

# COMUNE DI MIRANDOLA

Provincia di Modena

## PROVVEDIMENTO AUTORIZZATORIO UNICO REGIONALE

REALIZZAZIONE DI IMPIANTO DI RECUPERO RIFIUTI SPECIALI UBICATO  
PRESSO L'AREA IN VIA DI MEZZO SNC

### COMMITTENTE:

Costruzioni Edili Baraldini Quirino SpA  
Via di Mezzo 84 - 41037  
Mirandola (MO)



### STAFF DI PROGETTO:

Dott. Geol. Matteo Mattioli  
Dott.ssa Michela Costa  
Dott.ssa Rita Costa  
Ing. Gianmarco Maroncelli  
Geol. Davide Sasdelli  
Ing. Giusy Pellegrino

### STUDIO MATTIOLI srl

Via Santo Stefano 30  
40125, Bologna (BO)

studio.mattioli@studiomattioli.com

studiomattioli.com



STUDIO MATTIOLI

### CONSULENTI SPECIALISTI:

Progettista idraulico: Ing. Daniele Barbetti  
Progettista strutturale: Ing. Daniele Barbetti  
Progettista strutturale: Ing. Nicola Bertaccini  
Geologo: Dott. Geol. Sara Cafaggi  
Progettista architettonico: Ing. Federica Botti  
Progettista elettrico: P.I. Loris Amaduzzi

Studio  
AZ srl



## DEPOSITO SISMICO

PS.02.01\_Illustrazione sintetica

### CODICE ELABORATO

SIS.08.02.R1

### COMMESSA

25-C021

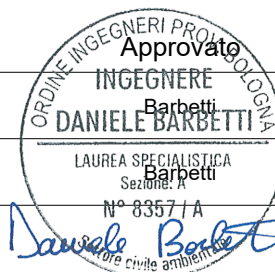
### SPECIALISTICA

SIS

### SCALA

-

Rev.	Data	Note	Redatto	Verificato
0	04/08/2025	Prima emissione	Bertaccini	Goy
1	01/04/2026	Aggiornamento a seguito CdS	Bertaccini	Goy
2				



16/04/2026.0385798.F  
Copia conforme dell'originale sottoscritto digitalmente da Barbetti Daniele





## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE.....</b>	<b>3</b>
a)	Descrizione del contesto edilizio e delle caratteristiche geologiche.....	3
b)	Descrizione generale della struttura e della tipologia di intervento .....	3
c)	Normativa di riferimento .....	4
d)	Parametri per la definizione dell'azione sismica.....	5
e)	Caratteristiche dei materiali.....	5
f)	Illustrazione dei criteri di progettazione e di modellazione. Criteri generali di progettazione, stati limite indagati, giunti di separazione.....	6
g)	Indicazione delle principali combinazioni delle azioni .....	6
h)	Metodo di analisi seguito e sintesi dei principali risultati .....	7
i)	Criteri di verifica agli stati limite indagati .....	9
j)	Sintesi delle verifiche di sicurezza.....	10
k)	Caratteristiche e affidabilità del codice di calcolo .....	11
l)	Considerazioni geotecniche.....	11



## 1 ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE

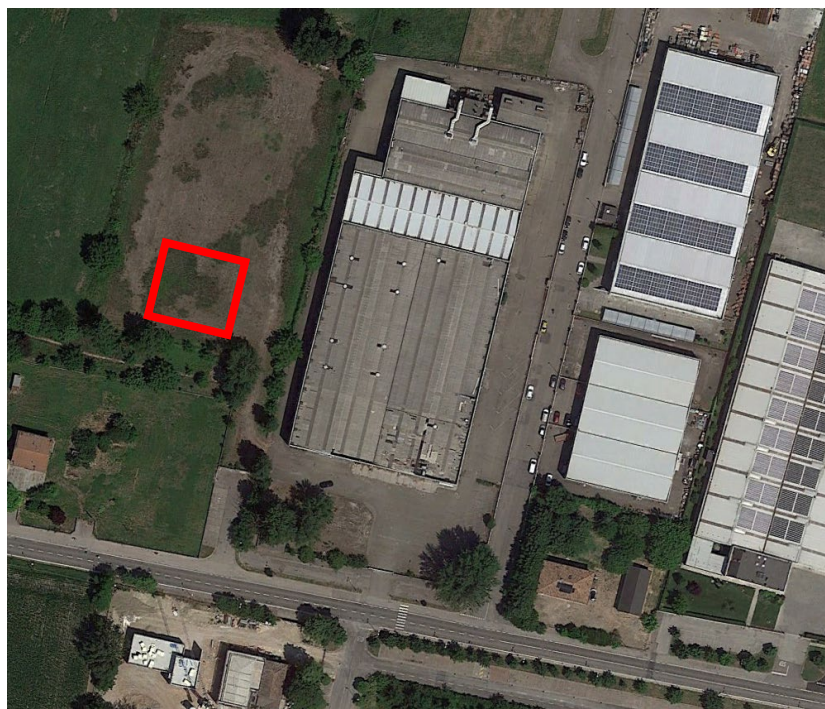
### a) Descrizione del contesto edilizio e delle caratteristiche geologiche

