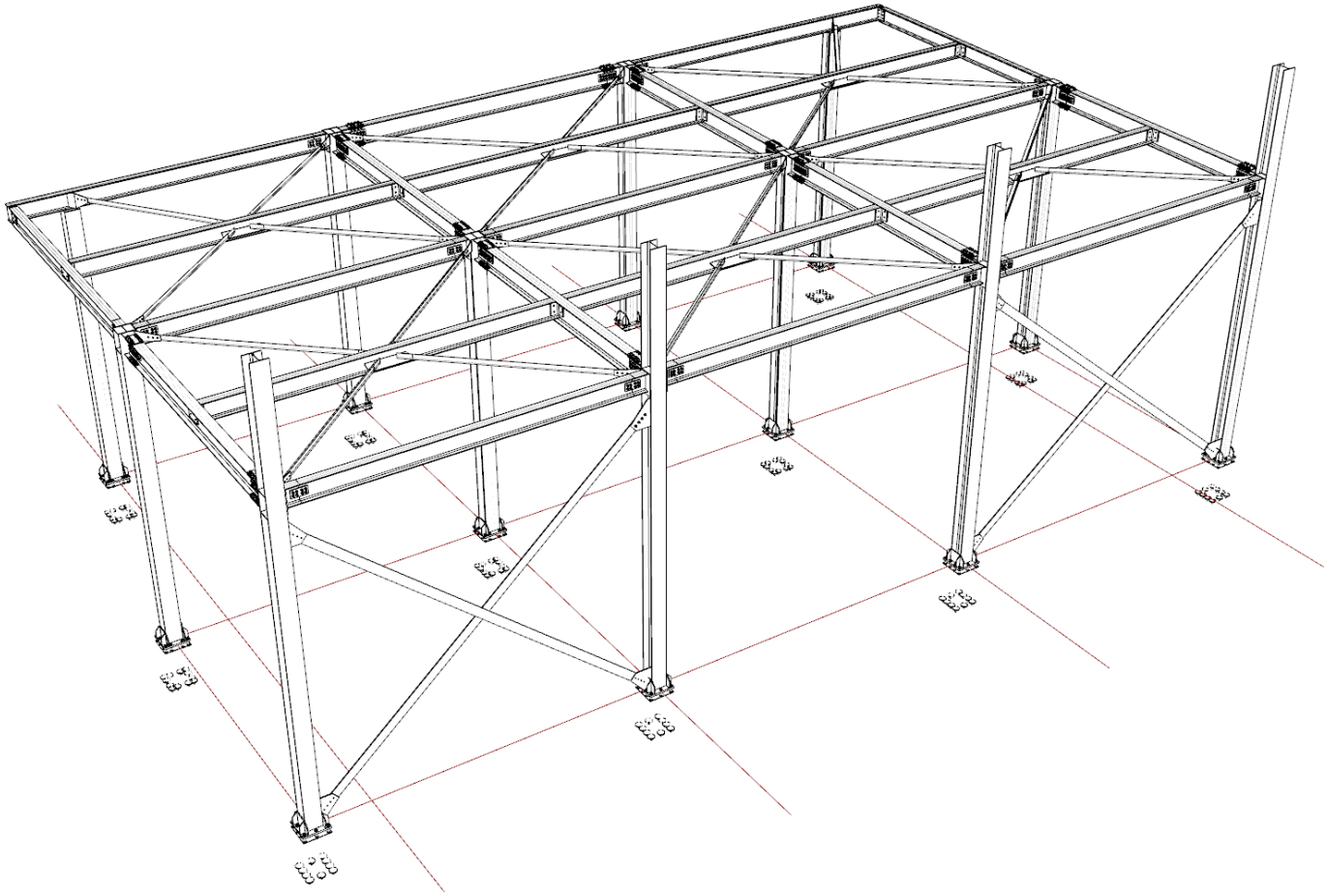


Illustrazione 7: Vista d'insieme del telaio in acciaio.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

