

DOCUMENTO: **RELAZIONE TECNICA RELATIVA AGLI SCHEMI E ALLE TIPOLOGIE STRUTTURALI**

**N°: K773-35/S.05c/0001**

Doc. Cliente n°:

RIFERIMENTI COMMESSA:

Contratto n°: **K773**  
Cliente: **Chiesi Farmaceutici S.p.A.**  
Progetto: **Aseptic Manufacturing Facility**  
Località: **Via San Leonardo, 96 - Parma (Italy)**

Rev.	Data	Descrizione	Originato	Verificato	Approvato
A	7 May 2021	Emesso per Pratiche Autorità	OLOR	FVER	FVER

*Questo documento è stato predisposto da Jacobs e può essere utilizzato esclusivamente per le finalità previste dal contratto in base al quale lo stesso è stato fornito; la riproduzione, la cessione e comunque ogni utilizzo per finalità diverse sono vietati in assenza di preventiva autorizzazione da parte di Jacobs. Il contenuto del documento è protetto dalle norme sul diritto d'autore e la proprietà intellettuale.*

<b>1. DESCRIZIONE GENERALE</b>	<b>3</b>
1.1. Descrizione edificio	3
1.2. Aspetti geotecnici	5
1.3. CARICHI DI PROGETTO	6
1.3.1. Carichi permanenti	6
1.3.2. Carichi accidentali Q (categoria E2 tabella 3.1.II)	7
1.3.3. Carichi accidentali locali	7
1.3.4. NEVE:	7
1.3.5. VENTO:	8
1.3.6. SISMA	8
1.4. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO	10
1.5. Materiali	11
<b>2. SCHEMA STRUTTURALE</b>	<b>12</b>
2.1. Modello di calcolo preliminare	12
2.2. Principali risultati nelle membrature	15
<b>3. ALLEGATI</b>	<b>20</b>

## 1. DESCRIZIONE GENERALE

### 1.1. Descrizione edificio

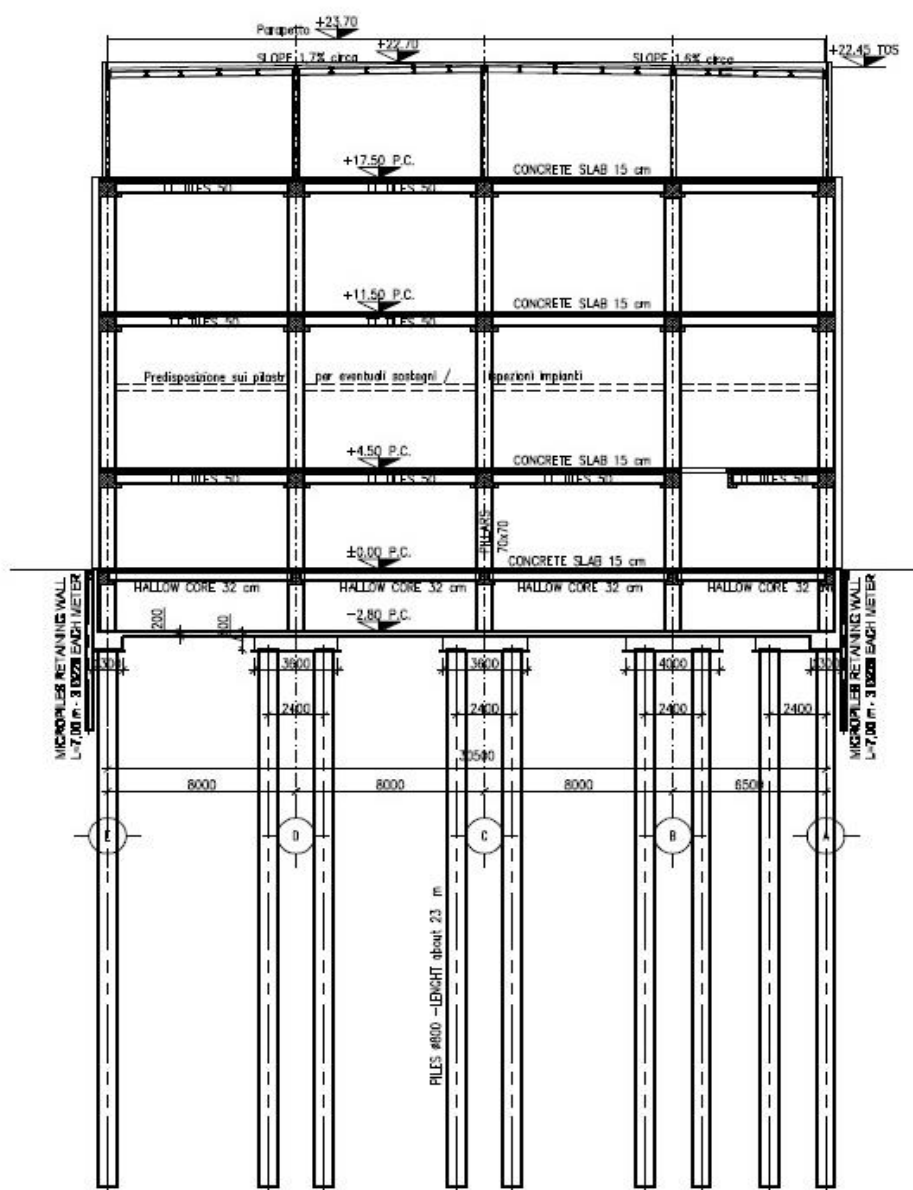
Il nuovo edificio in progetto, che andrà ad occupare l'area lasciata libera da un edificio in via di demolizione, ha le seguenti dimensioni e caratteristiche:

1 piano tecnico interrato

1 piano terra

3 piani fuori terra e 1 copertura leggera

L'altezza massima è pari a 23.70 m come illustrato nell'immagine seguente:



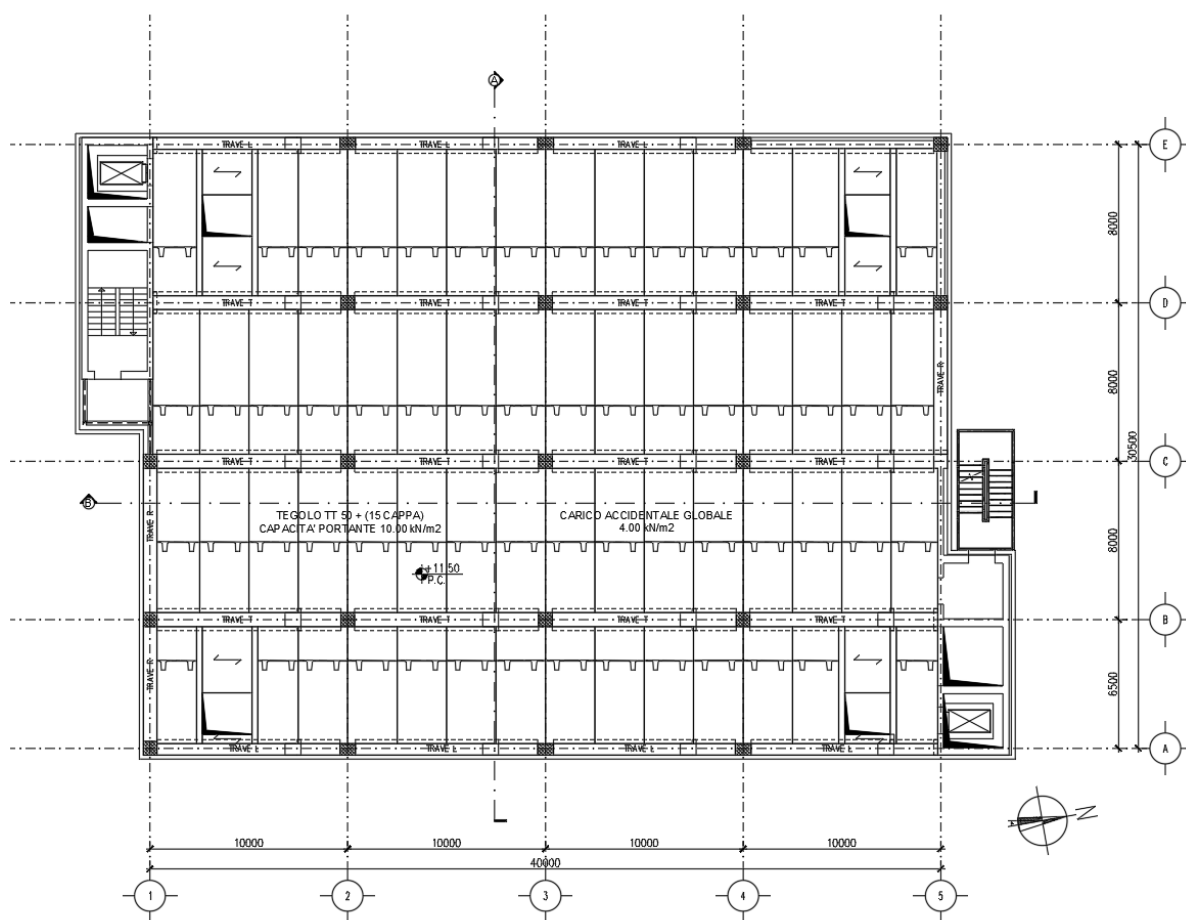
Da un punto di vista planimetrico:

Lunghezza = 40.00 m (direzione Nord – Sud)

Larghezza = 30.50 m (direzione Est – Ovest)

agli assi delle colonne

L'edificio, al di fuori del rettangolo principale, prevede 2 vani scale in c.a. come da schema seguente che rappresenta, come esempio, il livello di quota 11.50 m



L'edificio è concepito come struttura in cemento armato, in parte prefabbricato e in parte gettato in opera, con copertura in acciaio e fondazioni su pali, pilastri, travi e solai realizzati con le seguenti tipologie costruttive:

- Solaio del piano terra = lastre alveolari con cappa collaborante, altezza 32 + 15 cm
- Solai di quota +4.50, +11.50 e +17.50 = tegoli TT di altezza 50 con cappa collaborante di spessore medio 15 cm
- Copertura: struttura metallica con lamiera posata in pendenza.

Alla quota +8.30 m circa sono previste piastre predisposte nei pilastri e, solo ove necessario, travi tra di essi per poter installare eventuali strutture metalliche per sostegno impianti e passerelle di ispezione agli stessi. I carichi derivanti da tali impianti e strutture metalliche secondarie aggiuntive

sono tenuti in debito conto nell'analisi dell'edificio. Tuttavia tali strutture, essendo secondarie e con schema incernierato ai pialstri, non concorrono alla stabilità globale dell'edificio.

Da un punto di vista sismico l'edificio è concepito come struttura a pareti portanti accoppiate sismo resistenti, costituite queste dai 2 robusti vani scale in c.a., oltre che da una serie di setti posti negli spigoli Nord Ovest e Sud Est.

I pilastri prefabbricati saranno quindi calcolati come elementi semplicemente compressi, così come le travi e i solai come elementi in semplice appoggio.

Sul lato Nord è prevista una scenografica scala metallica, sostenuta a sbalzo dalla parete in c.a. retrostante.

La vita utile della struttura, come da richiesta del cliente, è fissata in **75 anni**.

Tutte le strutture in c.a. normale e prefabbricato dovranno avere resistenza al fuoco R120

Il dettaglio dei vari livelli e le sezioni è riportato all'interno degli elaborati grafici allegati (vedere capitolo 3).

## 1.2. Aspetti geotecnici

Per la natura del terreno e soprattutto per il contenimento dei cedimenti, l'edificio è impostato su fondazioni con pali.

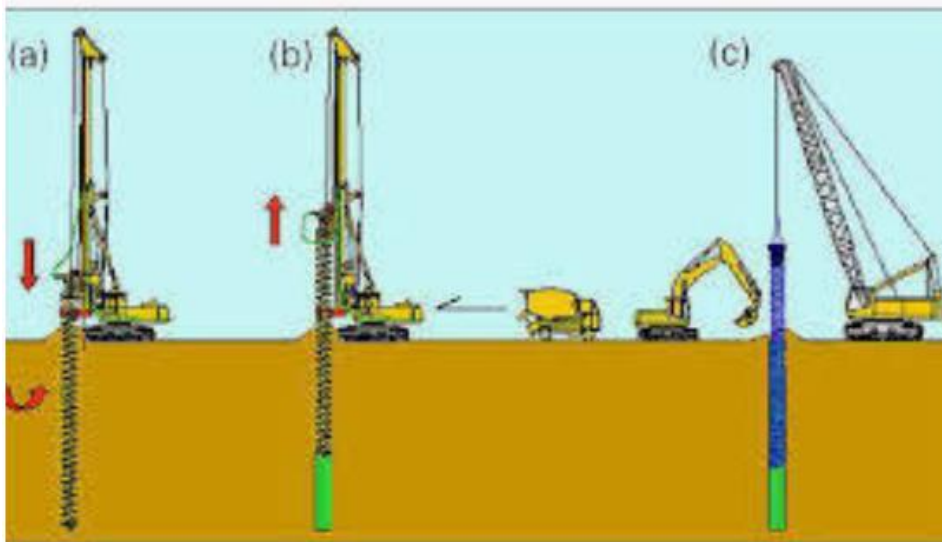
E' stata sviluppata recentemente una indagine geologica nell'area di intervento dalla compagnia ENGEO srl.

La relativa relazione geologica e geotecnica è stata emessa, in seguito a tale indagine dal Dott. Geol. Carlo Caleffi and Dott. Francesco Cerutti nel mese di Febbraio 2021.

La relazione contiene anche tutte le informazioni relative agli aspetti sismici del sito con particolare riferimento alla categoria del terreno e alla risposta sismica locale.

In seguito a tali indagini e sfruttando anche la recente esperienza di un edificio già realizzato in area adiacente di stabilimento, si è deciso di procedere con pali trivellati di grande diametro (80 cm o 60 cm per i pali ), lunghezza 23 m circa dall'intradosso delle fondazioni, corrispondenti quindi a 26.60 m dal piano campagna, ovvero intestando la testa palo nello strato ghiaioso più resistente.

I pali saranno del tipo CFA (Continuous Flight Auger), con tecnocologia come da schema seguente:



- A) Fase di trivellazione
- B) Fase di getto
- C) Fase di inserimento gabbia di armatura

Per la fase di scavo del piano interrato dell'edificio sarà necessario realizzare una berlinese di micropali, costituita da 3 pali al metro lineare, diametro di perforazione 220 mn, lunghezza circa 7.00 m

### 1.3. CARICHI DI PROGETTO

Località: PARMA  
Provincia: PARMA  
Regione: EMILIA-ROMAGNA

Coordinate GPS:  
Latitudine : 44,80100 N  
Longitudine: 10,32900 E

Altitudine s.l.m.: 57,0 m

Struttura di tipo 2 ordinario  
Vita utile = 75 anni  
Classe d'uso II (attività industriali non pericolose per l'ambiente)

Per l'edificio in progetto sono stati considerati i seguenti carichi di progetto:

#### 1.3.1. Carichi permanenti

- Peso proprio delle strutture, incluse le cappe strutturali G1
- Carichi permanenti G2 = 0.00 kN/m<sup>2</sup> sui piani +0.00, +4.50, +11.50 and +17.50 m (non è infatti prevista la presenza di pavimento sopra la cappa strutturale)
- Carichi permanenti G2 = 0.50 kN/m<sup>2</sup> sulla copertura

Tamponamenti edificio in pareti leggeri (pannelli sandwich + finitura architettonica) = 1.00 kN/m<sup>2</sup>

## 1.3.2. Carichi accidentali Q (categoria E2 tabella 3.1.II)

Questi carichi saranno utilizzati per il calcolo delle travi, dei pilastri, delle fondazioni e degli effetti sismici. Tali carichi comprendono per ogni livello, pareti divisorie leggere di tipo farmaceutiche, controsoffitti e carichi appesi.