La presente pratica riguarda il progetto di una nuova tettoia da realizzarsi nella frazione di San Giacomo Roncole a Mirandola (MO) in via di Mezzo snc, foglio 134, map. 544.

Il contesto del nuovo edificio è di tipo agricolo – industriale, con una topografia pianeggiante e un'edificazione esistente costituita principalmente da capannoni industriali a struttura prefabbricata in calcestruzzo armato.

Per il contesto geologico-tecnico del sottosuolo interessato dalle fondazioni della nuova struttura si rimanda alle relazioni Geologica e Geotecnica allegate al presente Progetto Esecutivo. Sostanzialmente si individuano, come tipico della Pianura Padana, stratigrafie argillose compatte intercalate da stratigrafie di tipo sabbioso da poco addensate ad addensate.

Nella seguente immagine si mostra più nel dettaglio l'area oggetto di intervento



*Figura 1 - Dettaglio area di intervento*

### b) Descrizione generale della struttura e della tipologia di intervento

La nuova tettoia ha dimensioni in pianta di 11,40m x 11,40m, un'altezza di gronda di circa 5,30m e di colmo di 6,35m. La struttura in elevazione è costituita da travi e pilastri in acciaio. In direzione Y ci sono due allineamenti da 3 pilastri a distanza di 5,00m l'uno dall'altro. I due allineamenti sono a distanza di 10,00m. I pilastri sono dei profili HEA240 girati con il loro asse forte verso la luce maggiore.

La tettoia a due falde è costituita da 3+3 travi principali IPE330 inclinate di 10°, sulle quali sono appoggiati e bullonati gli arcarecci costituiti da profili HEA140. Le IPE330 sono incastrate in sommità ai pilastri e sporgono esternamente rispetto a questi di circa 60cm. Sopra gli arcarecci sono posti dei





pannelli sandwich di tipo “Alutech Dach cinque greche” della Alubel o equivalenti di spessore 40mm e supporti esterno e interno in acciaio di sp. 0,40mm.

Da un punto di vista di resistenza alle azioni orizzontali, la copertura è dotata di un sistema di controventi di falda costituiti da tiranti metallici a sezione circolare con diametro pari a 20 mm disposti a croce di San Andrea e connessi all'intradosso delle travi principali di copertura IPE330. Inoltre, sempre per resistere alle azioni orizzontali, è presente la stessa tipologia di controventi nelle pareti verticali in direzione Y.

La fondazione della tettoia è costituita da una platea in c.a. di classe C25/30 di spessore 30cm e dimensione in pianta 11,00x11,00.

In conformità con la DGR n.1814 del 07/12/2020, tale intervento risulta incluso nella categoria degli interventi di minore rilevanza, così come definiti nel paragrafo B.3, poiché trattasi nuove costruzioni che non rientrano nella fattispecie di cui alla lettera A.2 (nonché A.3 e A.4.1.), punto b: “tutti gli interventi di nuova costruzione da realizzare in zona 3, (sia nel caso in cui presentino i requisiti delle “nuove costruzioni non usuali” sia nel caso in cui non li presentino)”.