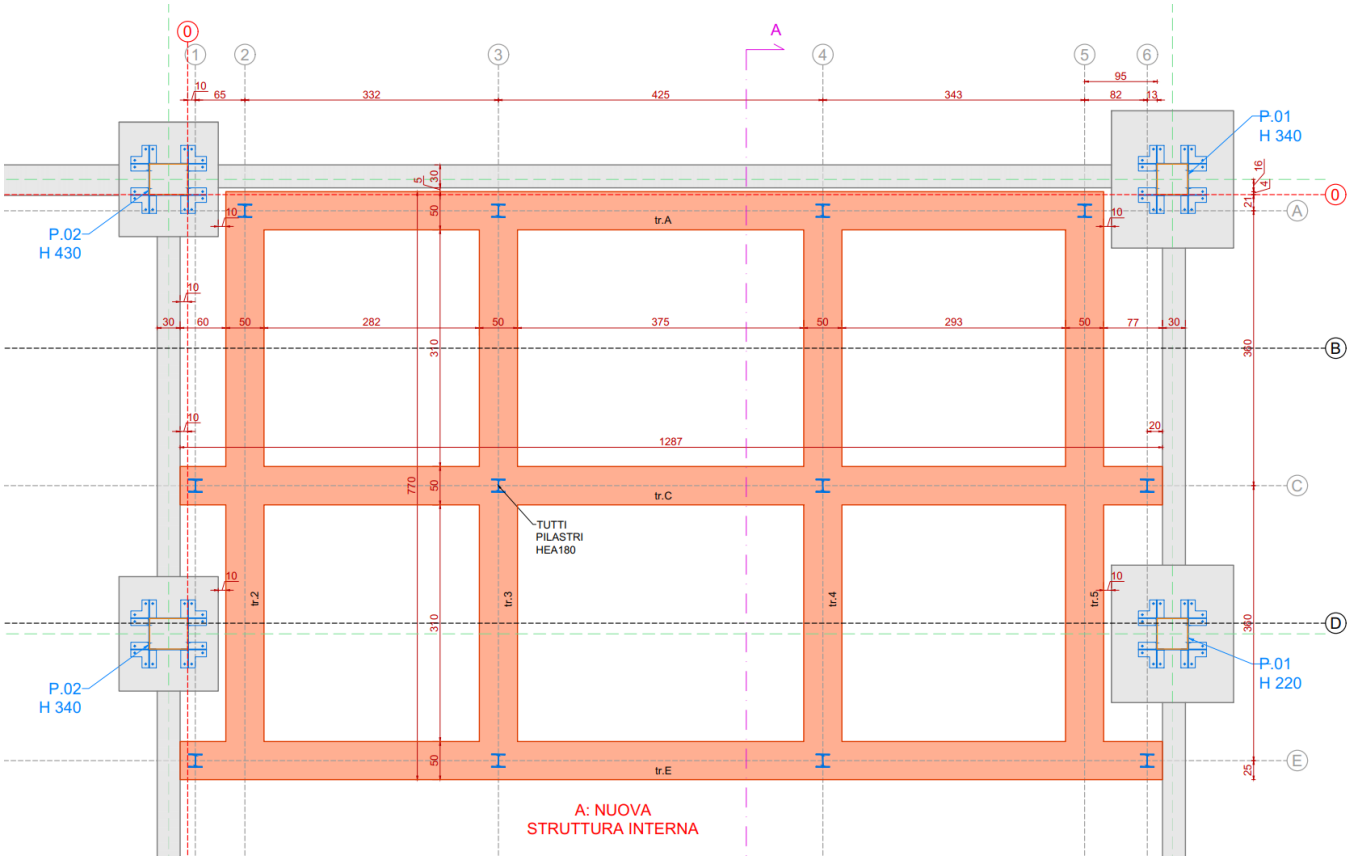


Illustrazione 8: Pianta delle opere di fondazione in c.a. (già realizzate nel corso dei lavori interrotti con risoluzione contrattuale (rif. Determinazione n. 529 del 16/11/2023).

