SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Parma
Strada del Quartiere n°2/a - 43125 PARMA Tel. 0521/393111 - Fax 0521/282393

DIPARTIMENTO TECNICO E DELLE TECNOLOGIE
SERVIZIO ATTIVITA' TECNICHE
Via Spalato n°2 - 43125 Parma - Tel. 0521/393400 - Fax 0521/286311 - Pec. serv_attivita_tecniche@pec.ausl.pr.it

DISTRETTO DI PARMA
AREA DI VIA XXIV MAGGIO - PARMA

REALIZZAZIONE CASA DELLA SALUTE "LUBIANA-SAN LAZZARO", CENTRO DIALISI TERRITORIALE E POLO TERRITORIALE COMUNALE

PROGETTO ESECUTIVO
STRUTTURALE

RELAZIONE DI CALCOLO SULLE FONDAZIONI

GRUPPO DI LAVORO:

geom. Giuliano Bastasini
per. ind. Giuseppe Carlassare
ing. Federica Ceresa
per. ind. Paolo Crovini
ing. Elisa Degiovanni
ing. jr. Roberto Degiovanni
geom. Laura Del Bono
ing. Vincenzo Facchino
geom. Roberto Gallarotti
ing. Daniela Gatto
arch. Andrea Mambriani
per. ind. Paolo Mazzina
geom. Roberto Mellini
per. ind. Paolo Robuschi
ing. Renato Maria Saviano
geom. Pier Paolo Taddei
geom. Michele Tagliavini
geom. Roberta Tagliavini

IL PROGETTISTA DELLE STRUTTURE
ing. PAOLO LANDINI

Studio Ar.Tec ingegneria e architettura s.r.l.
viale dei mille 140 – 43125 parma
tel 0521 292918 fax 0521 290195
studio@studioartecsrl.it

N. ELABORATO **RF.03**

SCALA

IL DIRETTORE GENERALE
dr.ssa ELENA SACCENTI

IL DIRETTORE DEL DISTRETTO
dr.ssa GIUSEPPINA CIOTTI

IL DIRETTORE DEL S.A.T.
ing. RENATO MARIA SAVIANO

IL RESP. UNICO DEL PROCEDIMENTO
geom. ROBERTA TAGLIAVINI

IL PROGETTISTA
ing. RENATO MARIA SAVIANO

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA
ing. RENATO MARIA SAVIANO

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	EMISSIONE	20.07.2016	ing. Landini	ing. Landini	ing. Landini
1	REVISIONE	03.10.2016	ing. Landini	ing. Landini	ing. Landini
2					
3					
FILE:					

Sul presente elaborato vige il DIRITTO di PROPRIETA', per cui ne è vietata la riproduzione anche parziale, cessione a terzi, la diffusione, se non dietro nostra espressa autorizzazione scritta.
Ogni violazione sarà perseguita ai sensi delle vigenti leggi civili e penali

PROGETTO ESECUTIVO RIGUARDANTE LE STRUTTURE

RELAZIONE DI CALCOLO SULLE FONDAZIONI

1. RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE IN FONDAZIONE..... 3

1.1 PREMESSA. 3

- CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE..... 5
- CRITERI GENERALI DELLA COSTRUZIONE..... 5
- CRITERI GENERALI DI ANALISI E VERIFICA..... 5

1.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO. 5

1.3 AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE. 5

1.4 MODELLO NUMERICO. 6

1.5 MODELLAZIONE ANALISI E VERIFICHE FONDAZIONI CORPI A,B.C 6

- INFORMAZIONI E CARATTERISTICHE DI PROGETTO..... 6
- SEZIONI UTILIZZATE NEL MODELLO STRUTTURALE 6
- LISTA MATERIALI UTILIZZATI 10
- GRUPPI DELLA STRUTTURA..... 12
- RELAZIONI / PIANI RIGIDI 13
- VINCOLI ADOTTATI NEL MODELLO STRUTTURALE – ELEMENTI TRAVI E TRAVETTI..... 14
- CARICHI APPPLICATI AL MODELLO DI CALCOLO 16
- COMBINAZIONI DI CARICO 19
- RISULTATI DELLE ANALISI E PRINCIPALI SOLLECITAZIONI 19
- VERIFICHE DELLE FONDAZIONI LATO TERRENO SLU E SLV 20
- VERIFICHE DELLE FONDAZIONI LATO TERRENO – DEFORMAZIONE ALLO SLE 22
- VERIFICHE DELLE FONDAZIONI LATO STRUTTURA 22
- GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI 23