#### c) Normativa di riferimento

Si riportano nel seguito le principali normative seguite nel corso della progettazione strutturale degli edifici di nuova costruzione:

##### **Norme nazionali**

- Legge 5 novembre 1971 n°1086: Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001 n°380: Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” (NTC 2018);
- Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21 gennaio 2019 n°7 C.S.LL.PP.: Istruzioni per l'applicazione dell'“Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018;
- Classificazione sismica dei Comuni Italiani: Allegato A all'Ordinanza P.C.M. 20 marzo 2003 n°3274 (G.U. 08/05/2003 n°105): Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;

##### **Norme internazionali**

- UNI EN 1993-1-1:2005 “Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1 – 1: Regole generali e regole per gli edifici”;
- UNI EN 1993-1-8:2005 “Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1 – 8: Progettazione dei collegamenti”;





- UNI EN 1090-1:2012 "Esecuzione di strutture in acciaio e in alluminio - Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali";
- UNI EN 1090-2:2012 "Esecuzione di strutture in acciaio e in alluminio - Parte 2: Requisiti tecnici per strutture in acciaio".

#### d) Parametri per la definizione dell'azione sismica

Nel seguito si indicano i parametri di progetto che concorrono alla definizione dell'azione sismica di base del sito.

##### Informazioni geografiche:

Comune	Mirandola (BO)
Latitudine (WGS84)	44.86738830
Longitudine (WGS84)	11.05342650
Latitudine (ED50)	44.868321
Longitudine (ED50)	11.054432
Altitudine	19 m s.l.m.

##### Parametri di riferimento:

Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso	$C_u = 1,00$
Vita nominale dell'opera	$V_n = 50$ anni
Vita di riferimento	$V_r = V_n * C_u = 50$ anni
Categoria di sottosuolo	C
Categoria topografica	T1
Stati limite considerati	SLD - SLV
Classe di duttilità	non dissipativo
Sisma verticale	considerato

#### e) Caratteristiche dei materiali

Per la trattazione dettagliata dei materiali strutturali utilizzati per la realizzazione del nuovo edificio si rimanda alla Relazione sui Materiali.

Riassumendo, si prevede l'utilizzo dei seguenti materiali:

Armatura da cemento armato	B450C
Calcestruzzo per getto magro	C12/15
Calcestruzzo per la platea	C25/30
Acciaio da carpenteria	S235J2
Bulloni e tirafondi	8.8
Saldature	a cordone d'angolo e a completo ripristino
Malta per ancoraggio strutturale	MasterFlow 928

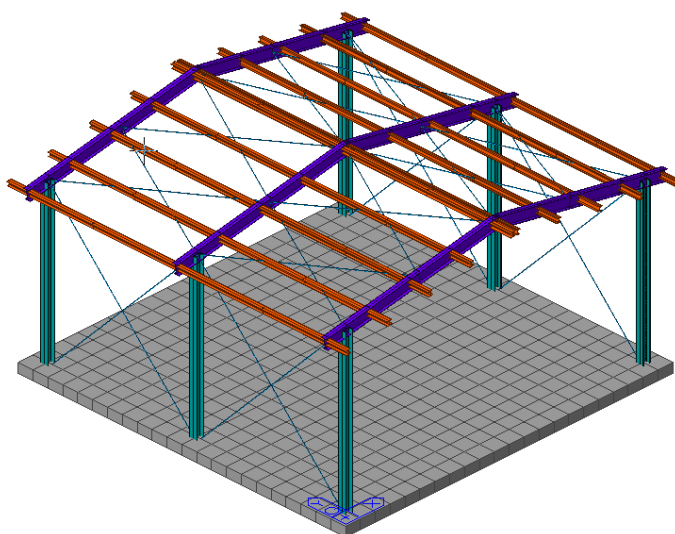


**f) Illustrazione dei criteri di progettazione e di modellazione. Criteri generali di progettazione, stati limite indagati, giunti di separazione.**

La nuova tettoia viene progettata secondo le normative vigenti, elencate al §1.3, e viene modellata e calcolata con l'ausilio del software FEM "Midas Gen".

I dettagli del processo di progettazione e della modellazione su software di calcolo sono riportati nello specifico nei seguenti paragrafi della Relazione di Calcolo.

La platea di fondazione è modellata su molle alla Winkler. Le travi principali sono collegate ai pilastri tramite dei vincoli ad incastro, garantiti mediante la condivisione dei nodi del modello. Gli arcarecci sono costituiti da un unico elemento appoggiato sopra le travi principali. In copertura si è previsto un sistema di controventamento di falda ottenuto mediante dei tiranti Ø20 disposti a croce di San Andrea.