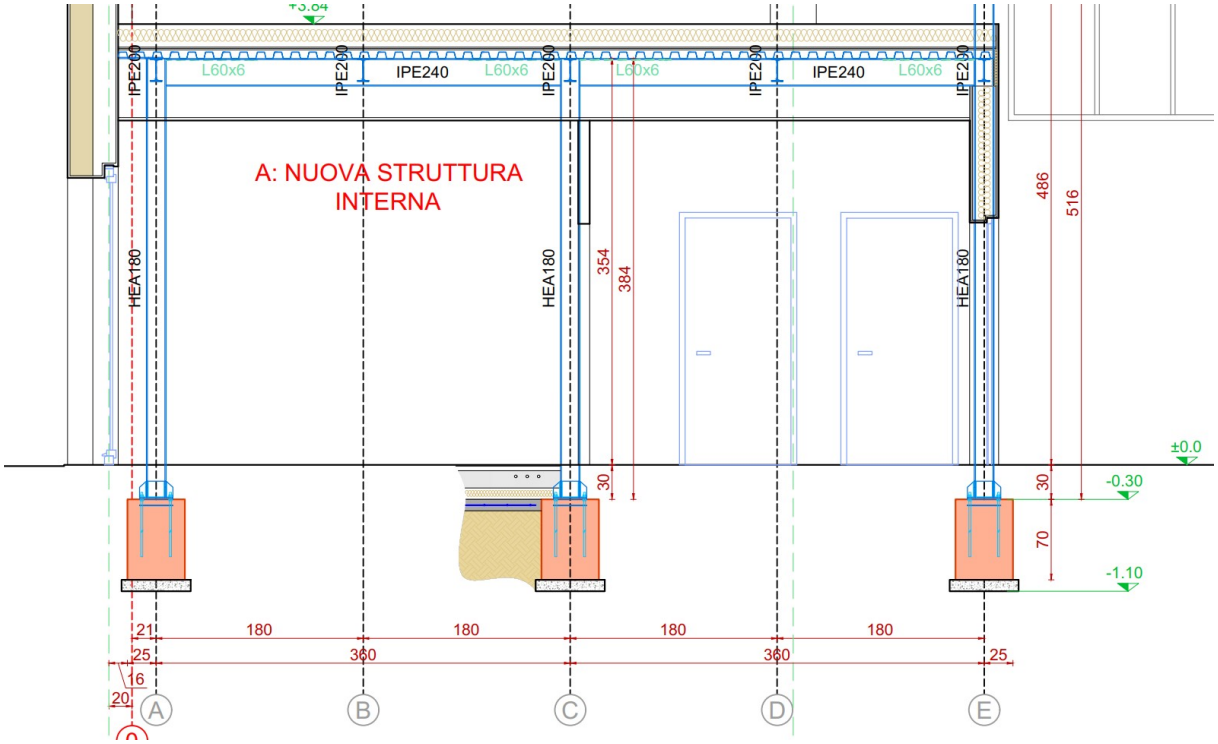


Illustrazione 9: Vista in sezione della nuova struttura interna.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Adeguamento statico e sismico della struttura esistente

La struttura esistente in conglomerato cementizio armato prefabbricato presenta vulnerabilità nei confronti delle azioni statiche e delle azioni sismiche per le quali si interviene con gli interventi che vengono di seguito riepilogati. Gli interventi strutturali di rinforzo e collegamento riguarderanno sia la porzione di edificio nelle disponibilità della Amministazione comunale sia la porzione di proprietà privata, in quanto l'edificio esistente è, nel suo insieme, composto da una unica unità strutturale.

Rinforzo dei pilastri

Il rinforzo dei pilastri verrà eseguito mediante profilati angolari L100x10 collegati da calastrelli piatti saldati in sito. L'altezza dei rinforzi varia da pilastro a pilastro sulla base delle esigenze prestazionali desunte dalle analisi strutturali.

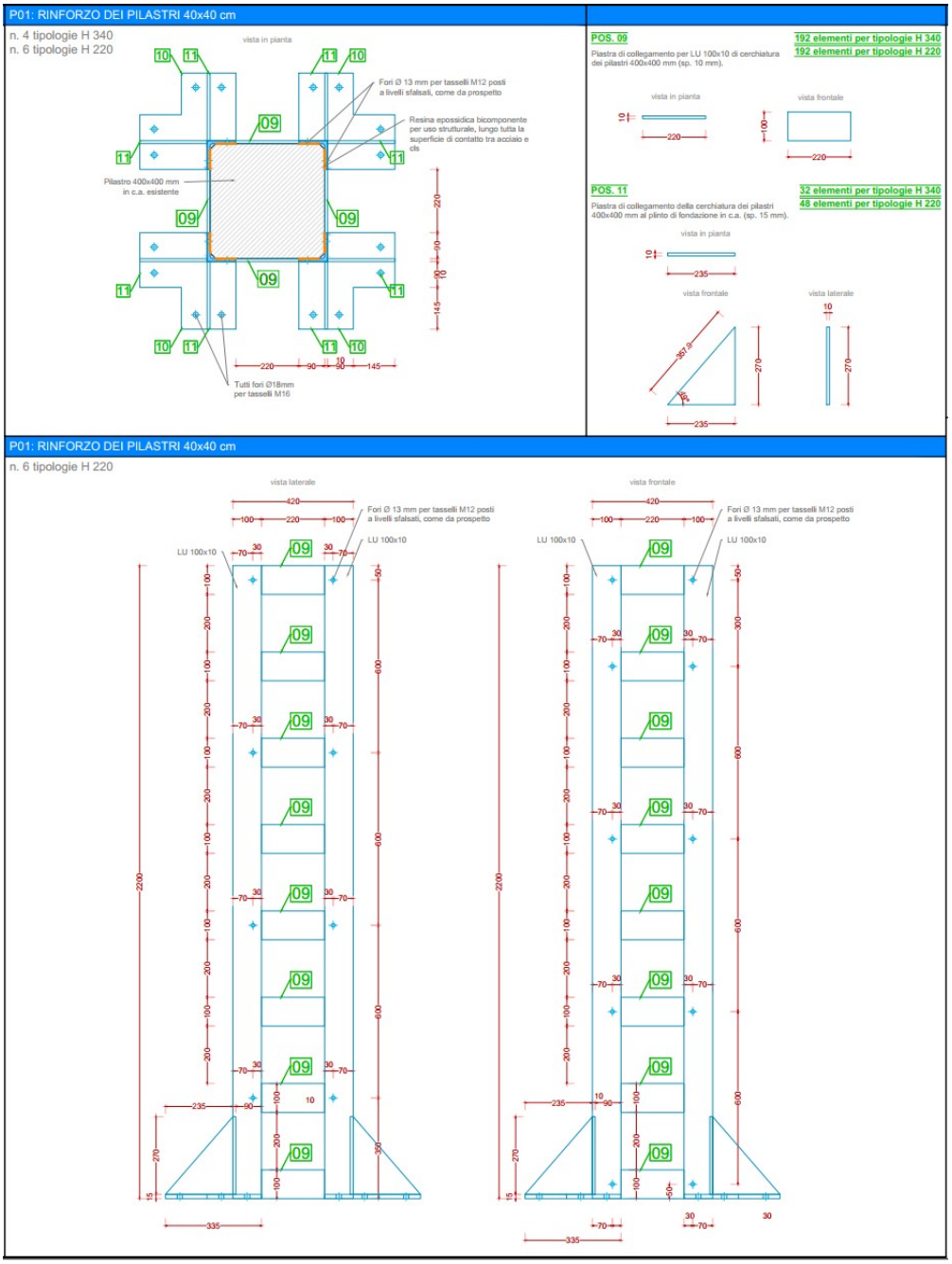


Illustrazione 10: Schema grafico tipologico del rinforzo dei pilastri.