1.6 MODELLAZIONE ANALISI E VERIFICHE CORPI D E PENSILINA 26

- INFORMAZIONI E CARATTERISTICHE DI PROGETTO..... 26
- SEZIONI UTILIZZATE NEL MODELLO STRUTTURALE 27
- LISTA MATERIALI UTILIZZATI 27
- GRUPPI DELLA STRUTTURA..... 28
- RELAZIONI / PIANI RIGIDI 30
- VINCOLI ADOTTATI NEL MODELLO STRUTTURALE – ELEMENTI TRAVI E TRAVETTI..... 30
- CARICHI APPPLICATI AL MODELLO DI CALCOLO 33
- COMBINAZIONI DI CARICO 37

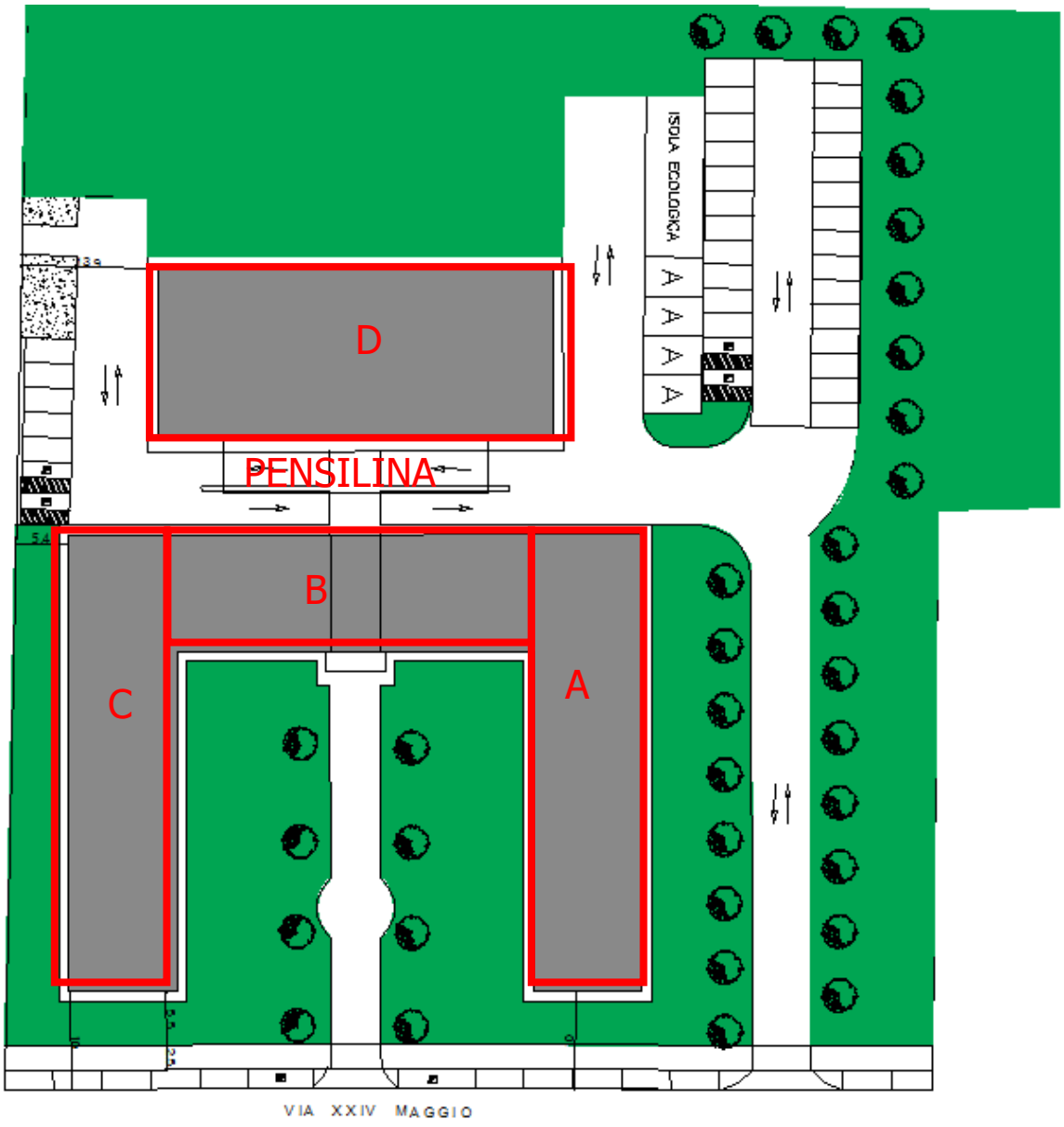
- RISULTATI DELLE ANALISI E PRINCIPALI SOLLECITAZIONI 37
- VERIFICHE DELLE FONDAZIONI LATO TERRENO 38
- VERIFICHE DELLE FONDAZIONI LATO TERRENO – DEFORMAZIONE ALLO SLE 39
- VERIFICHE DELLE FONDAZIONI LATO STRUTTURA 40
- GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI 41

1. RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE IN FONDAZIONE

1.1 PREMESSA.

Tale relazione attiene la progettazione delle strutture di fondazione della casa della salute in progetto sita in via XXIV maggio a Parma. Questa relazione fa parte degli elaborati relativi al progetto esecutivo e pertanto all'interno di esso saranno fatti opportuni rimandi agli altri elaborati per non dover ripetere nuovamente alcuni aspetti e rendere così la relazione ridondante. Principalmente quindi si rimanda a quanto contenuto all'interno della relazione di calcolo delle strutture in elevazione per tutto quanto non espressamente chiarito in quiesta sede. Dopo questa doverosa premessa si procede ora con la progettazione della struttura di fondazione.

La casa della salute oggetto di progettazione è costituita rchitettonicamente da due corpi di cui uno a planimetria rettangolare ed uno a ferro di cavallo. Strutturalmente invece tali corpi sono suddivisi in un totale di quattro corpi separati tra loro da opportuno giunto sismico. Di seguito si riporta uno schema dei corpi strutturali.

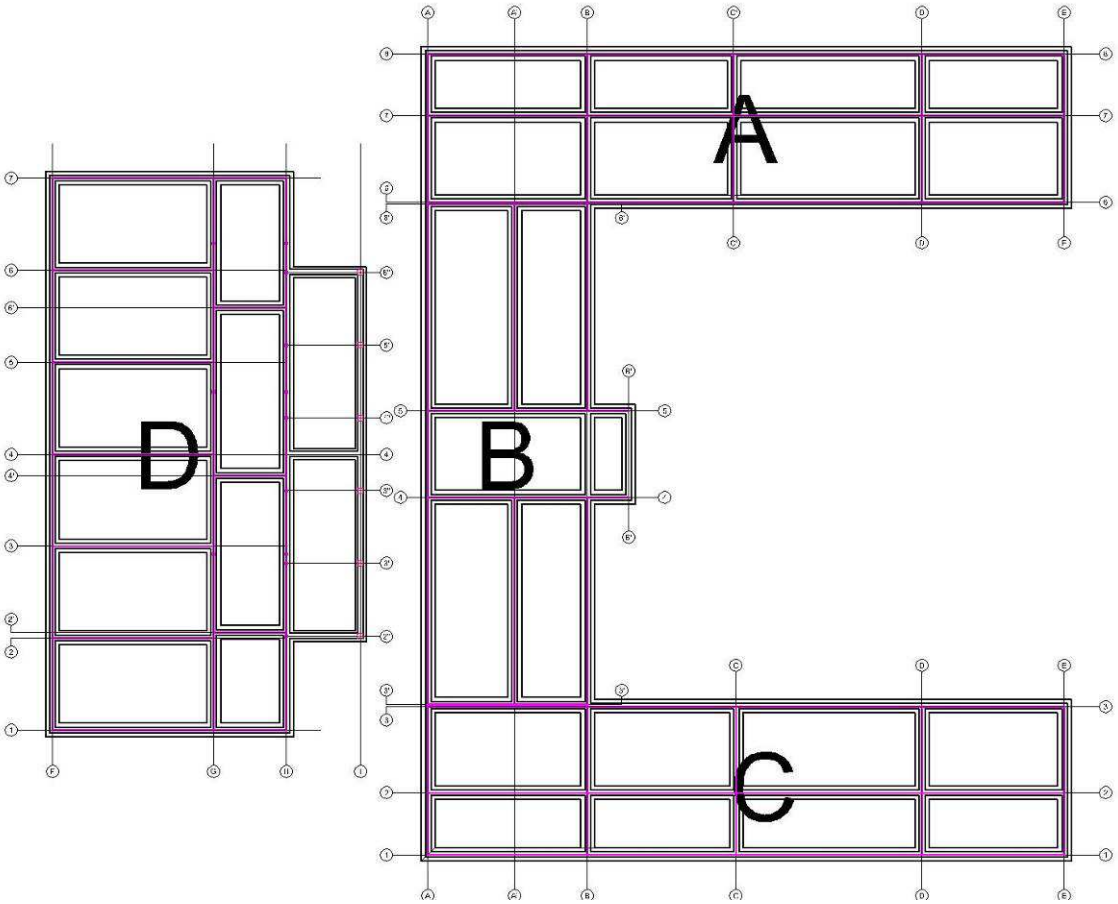


Vista dei quattro corpi strutturalmente indipendenti

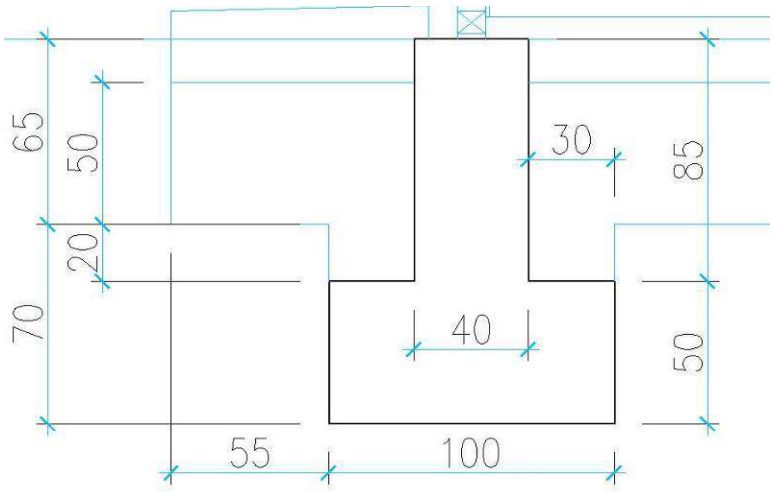
Fondazioni

La struttura fondale a differenza delle strutture in elevazione non è contraddistinta dalla presenza dei giunti sismici tra di diversi corpi. Pertanto sono presenti due strutture fondali tra loro indipindenti, una relativa ai corpi A,B,C ed una relativa al corpo D e pensilna. Saranno quindi realizzati due opportuni modelli di calcolo rappresentativi delle due strutture fondali.

La tipologia delle fondazione è quella diretta con travi di collegamento come indicato in all'interno delle figure sottostanti e negli elaborati progettuali allegati. La quota di imposta delle stesse è pari ad -1.35m dal piano di campagna esistente.



Planimetria fondazioni



Fondazione: sezione tipo

- **Criteri generali di progettazione**