*Figura 2 - schema modello*

Sugli elementi in acciaio da carpenteria saranno effettuate verifiche di resistenza agli SLU e verifiche di deformabilità agli SLE.

Sugli elementi in c.a. saranno effettuate verifiche di resistenza agli SLU e verifiche di deformazione, fessurazione e tensionali agli SLE.

Infine, in accordo al §7.3.III e C7.3.I delle NTC2018 e relativa circolare, si sono rispettati gli stati limite in termini di resistenza per SLV e in termini di rigidezza per SLD.

Si evidenzia che non è presente nessun giunto sismico e che l'edificio è isolato.

**g) Indicazione delle principali combinazioni delle azioni**

Dal punto di vista statico, vengono ottenute combinazioni allo SLU, per effettuare le verifiche di resistenza degli elementi strutturali e combinazioni allo SLE (rara, frequente e quasi permanente) al fine di effettuare le verifiche agli Stati Limite di Esercizio, combinando tra loro tutte le condizioni di carico definite nel modello sempre al fine di ottenere le peggiori sollecitazioni possibili.





Dal punto di vista sismico, vengono create anche combinazioni allo SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) e combinazioni allo SLD (Stato Limite di Danno) per effettuare le verifiche di esercizio in caso di sisma.

Di seguito si riporta un riassunto dei casi di carico presenti sulle strutture in elevazione e in fondazione dell'edificio di nuova realizzazione:

- Pesi propri strutturali G1 (automatici da Self Weight e imposti manualmente);
- Carichi permanenti non strutturali G2 di vario tipo;
- Carichi per manutenzione in copertura Q (Cat. H);
- Carichi per aree per immagazzinamento (Cat. E1)
- Carichi da neve in copertura  $Q_n$ ;
- Carichi da vento sui prospetti e in copertura  $Q_v$ ;
- Effetti della variazione di temperatura.

Si rimanda al §7.4 della relazione di calcolo per la trattazione completa delle combinazioni di carico.

#### **h) Metodo di analisi seguito e sintesi dei principali risultati**

Per la progettazione della nuova tettoia, mediante l'utilizzo del software di calcolo Midas Gen, è stata svolta in primo luogo un'analisi di tipo statico lineare per quanto riguarda le combinazioni di calcolo agli SLU e agli SLE, al fine di verificare staticamente gli elementi strutturali principali.

Per quanto riguarda l'analisi sismica agli SLV e SLD del nuovo edificio, è stata svolta in primo luogo un'analisi modale, al fine di determinare i periodi propri e i modi di vibrare della struttura. Infine, una volta ottenuti i risultati dell'analisi modale, è stata svolta un'analisi modale con spettri di risposta, al fine di determinare le sollecitazioni negli elementi strutturali principali nel caso di presenza di azioni orizzontali.

Dalle analisi svolte è risultato che l'azione del sisma è meno gravosa rispetto all'azione del vento. Di seguito si riportano gli involuppi per le combinazioni agli SLU di tutti gli elementi. Si rimanda al §10.2 della relazione di calcolo per le sollecitazioni massime sui singoli elementi (pilastri, travi principali, arcarecci, controventi) e per le altre combinazioni.