Ing. Alessandro Zaccarini

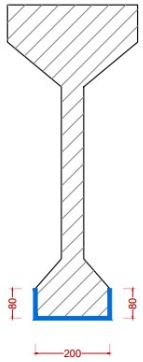
Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Rinforzo a flessione delle travi principali in c.a. esistenti

Le travi principali centrali della costruzione iniziale e della zona di ampliamento necessitano di rinforzo a flessione per carichi verticali, che verrà attuato mediante fibrocomposito in fibra di carbonio unidirezionale di classe 350/2800C.

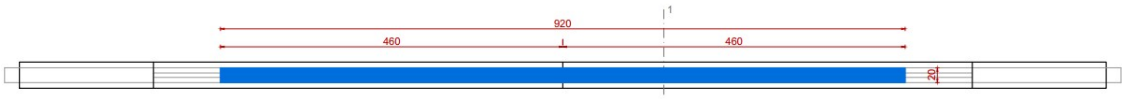
TRAVE DI COPERTURA AMPLIAMENTO
(centrale)

SEZIONE 1
scala 1:10



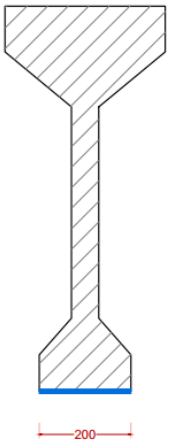
TRAVE DI COPERTURA AMPLIAMENTO
(centrale)

VISTA IN PIANTA
scala 1:50



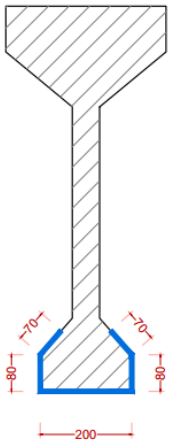
TRAVE DI COPERTURA
(centrale)

SEZIONE 1
scala 1:10



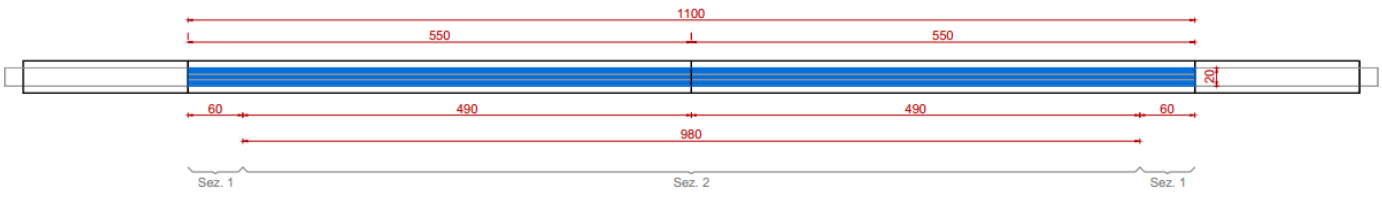
TRAVE DI COPERTURA
(centrale)

SEZIONE 2
scala 1:10



TRAVE DI COPERTURA COSTRUZIONE INIZIALE
(centrale)