- Carichi accidentali Q = **8.00 kN/m<sup>2</sup>** sul solaio di quota +0.00
- Carichi accidentali Q = **4.00 kN/m<sup>2</sup>** sul solaio della quote +4.50
- Carichi accidentali Q = **4.00 kN/m<sup>2</sup>** sul solaio della quota +11.50 m
- Carichi accidentali Q = **2.00 kN/m<sup>2</sup>** sul solaio di quota +17.50 m
- Carico accidentale Q = **2.00 kN/m<sup>2</sup>** (copertura – di cui: 0.5 kN/m<sup>2</sup> carichi appesi, 0.3 kN/m<sup>2</sup> fotovoltaico e 1.20 kN/m<sup>2</sup> neve)
- Scale = **4.00 kN/m<sup>2</sup>**

Coefficiente di partecipazione sismica = 0.8 (tabella 2.5.I)

I sovraccarichi sopra esposti si intendono di lunga durata, tranne neve e accidentali sulle scale

## 1.3.3. Carichi accidentali locali

Per il calcolo dei solai sono stati considerati i seguenti carichi locali, per la possibilità che siano presenti carichi concentrati di macchinari vari.

- Carico accidentale locale Q = 20.00 kN/m<sup>2</sup> alle quote +0.00
- Carico accidentale locale Q = 10.00 kN/m<sup>2</sup> alla quota +4.50 m
- Carico accidentale locale Q = 10.00 kN/m<sup>2</sup> alla quota +11.50 m
- Carico accidentale locale Q = 5.00 kN/m<sup>2</sup> alla quota +17.50 m
- Carico accidentale locale Q = 2.00 kN/m<sup>2</sup> (copertura – come sopra)
- Scale = 4.00 kN/m<sup>2</sup>

Per tenere in conto possibili installazioni di macchinari e passerelle di ispezione, alla quota +8.30 sono previsti carichi accidentali pari a 1.00 kN/m<sup>2</sup> (2.00 kN/m<sup>2</sup> localmente) oltre a eventuale grigliato e peso proprio.

I collegamenti degli impianti alle strutture principali dell'edificio e gli effetti sismici sugli impianti stessi dovranno essere valutati secondo le direttive del capitolo 7.2.3 e 7.2.4 del DM 17/01/2018 a cura rispettivamente dell'installatore e del progettista degli impianti stessi.

## CALCOLO DELLE AZIONI DELLA NEVE E DEL VENTO

Normativa di riferimento:

D.M. 17 gennaio 2018 - NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

Cap. 3 - AZIONI SULLE COSTRUZIONI - Par. 3.3 e 3.4

## 1.3.4. NEVE:

Zona Neve = I Mediterranea

Periodo di ritorno, Tr = 75 anni

$$C_{tr} = [(1 - v (6^{1/2} / \pi) \ln[-\ln(1-1/Tr) + 0.57722]) / (1 + 2.5923v)] = 1.07$$

Ce (coeff. di esposizione al vento) = 1,00

Valore caratteristico del carico al suolo =  $q_{sk} C_e C_{tr} = 161 \text{ daN/mq}$

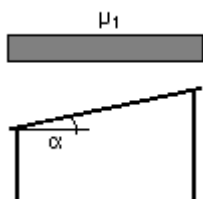
## Copertura ad una falda:

Angolo di inclinazione della falda  $\alpha = 0,0^\circ$

- Copertura piana  $W = 10.0 \text{ m}$ ,  $L = 50.0 \text{ m} \Rightarrow L_c = 18.0$ ,  $C_{ef} = 1.000$

$\mu_1 = 0,80 \Rightarrow Q_1 = 129 \text{ daN/mq}$

Schema di carico:



### 1.3.5. VENTO:

Zona vento = 2

Velocità base della zona,  $V_{b.o} = 25 \text{ m/s}$  (Tab. 3.3.I)

Altitudine base della zona,  $A_o = 750 \text{ m}$  (Tab. 3.3.I)

Altitudine del sito,  $A_s = 57 \text{ m}$

Velocità di riferimento,  $V_b = 25,00 \text{ m/s}$  ( $V_b = V_{b.o}$  per  $A_s \leq A_o$ )

Periodo di ritorno,  $T_r = 75 \text{ anni}$

$C_r = 0,75 (1 - 0,2 \ln(-\ln(1 - 1/T_r)))^{1/2} \cdot 0,23 \text{ anni}$

Velocità riferita al periodo di ritorno di progetto,  $V_r = V_b C_r = 25,59 \text{ m/s}$

Classe di rugosità del terreno: B

[Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive]

Esposizione: Cat. IV - Entroterra fino a 500 m di altitudine

( $K_r = 0,22$ ;  $Z_o = 0,30 \text{ m}$ ;  $Z_{min} = 8 \text{ m}$ )

Pressione cinetica di riferimento,  $q_b = 41 \text{ daN/mq}$

Coefficiente di forma,  $C_p = 1,00$

Coefficiente dinamico,  $C_d = 1,00$

Coefficiente di esposizione,  $C_e = 2,37$

Coefficiente di esposizione topografica,  $C_t = 1,00$

Altezza dell'edificio,  $h = 22,70 \text{ m}$

Pressione del vento,  $p = q_b C_e C_p C_d = 97 \text{ daN/mq}$

### 1.3.6. SISMA

Le assunzioni dei parametri sismici sono le seguenti:



Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale  $V_N$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Vita nominale delle strutture  $V_n = 75$  anni (costruzione di tipo 2 – ordinarie)

Classe d'uso II secondo la seguente definizione:

#### 2.4.2. CLASSI D'USO

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

*Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

*Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

*Classe III:* Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

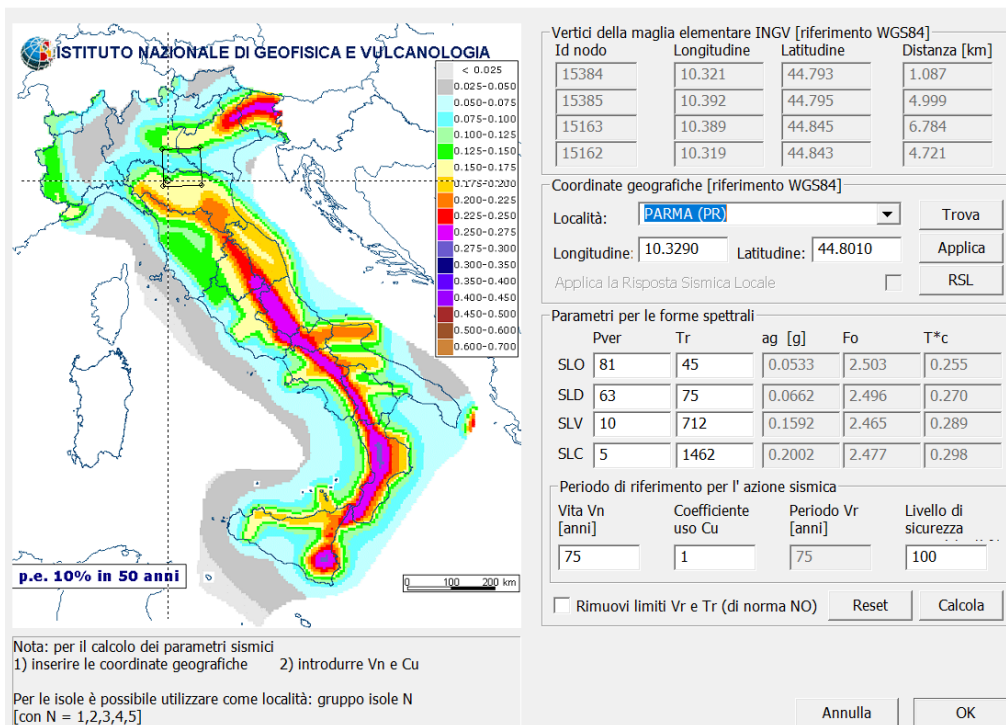
*Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Coefficiente d'uso  $c_u = 1.0$