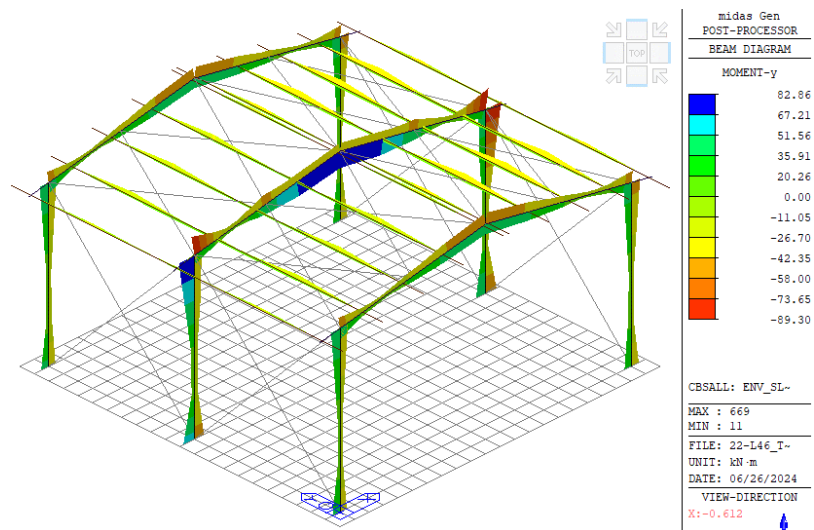


Figura 3 - Momento flettente  $M_y$

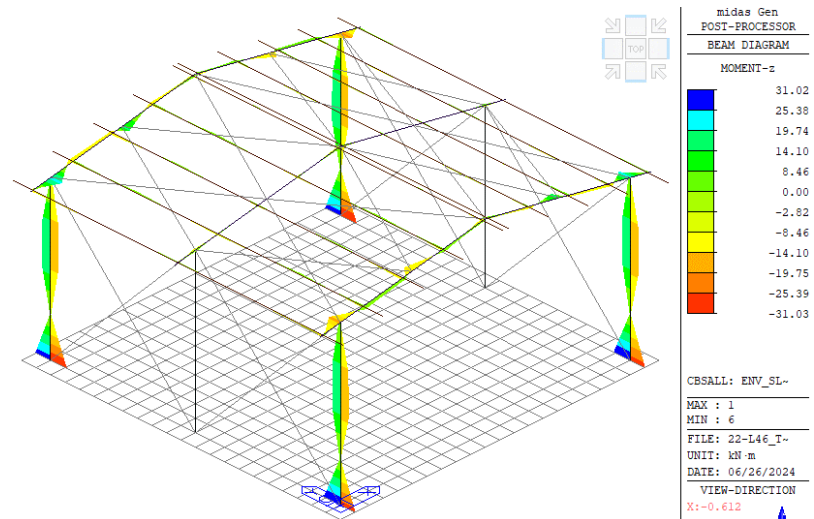


Figura 4 - Momento flettente  $M_z$

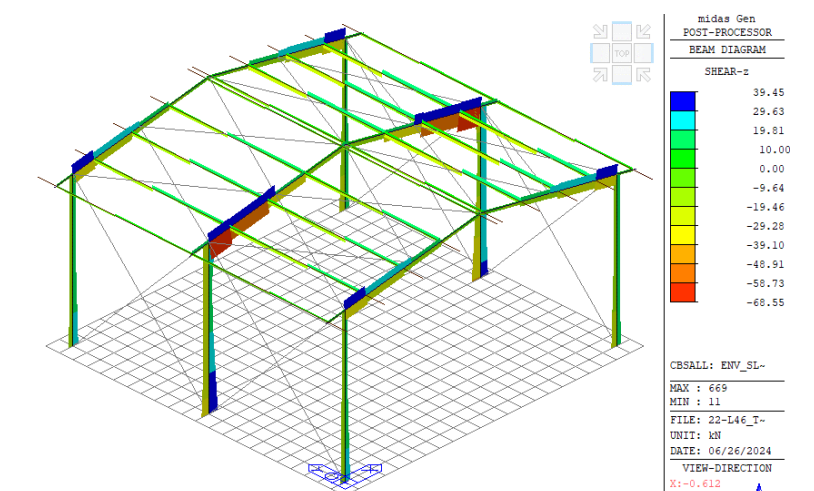


Figura 5 - Taglio  $F_z$



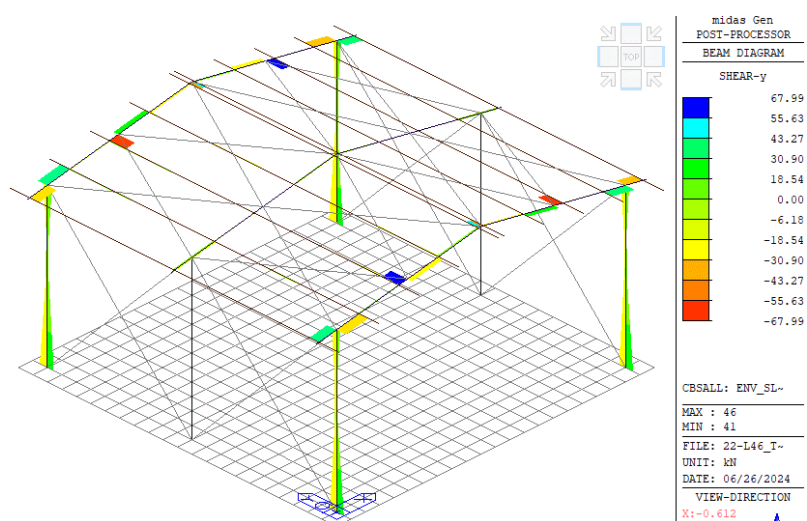


Figura 6 - Taglio Fy

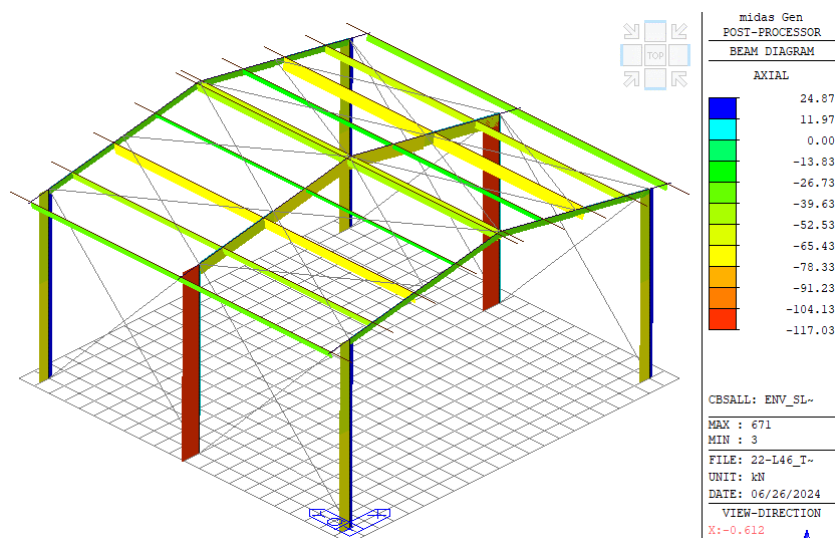


Figura 7 - Sforzo normale Fx

#### i) Criteri di verifica agli stati limite indagati

Il dettaglio dei criteri di verifica utilizzati per l'analisi degli elementi strutturali facenti parte del nuovo edificio sono esplicitati nei paragrafi riguardanti l'analisi agli elementi finiti e le verifiche strutturali.

In generale, il criterio di verifica fondamentale è quello alla base delle NTC 2018, ovvero il metodo semi-probabilistico agli stati limite. Con tale approccio di verifica, le resistenze di progetto dei materiali ( $R_d$ ) vengono ridotte mediante dei coefficienti parziali di sicurezza e confrontate con azioni di progetto ( $E_d$ ) aumentate a loro volta mediante altri coefficienti di sicurezza.

Le norme ritengono soddisfatte le verifiche degli elementi strutturali laddove si verifichi:

$$E_d \leq R_d$$