Per quanto riguarda i critetri generali di progettazione si rimanda a quanto contenuto all'interno dell'omonimo paragrafo della relazione di calcolo delle strutture in elevazione.

- **Criteri generali della costruzione**

Per quanto riguarda i critetri generali della costruzione si rimanda a quanto contenuto all'interno dell'omonimo paragrafo della relazione di calcolo delle strutture in elevazione.

- **Criteri generali di analisi e verifica**
  - Verifiche struttura in fondazione

Le fondazioni verranno verificate sia nel caso statico che nel caso sismico; nel caso statico verranno riportati i diagrammi delle tensioni sul terreno allo SLU-SLV. Si allega inoltre il diagramma delle deformazioni allo SLE sia nella combinazione rara che in quella quasi permanente da cui si può notare come gli spostamenti siano del tutto compatibili con la tipologia di struttura adottata.
Analogamente al caso statico vengono verificate le tensioni sul terreno (allo SLV) e le deformazioni (allo SLD).
Per le verifiche strutturali in fondazione nel caso sismico, secondo quanto indicato al punto 7.2.5 delle norme, vengono amplificate le sollecitazioni trasferite in fondazione, dagli elementi soprastanti, con un γ_{rd}=1,1 per le strutture a bassa duttilità.
Nel caso delle fondazioni non sono necessarie armature specifiche per ottenere un comportamento duttile, comunque utilizzando un minimo dello 0.2%Ac di armature longitudinali.

  - Fattore di struttura

Il sistema costruttivo con pannelli "x-lam" garantisce, come indicato precedentemente un coefficiente di struttura q_0 pari a 2 (par. 7.7.3. NTC2008) valido per "pannelli di parete incollati con diaframmi incollati, collegati mediante chiodi e bulloni" pertanto con un fattore di struttura dato da $q=q_0*K_R$:

- Essendo regolare in altezza si utilizzerà un fattore riduttivo K_R=1.0

Perciò il fattore di struttura finale sarà q=2.0*1.0=2

Per quanto riguarda la pensilina metallica si è invece adottato un fattore di struttura q=1.