Periodo di riferimento  $V_r = 75$  anni

- Accelerazione al suolo (GPA)  $a_g = 0,1592$  g (periodo di ritorno 712 anni)
- Categoria del suolo C
- Coefficiente di amplificazione sgratigrafica  $S_s = 1,5$
- Coefficiente di amplificazione topografica  $S_T = 1,0$

Valutazione della pericolosità sismica



–  $F_o = 2.465$  ---->  $T_B = 0.152$  sec  $T_C = 0.457$  sec

– Massimo valore di  $S_d = 0.575/q$  for  $T_B < T < T_C$

Ove:

$T$  = periodo proprio di vibrazione nella direzione considerata

$q$  = fattore di struttura

$S_d$  = ordinata dello spettro di risposta

In relazione ai parametri sopra riportati, sono state considerate le seguenti azioni sismiche:

$$F_h = S_d(T)/q \times W_{tot}$$

Ove  $W_{tot}$  è la massa totale dell'edificio, con un coefficiente di riduzione pari a 0.80 per i carichi accidentali.

#### 1.4. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO

Le strutture sono calcolate in ottemperanza alle vigenti norme, in particolare la presente relazione è conforme ai seguenti documenti normativi:

- Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- DPR n° 380 del 6 giugno 2001 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia";
- D.M. 17/01/18 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare applicativa n. 7 del 21/01/19

## 1.5. Materiali

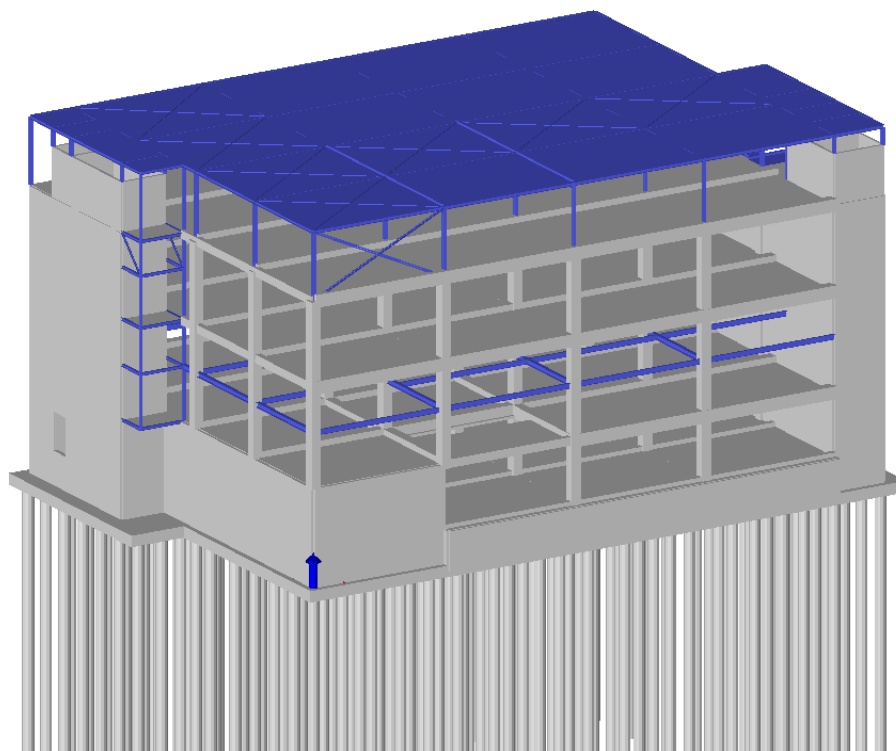
Tutti i materiali strutturali dovranno essere marcati CE secondo il D.Lgs 106 del 16/06/2017

Calcestruzzo per i pali	C25/30 SCC (self-compact concrete)
Calcestruzzo per fondazioni	C28/35 XC2
Calcestruzzo per elevazioni non esposte	C28/35 XC1
Calcestruzzo per elevazioni esposte	C32/40 XC4
Calcestruzzo per strutture prefabbricate	min C40/50 XC4
Armature	B450 C
Strutture metalliche	S275 JR
Bulloni	classe 8.8 con marcatura SB (structural Bolts)

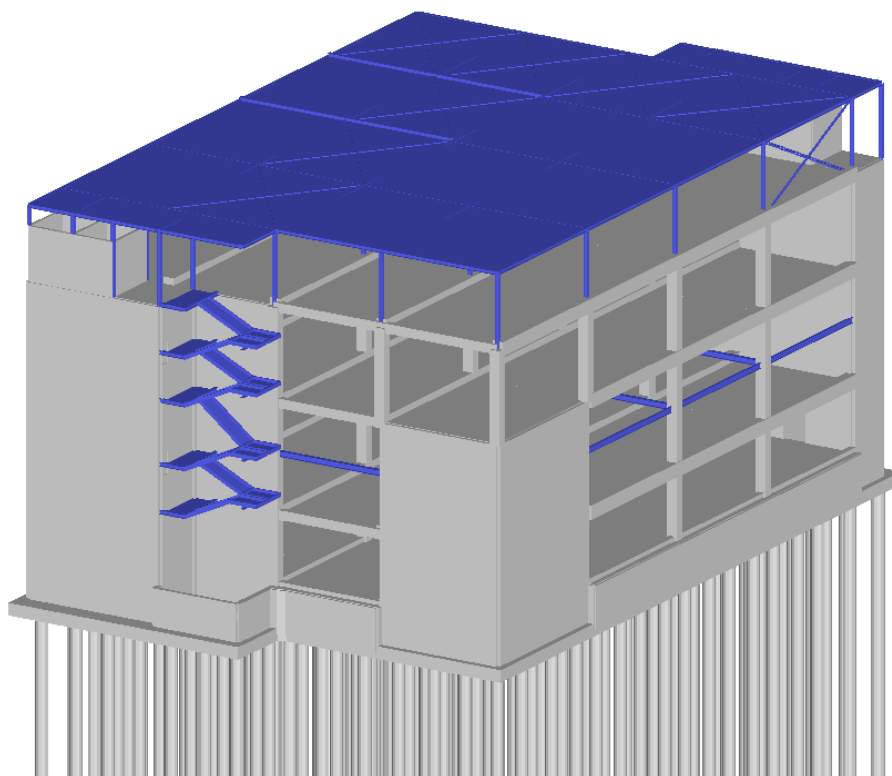
## 2. SCHEMA STRUTTURALE

### 2.1. Modello di calcolo preliminare

Per una corretta schematizzazione della struttura è stato sviluppato il seguente modello di calcolo preliminare:



Vista SUD – EST



Vista NORD - OVEST

L'analisi strutturale e le verifiche sono state condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi dinamica lineare secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti, schematizzando la struttura in elementi lineari (D2), spaziali (D3) e nodi. Le incognite del problema sono le componenti di spostamento in corrispondenza di ogni nodo (3 spostamenti e 3 rotazioni).