#### j) Sintesi delle verifiche di sicurezza

Tutte le verifiche strutturali e geotecniche effettuate sull'edificio esistente e sul nuovo fabbricato sono risultate ampiamente soddisfatte seguendo i criteri dettati dalle norme tecniche in vigore. Per consultare nel dettaglio tutte le verifiche strutturali e geotecniche svolte ai fini della presente progettazione, si rimanda ai relativi capitoli della presente Relazione di Calcolo.

Di seguito si riporta un riassunto delle verifiche sugli elementi in acciaio.

##### Verifiche agli SLU

Pilastri HEA240	coeff. peggiore di verifica =	0,64
Travi principali IPE330	coeff. peggiore di verifica =	0,44
Arcarecci HEA140	coeff. peggiore di verifica =	0,79
Controventi Ø20	coeff. peggiore di verifica =	0,77

##### Verifiche di deformabilità agli SLE

Pilastri HEA240		
spostamento consentito	$\delta_{Rd} =$	1,72 cm
spostamento SLE-rara	$\delta_{Ed,r} =$	1,00 cm
coefficiente di verifica		0,58
Travi principali IPE330		
spostamento consentito	$\delta_{Rd} =$	2,31 cm
spostamento SLE-rara	$\delta_{Ed,r} =$	2,11 cm
coefficiente di verifica		0,91
Arcarecci HEA140		
spostamento consentito	$\delta_{Rd} =$	2,00 cm
spostamento SLE-rara	$\delta_{Ed,r} =$	1,61 cm
coefficiente di verifica		0,81

Come si vede dai coefficienti sopra, sia per le travi IPE330 che HEA140 le verifiche peggiori sono quelle agli SLE.