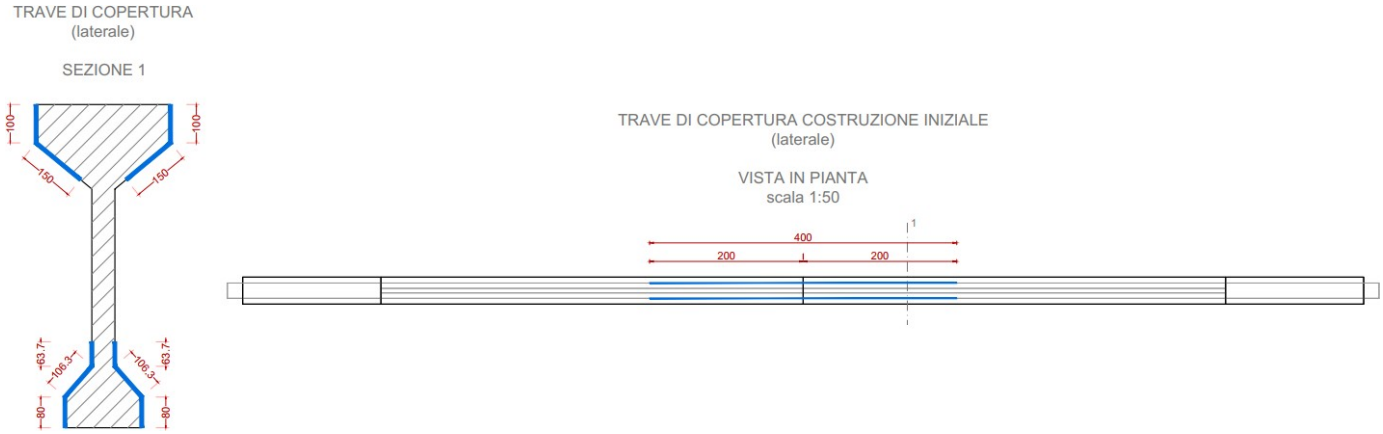
VISTA IN PIANTA
scala 1:50



Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Le travi principali esterne della costruzione iniziale necessitano di rinforzo a flessione per carichi orizzontali dovuti all'azione sismica, che verrà attuato mediante fibrocomposito in fibra di carbonio unidirezionale di classe 350/2800C.



Formazione delle opere di collegamento tra gli elementi strutturali principali, secondari ed i muri di tamponamento

Le opere in progetto prevedono la realizzazione di nuovi collegamenti in acciaio tra:

- tegoli e travi;
- travi e pilastri;
- muri di tamponamento con travi e pilatri;
- formazione di catena in piattina di acciaio nei paramenti longitudinali per il collegamento.

A scopo descrittivo si riportano le seguenti illustrazioni. Per i dettagli occorre riferirsi alle tavole grafiche progettuali.

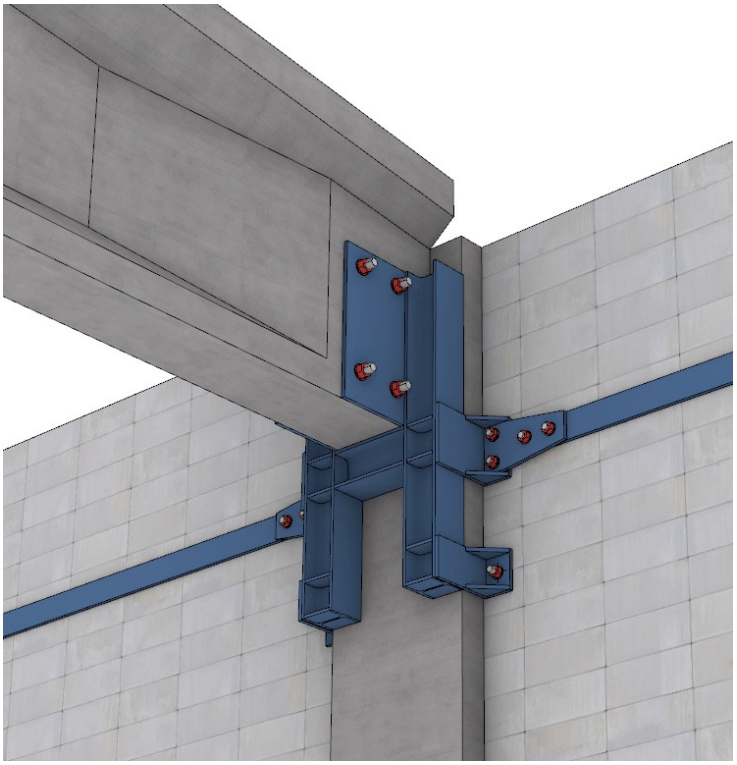


Illustrazione 11: Collegamento trave - pilastro.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