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

## Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Per le strutture in oggetto è stato utilizzato il seguente programma strutturale di analisi e verifica:

Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo	
Titolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	PROFESSIONAL (build 2019-01-184)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara
Codice Licenza:	Licenza dsi2714

## Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego.

La società produttrice 2Si di Ferrara ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche. Il dettaglio di tali verifiche di affidabilità sono disponibili ne documento: *"Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST"* - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito [www.2si.it](http://www.2si.it)

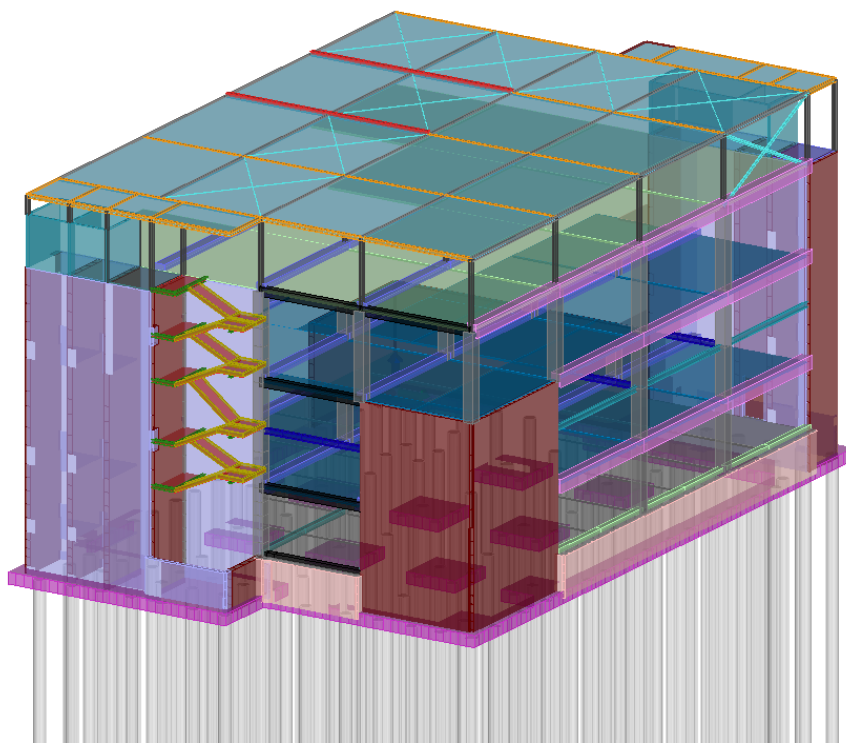
#### **Informazioni generali sull'elaborazione**

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

#### **Giudizio motivato di accettabilità dei risultati**

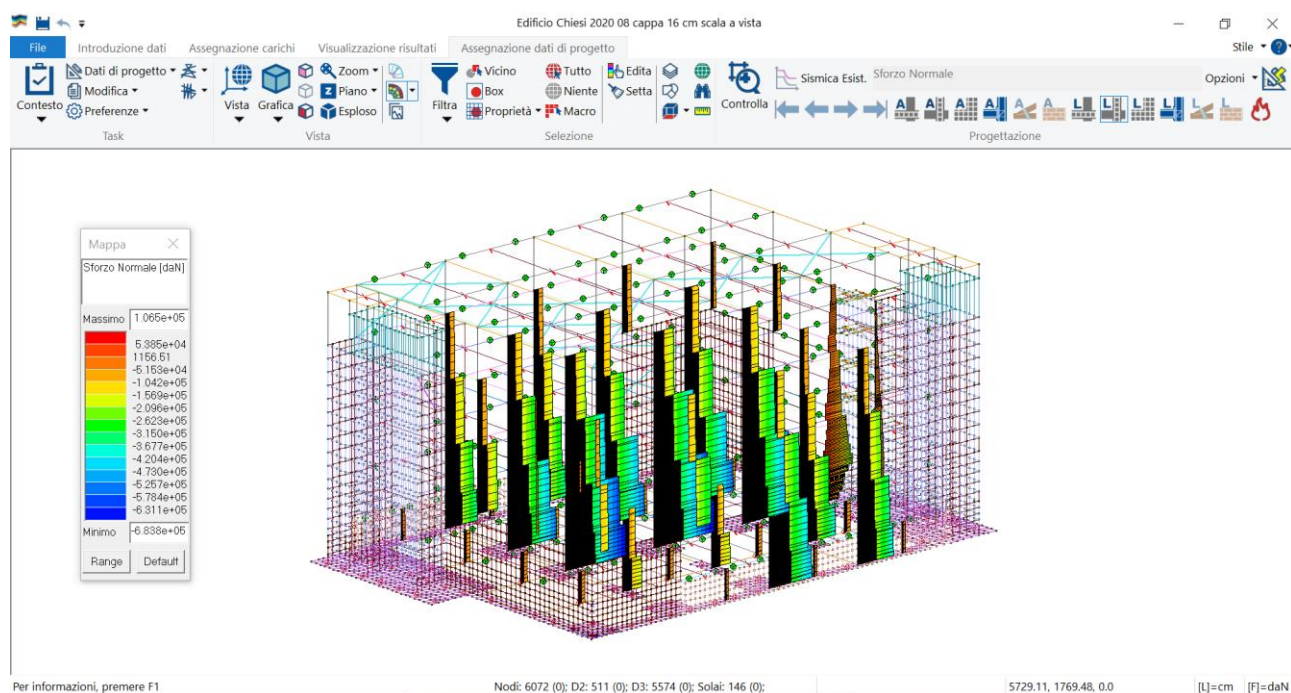
I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