Di seguito si riporta un riassunto delle verifiche sulla fondazione.

##### Verifiche agli SLU

###### Verifica a flessione

Armatura superiore dir. 1	coeff. peggiore =	0,69
Armatura superiore dir. 2	coeff. peggiore =	0,51
Armatura inferiore dir. 1	coeff. peggiore =	0,41
Armatura inferiore dir. 2	coeff. peggiore =	0,95
Verifica a punzonamento	coeff. peggiore =	0,31



### Verifiche agli SLE

Verifica in termini di tensioni	coeff. peggiore =	0,09
Verifica in termini di fessurazioni	coeff. peggiore =	0,01

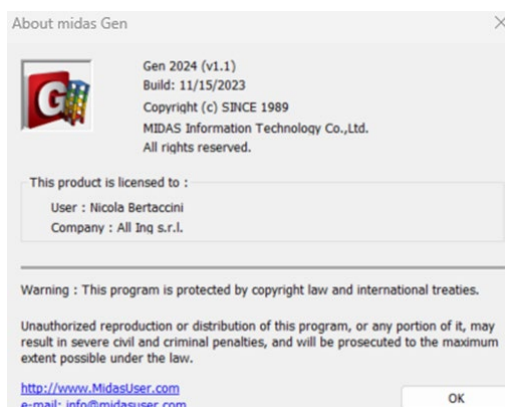
### Verifiche di portanza del terreno

Capacità portante	$q_{ult} =$	1,00 Kg/cm <sup>2</sup>
Pressione del terreno	$\sigma_{Ed} =$	0,44 Kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente di verifica		0,32

Si rimanda ai relativi capitoli per le verifiche sulle connessioni (§11.3 della relazione di calcolo) e sui pannelli sandwich (§11.22 della relazione di calcolo).

### k) Caratteristiche e affidabilità del codice di calcolo

Per la modellazione del nuovo edificio lo scrivente ha utilizzato il software di calcolo agli elementi finiti (FEM) "Midas Gen", distribuito in Italia dalla CSPFea. Si riporta di seguito la versione del software utilizzata e la relativa licenza. Lo stesso software di calcolo è stato validato e utilizzato dallo scrivente in svariate progettazioni strutturali affini a quella oggetto della presente Relazione di Calcolo.



*Figura 8 - Versione e licenza Midas Gen*

In ogni caso, a riprova del corretto funzionamento del software di calcolo e della adeguata modellazione delle strutture, dei vincoli e delle azioni sollecitanti, lo scrivente si è avvalso, nel corso della progettazione strutturale, di diversi fogli di calcolo Excel prodotti e validati dal sottoscritto, oltre che di semplici calcoli manuali. Di volta in volta, la somiglianza tra i risultati ottenuti con il modello di calcolo agli elementi finiti e quelli ottenuti con semplici calcoli manuali, ha confermato la bontà del modello ipotizzato.

### l) Considerazioni geotecniche

Per la trattazione completa del tema si rimanda alla Relazione Geotecnica, facente parte delle Relazioni Specialistiche allegate al presente Progetto.

In generale, nel 2012 si è svolta una prima campagna di indagini geognostiche, integrata da una seconda campagna nel 2023.



Si è individuata una categoria di sottosuolo di tipo "C", una categoria topografica di tipo "T1" e si è potuto escludere il rischio di liquefazione del volume di terreno significativo per la nuova costruzione. Per quanto riguarda il terreno presente sul piano di posa delle nuove fondazioni dirette superficiali, essendo queste poste a circa 0,60 m di profondità dal piano campagna, esso presenta le seguenti proprietà caratteristiche, ottenute mediante la rielaborazione dei dati geognostici delle due campagne di studio effettuate.

Unità geotecnica	Profondità media	Spessore medio	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Cu <sub>k</sub> kPa	$\phi$ °
U1	0,80 m – 5,80 m	5,00 m	<b>19,00</b>	<b>43,9</b>	<b>21</b>

*Figura 9 - Caratteristiche terreno di fondazione - Unità geotecnica U1*