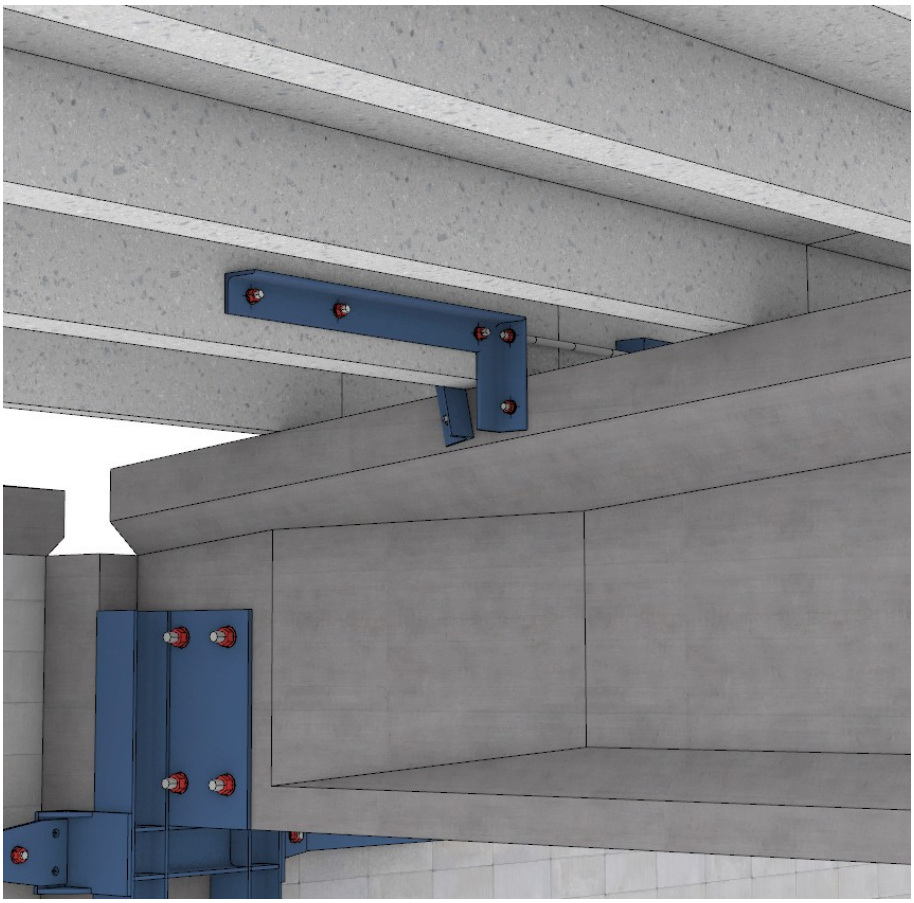


Illustrazione 12: Collegamento tegolo-trave.

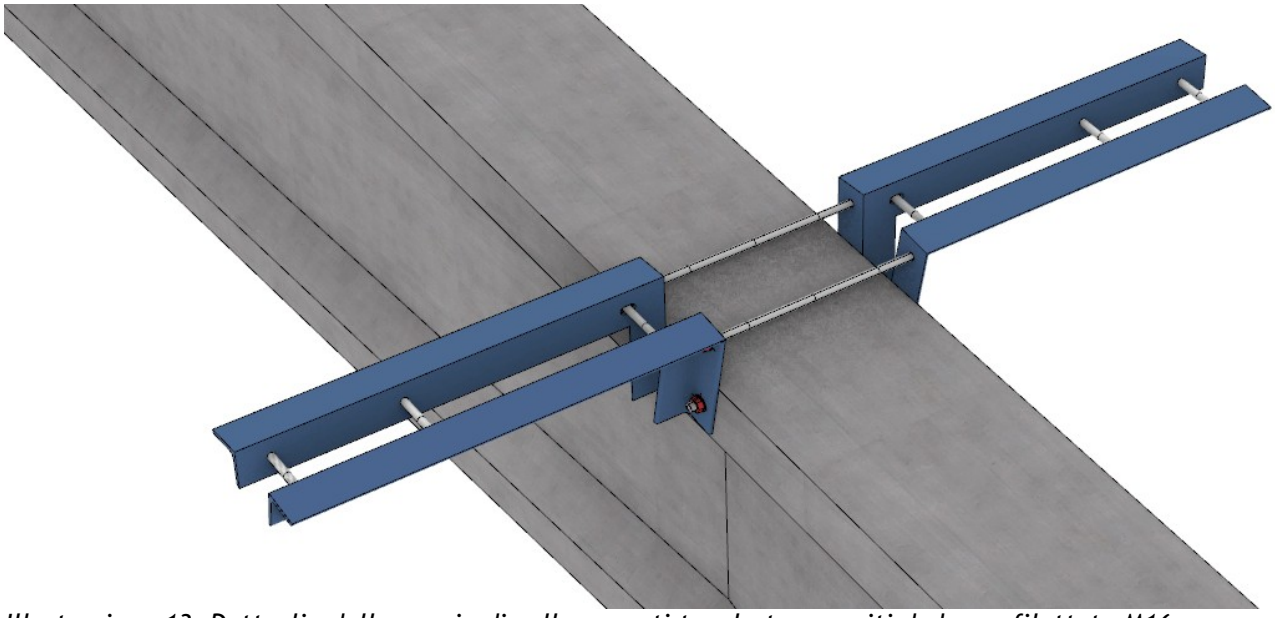


Illustrazione 13: Dettaglio della coppia di collegamenti tegolo-trave uniti da barre filettate M16.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346



Illustrazione 14: Catene a piattina sui paramenti longitudinali.