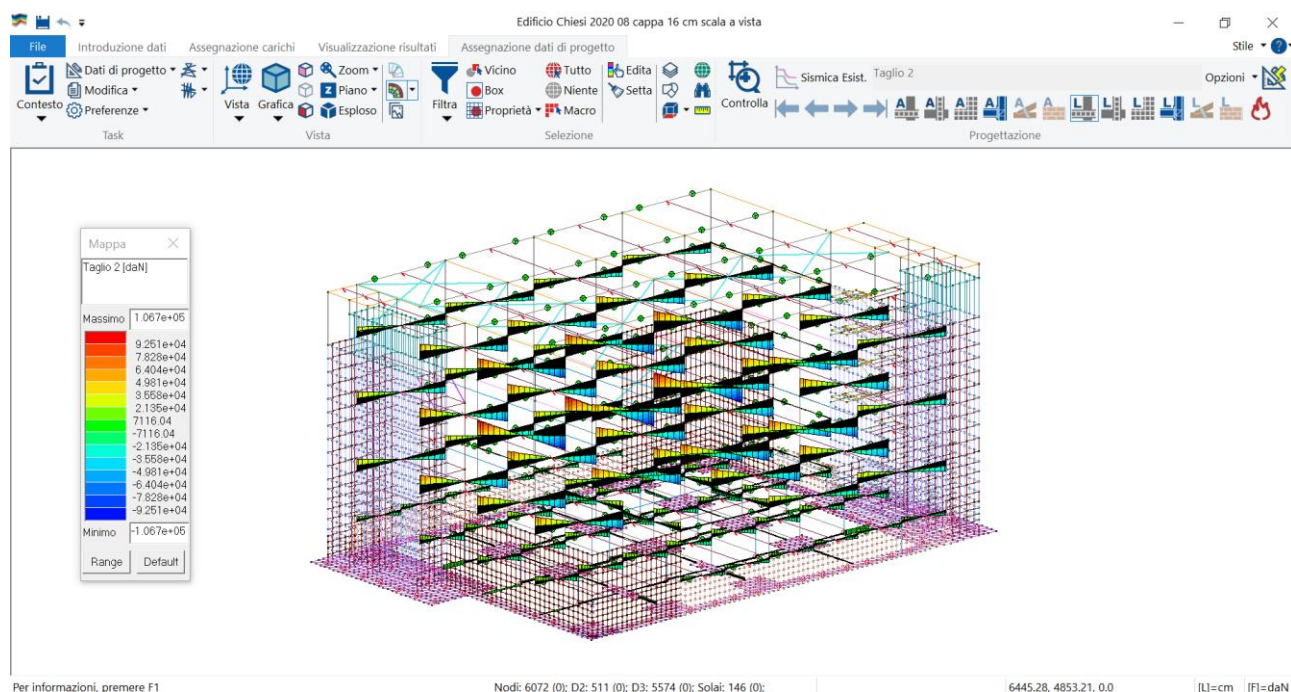


Vista assonometrica del modello di calcolo con visione delle parti interne

## 2.2. Principali risultati nelle membrature

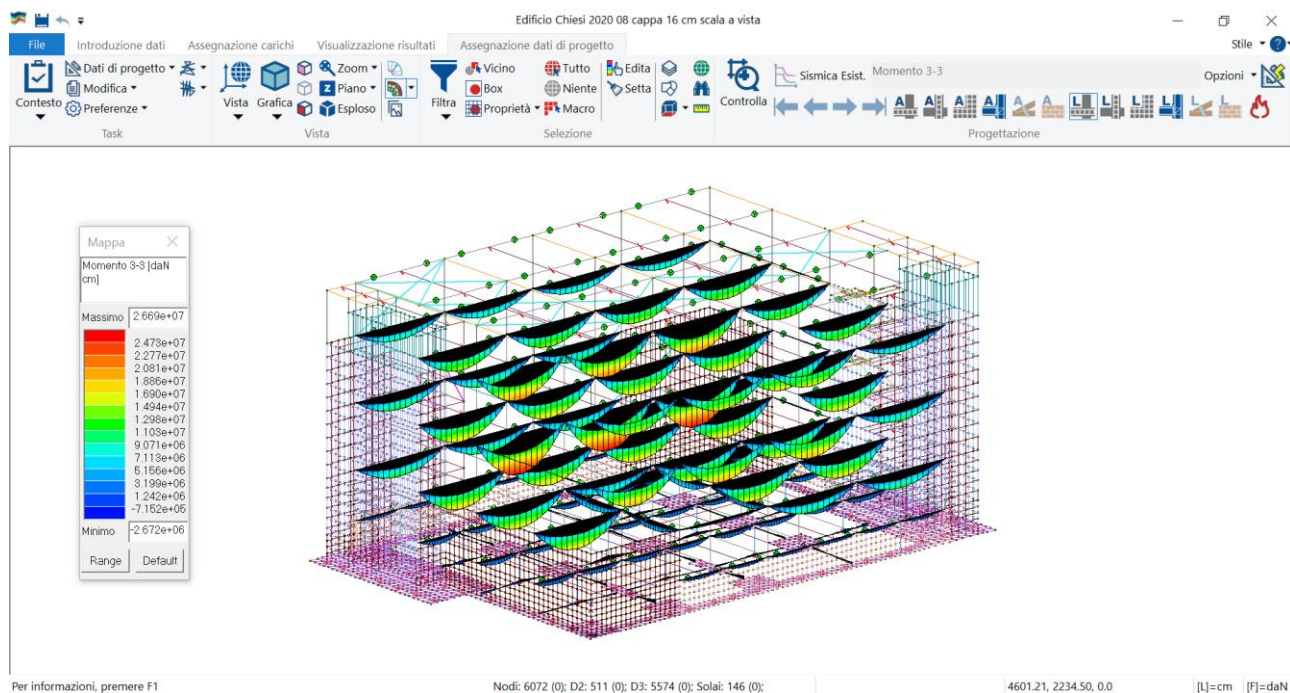


Involuppo azione assiale pilastri prefabbricati condizione SLU

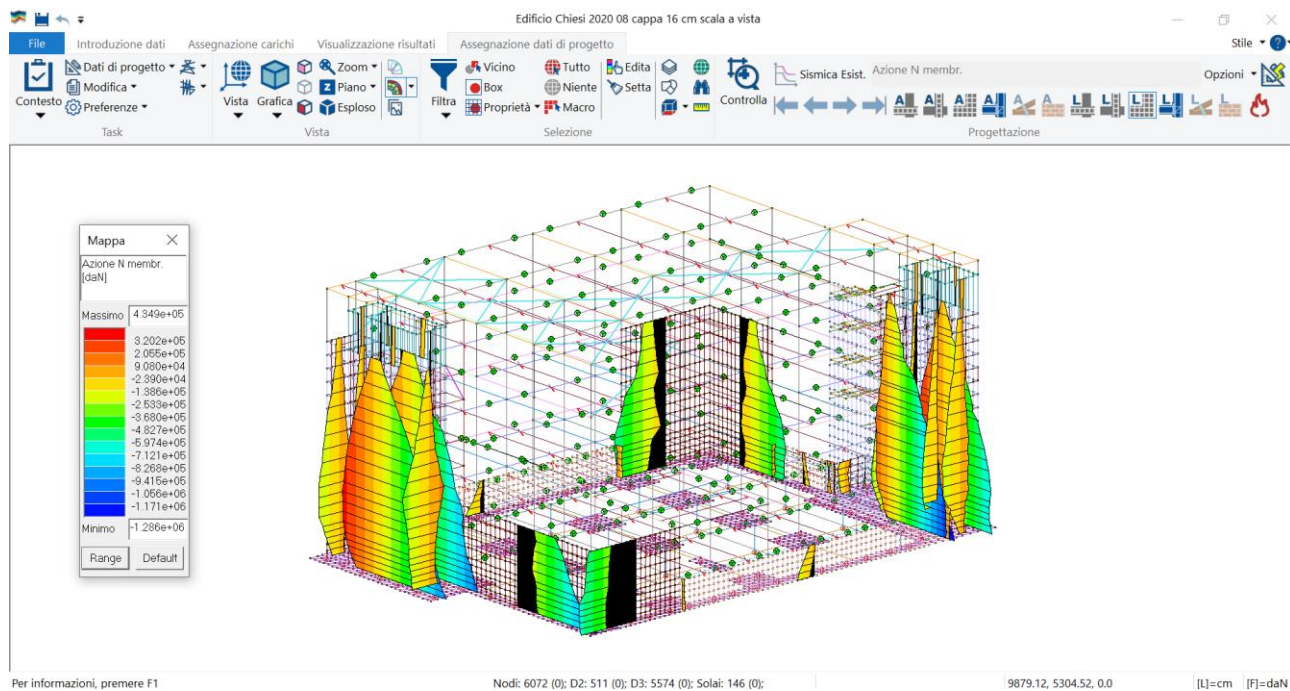


Involuppo taglio T22 nelle travi condizioni SLU



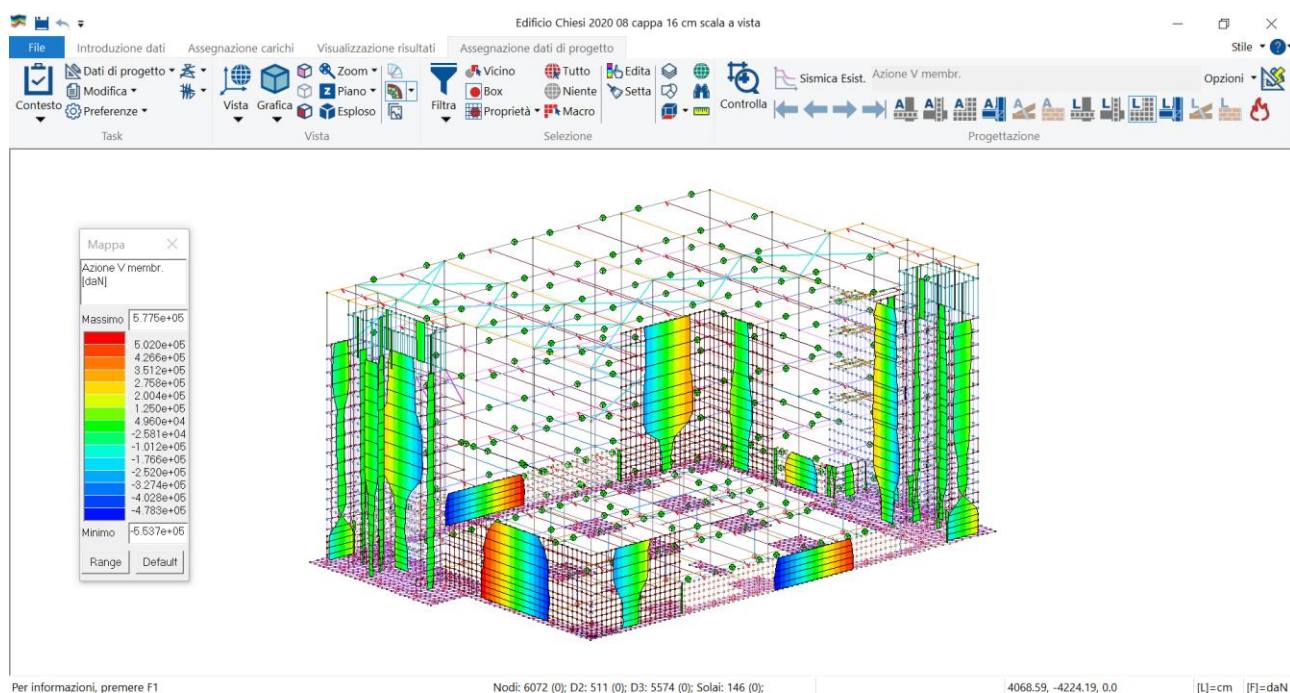


Involuppo momento M33 nelle travi condizione SLU

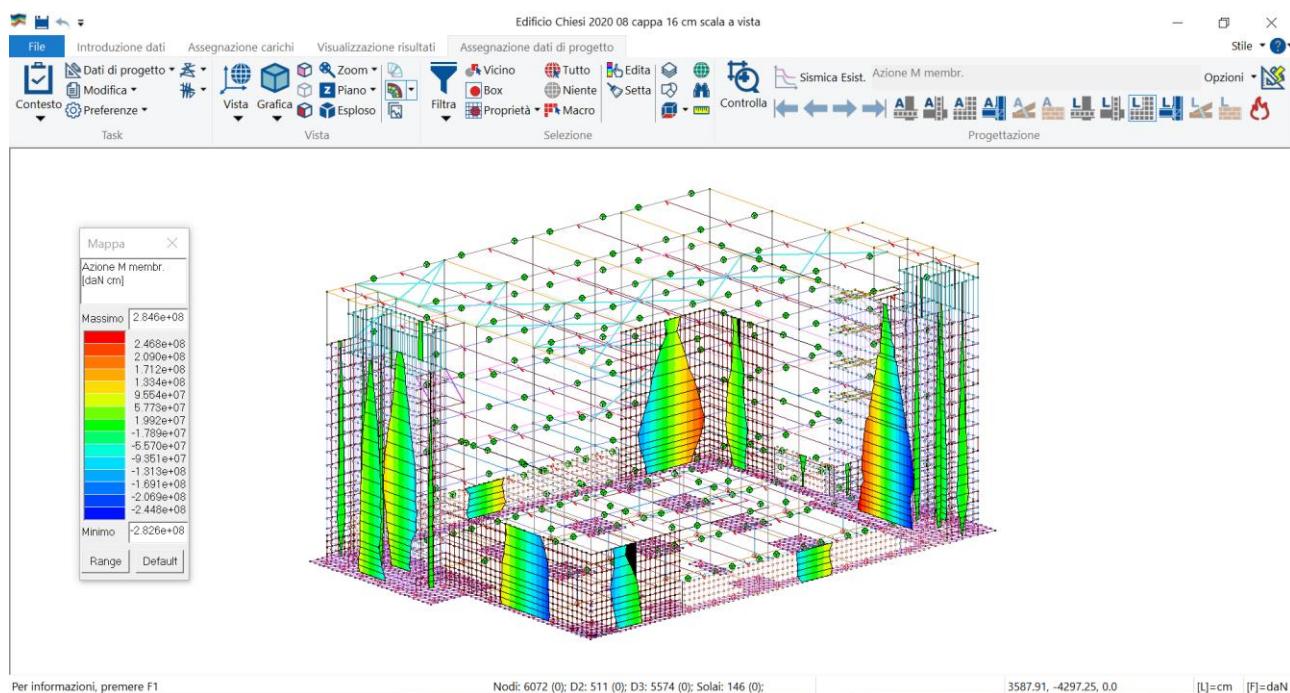


Involuppo azione assiale membranale nelle pareti in c.a.