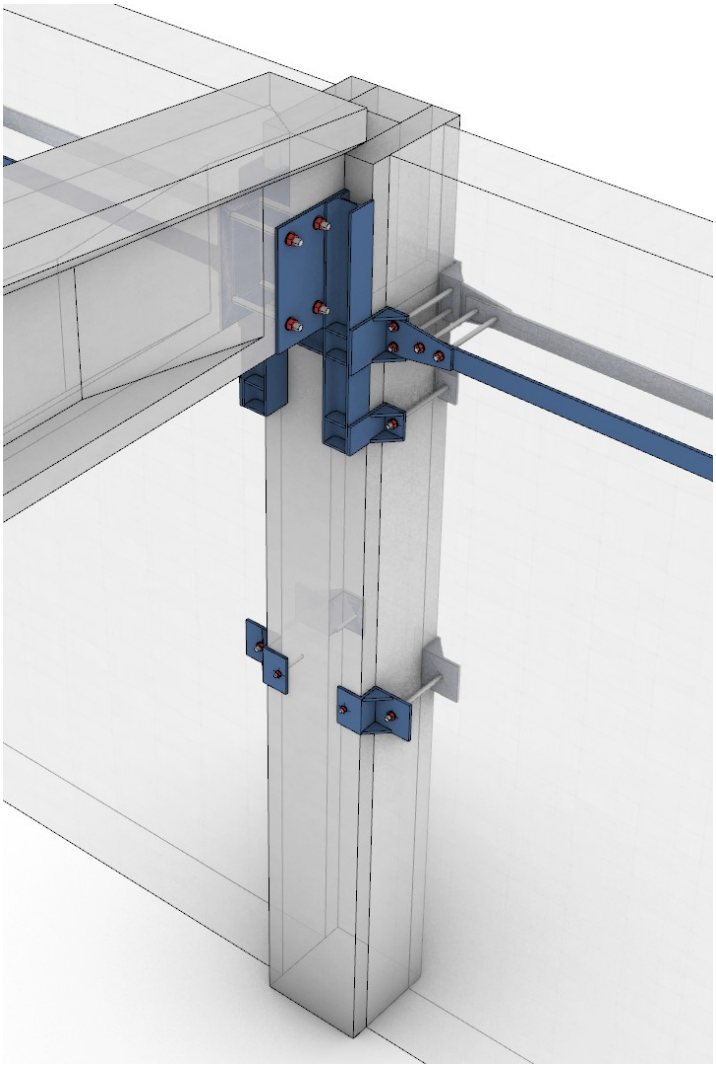


Illustrazione 15: Particolare dell'abbinamento delle opere di collegamento interne ed esterne ai muri.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

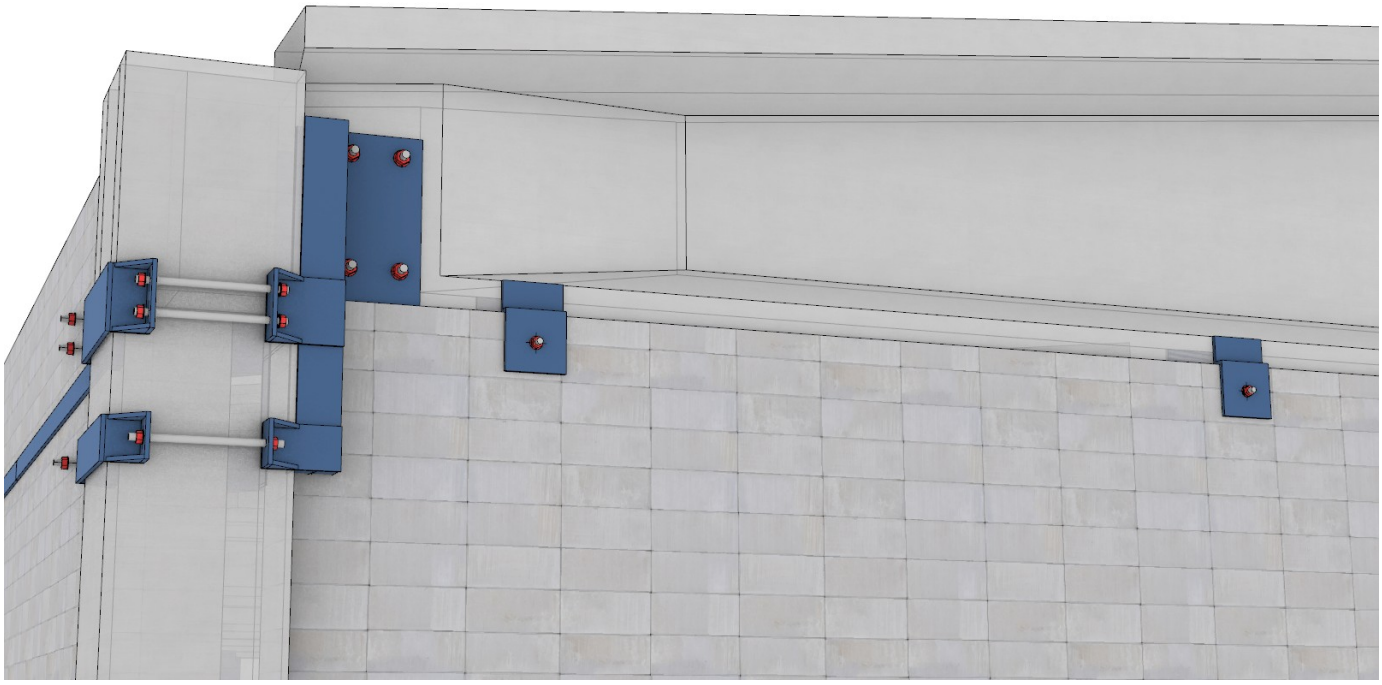


Illustrazione 16: Collegamento muro - trave per i paramenti frontali.