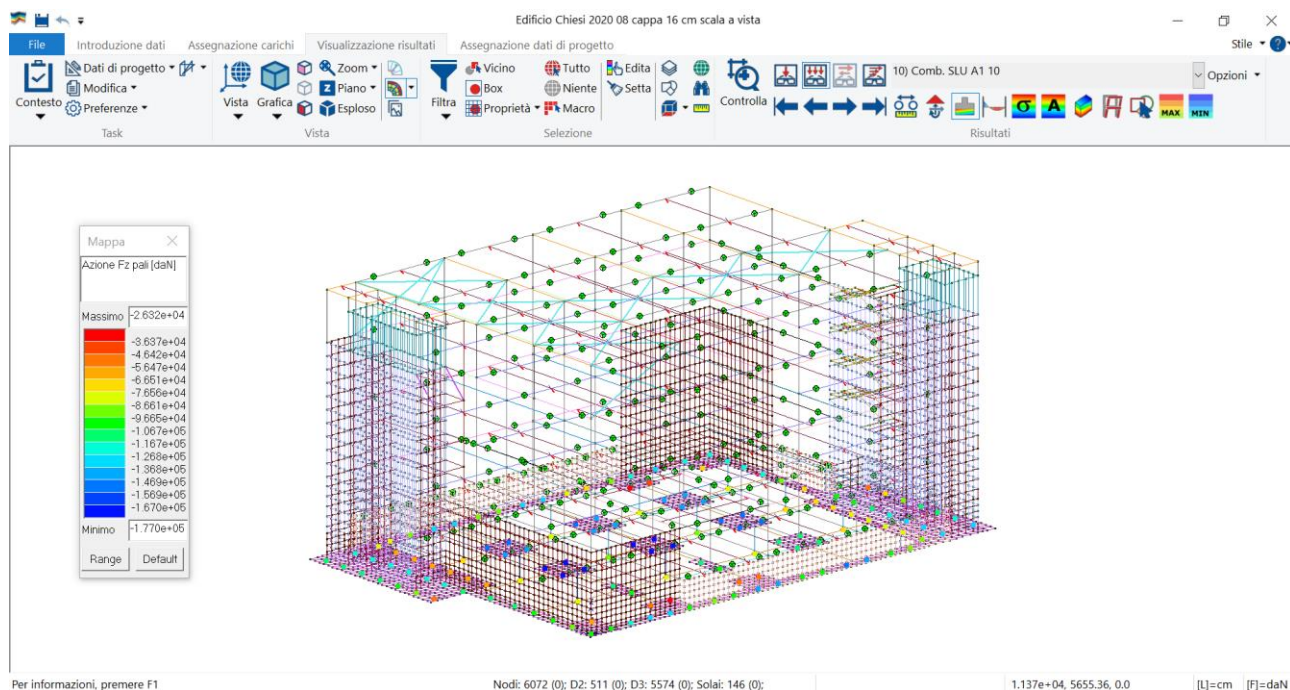




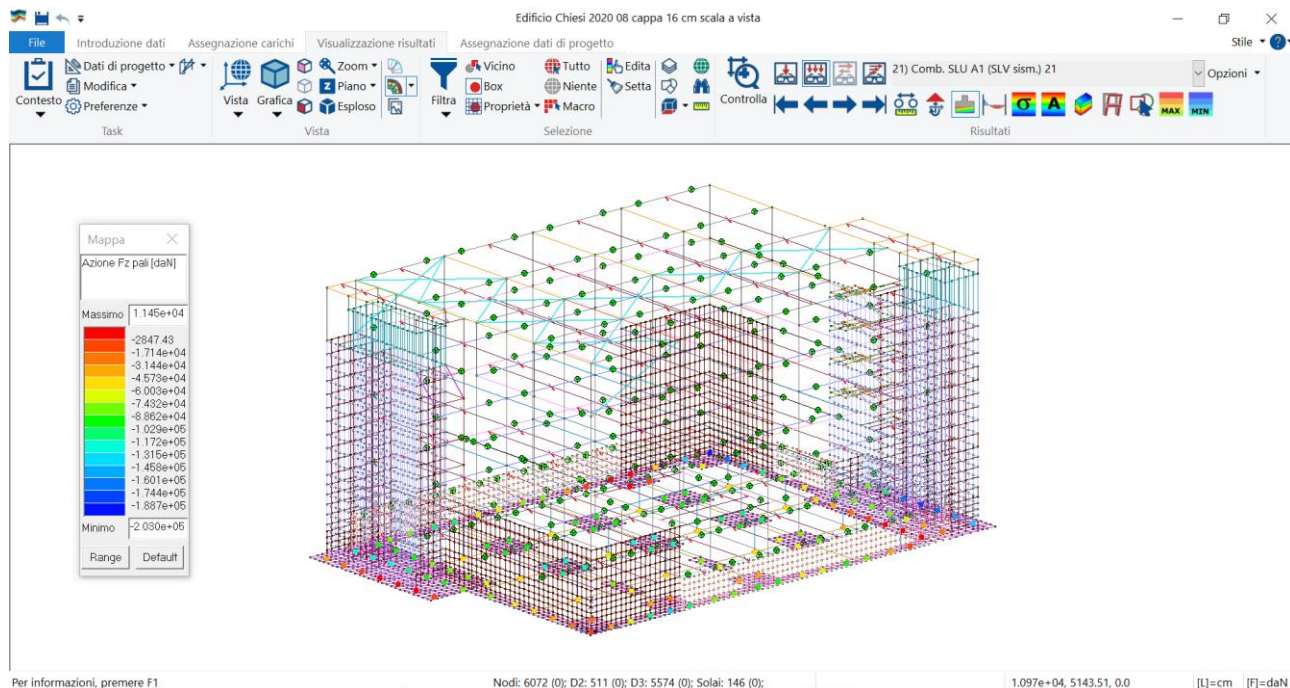
Involuppo azioni taglianti membranali nelle pareti in c.a.



Involuppo azioni flettenti membranali nelle pareti in c.a.



Azione assiale nei pali in condizione SLU



Azione assiale nei pali in condizione SLV (sismica)

La tabella di portata dei pali, allo stato limite. Viene riportata di seguito, come ricavata dalla relazione geotecnica del Dott. Caleffi:

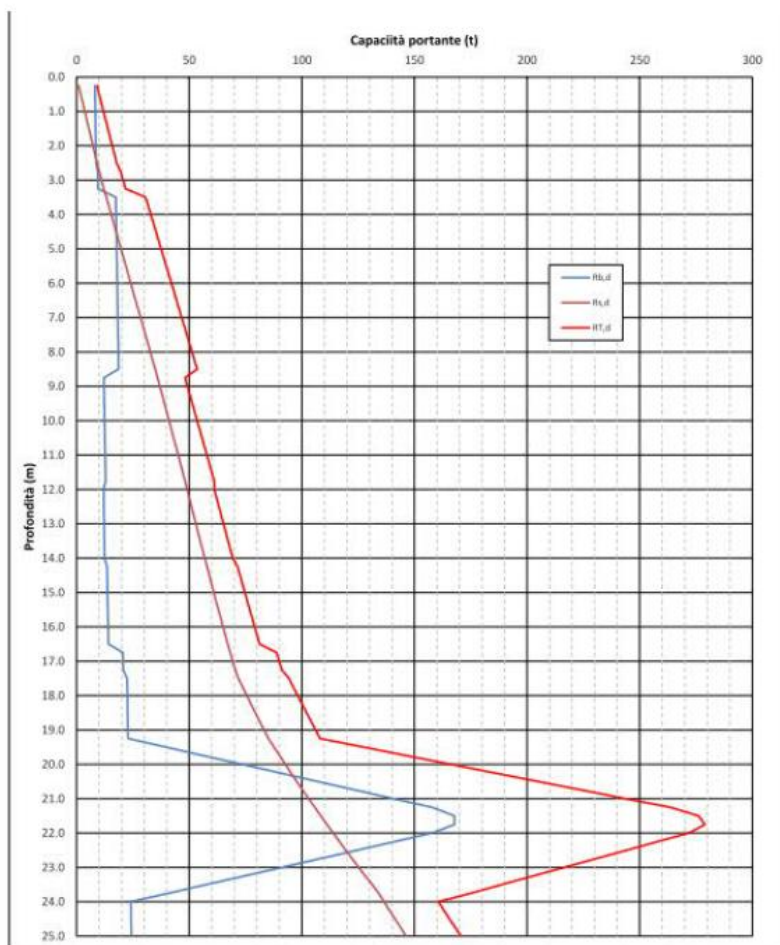


FIGURA 13 – CURVE DELLE RESISTENZE DI PROGETTO (A1+M1+R3) PALO 800 MM

Come si può vedere la portata massima dei pali si attesta mediamente sui 2500 kN, valore superiore a quanto precedentemente risultato dall'analisi strutturale.

Per quanto riguarda le verifiche dei setti controventanti, queste saranno riportate nel dettaglio nella relazione di calcolo definitiva in base alle armature prescelte, così come per quanto riguarda le verifiche di dettaglio degli elementi prefabbricati.



### 3. ALLEGATI

Le strutture precedentemente descritte sono rappresentate nei seguenti elaborati grafici:

K773-35/S01a-0010.DWG: PIANTA STRUTTURALE EDIFICIO B: pianta pali

K773-35/S01a-0011.DWG: PIANTA STRUTTURALE EDIFICIO B: fondazioni

K773-35/S01a-0012.DWG: PIANTA STRUTTURALE EDIFICIO B: pianta piano terra

K773-35/S01a-0013.DWG: PIANTA STRUTTURALE EDIFICIO B: pianta piano primo

K773-35/S01a-0014.DWG: PIANTA STRUTTURALE EDIFICIO B: pianta piano secondo

K773-35/S01a-0015.DWG: PIANTA STRUTTURALE EDIFICIO B: pianta piano terzo

K773-35/S01a-0016.DWG: PIANTA STRUTTURALE EDIFICIO B: piano copertura

K773-35/S01a-0017.DWG: SEZIONI STRUTTURALI EDIFICIO B

IL PROGETTISTA STRUTTURALE GENERALE