Illustrazione 17: Dettaglio dei collegamenti muro - trave nei paramenti frontali.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Caratteristiche economico-finanziarie dei lavori da realizzare

Importo complessivo dell'intervento ed importo dei lavori

L'importo complessivo dei lavori relativi al SECONDO STRALCIO FUNZIONALE ammonta ad euro 354.668,51, di cui euro 15.468,44 per oneri per la sicurezza, oltre IVA (10%).

Tempo previsto per la esecuzione dei lavori

Per la esecuzione dei lavori in progetto si prevede, nell'ambito del presente documento di fattibilità delle alternative progettuali, un tempo di **150 giorni naturali e consecutivi**.

Indicazioni e misure finalizzate alla tutela della salute e sicurezza dei luoghi di lavoro per la stesura dei piani di sicurezza

Le opere di cui al SECONDO STRALCIO FUNZIONALE prevedono lavorazioni da eseguirsi in un edificio esistente al suo interno, in fondazione, in facciata e in prossimità della copertura. Per la esecuzione delle opere in facciata ed in prossimità della copertura sarà necessaria l'installazione di ponteggi metallici e l'uso di piattaforma mobile o cestello. Per la esecuzione di parte delle opere interne sarà necessaria l'installazione di ponteggi o trabattelli interni di altezza superiore a 4 m. E' prevista l'esecuzione di opere impiantistiche riguardanti impianti elettrici, termomeccanici, idrosanitari.

Nell'area su cui insiste l'immobile l'accesso veicolare è consentito ai soli autorizzati. Non si prevedono interferenze con la viabilità comunale in quanto l'area di cantiere verrà completamente recintata e presenterà idonei accessi carrai tramite i quali i mezzi d'opera avranno agevole accesso al cantiere.

Ai sensi del D.Lgs. n. 81/2008, per l'intervento comportante particolari rischi derivanti dalla esecuzione di lavorazioni a quota superiore ai 2 m e comportante la presenza di più imprese nel cantiere (quantomeno impresa installazione ponteggi, impresa edile, ditta impianti elettrici, ditta impianti termomeccanici), con eventuale contemporaneità, è stato nominato il Coordinatore in materia di sicurezza e salute durante la progettazione dell'opera (Ing. Amedeo Riccò) ed il Coordinatore in materia di sicurezza e salute durante la realizzazione dell'opera (Ing. Amedeo Riccò) ai quali sono stati affidati i compiti di cui agli artt. 91 e 92 del succitato D.Lgs. n. 81/2008.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

RIEPILOGO DEGLI INTERVENTI DI PRIMO E SECONDO STRALCIO FUNZIONALE

Caratteristiche economico-finanziarie dei lavori da realizzare

Importo complessivo dell'intervento ed importo dei lavori

L'importo totale dei lavori relativi all'intervento ammonta ad euro 377.415,68, di cui euro 17.908,44 per oneri per la sicurezza, oltre IVA (10%). **L'importo complessivo dell'intervento ammonta a euro 479.022,30** suddiviso in euro 26.000,00 per il primo stralcio funzionale ed euro 453.022,30 per il secondo stralcio funzionale.

Di seguito si riporta il quadro economico suddiviso per i due stralci funzionali.

QUADRO ECONOMICO DI PROGETTO				
	PRIMO STRALCIO FUNZIONALE		SECONDO STRALCIO FUNZIONALE	
Per lavori a corpo e misura sommano:				
Lavori a corpo e misura	€ 22.747,17		€ 354.668,51	
Sommano		€ 22.747,17		€ 354.668,51
di cui:				
per oneri generali e speciali per la sicurezza a corpo e a misura	€ 2.440,00		€ 15.468,44	
Importo netto a base d'asta	€ 20.307,17		€ 339.200,07	
Somme a disposizione dell'Amministrazione				
Per imprevisti	€ 682,42		€ 26.600,14	
IVA su importo lavori e imprevisti (10%)	€ 2.342,96		€ 38.126,86	
Spese tecniche per direzione lavori, coordinamento sicurezza, collaudo statico, compresi contributi previdenziali (4%) e IVA (22%)			€ 24.726,83	
Compenso Art. 113 Codice Appalti (2% su importo lavori)			€ 7.093,37	
Spese generali ed in arrotondamento	€ 227,45		€ 1.806,59	
Sommano		€ 3.252,83		€ 98.353,79
IMPORTO COMPLESSIVO PRIMO STRALCIO FUNZIONALE		€ 26.000,00	IMPORTO COMPLESSIVO SECONDO STRALCIO FUNZIONALE	€ 453.022,30
IMPORTO COMPLESSIVO DELL'INTERVENTO				€ 479.022,30

Tempo previsto per la esecuzione dei lavori

Per la esecuzione **dei lavori di PRIMO stralcio funzionale** in progetto si prevede, nell'ambito del presente documento di fattibilità delle alternative progettuali, un tempo di **25 giorni naturali e consecutivi**.

Per la esecuzione **dei lavori di SECONDO stralcio funzionale** in progetto si prevede, nell'ambito del presente documento di fattibilità delle alternative progettuali, un tempo di **150 giorni naturali e consecutivi**.

Parma, 10 giugno 2024

Il tecnico
Ing. Alessandro Zaccarini