1.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO.

Per quanto riguarda il quadro normativo di riferimento si rimanda a quanto contenuto all'interno dell'omonimo paragrafo della relazione di calcolo delle strutture in elevazione.

1.3 AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE.

Per quanto riguarda le azioni di progetto sulla costruzione si rimanda a quanto contenuto all'interno dell'omonimo paragrafo della relazione di calcolo delle strutture in elevazione.

1.4 MODELLO NUMERICO.

Per tutto ciò che concerne il modello di clacolo e le sue caratteristiche si rimanda a quanto contenuto all'interno dell'omonimo paragrafo della relazione di calcolo delle strutture in elevazione.

1.5 MODELLAZIONE ANALISI E VERIFICHE FONDAZIONI CORPI A,B.C

Come descritto in precedenza le fondazioni dei corpi A,B,C costituiscono un'unica struttura fondale, pertanto il modello di calcolo costruito è comprensivo di tutti e tre i corpi in elevazione e della struttura fondale. In particolare tale modello è stato ottenuto unendo tra loro i modelli costruiti per l'analisi delle strutture in elevazione. Si riportano di seguito le descrizioni degli elementi peculiari del modello così realizato rimandando alla relazione di calcolo delle strutture in elevazione per tutto quanto non specificatamente descritto.

- **Informazioni e caratteristiche di progetto**

In accordo con il valore di sovraresistenza è stato amplificato il sisma con un coefficiente pari ad 1,1.

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	**Fondazioni corpi A B C esecutivo**
Intestazione del lavoro	
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica sismica equivalente
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	kN
Unita' di misura delle lunghezze	m
Normativa	NTC/2008

NORMATIVA

Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	IV
Vita di riferimento	100 anni
Spettro di risposta	Stato limite ultimo
Probabilita' di superamento periodo di riferimento	10
Tempo di ritorno del sisma	949 anni
Localita'	Parma - (PR)
ag/g	0.182
F0	2.45
Tc	0.29
Categoria del suolo	C
Coeff.moltiplicativo sisma	1.1
Fattore topografico	1

DATI SPETTRO

Eccentricita' accidentale	5%
Periodo proprio T1	0.1734 [C1 = 0.05 H = 5.25]
λ	1
Fattore q di struttura	qor=1.5
Duttilita'	Bassa Duttilita'
Sd (T1)	0.468 g
Coeff.globale accelerazione sismica	0.468

- **Sezioni utilizzate nel modello strutturale**

SEZIONI RETTANGOLARI

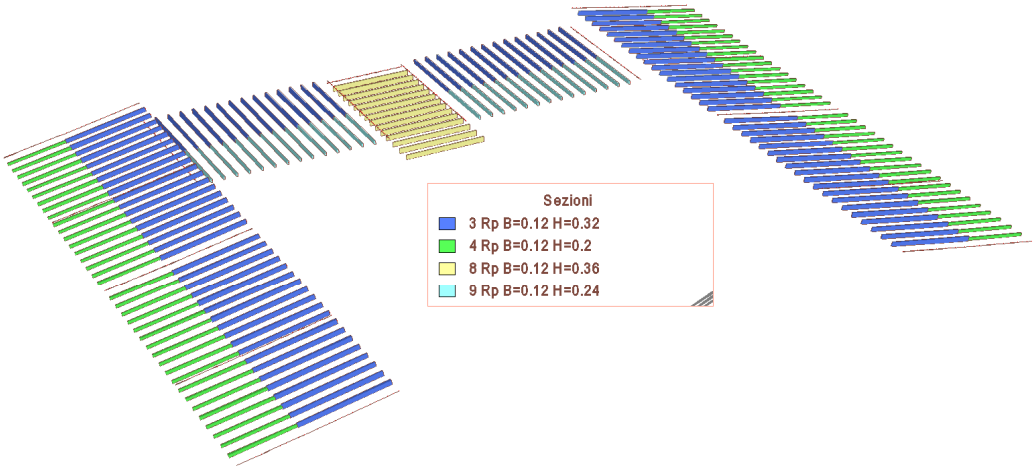
Codice	Base	H
3	0.120	0.320
4	0.120	0.200
7	0.120	0.320
8	0.120	0.360
9	0.120	0.240

SEZIONI CIRCOLARI PIENE

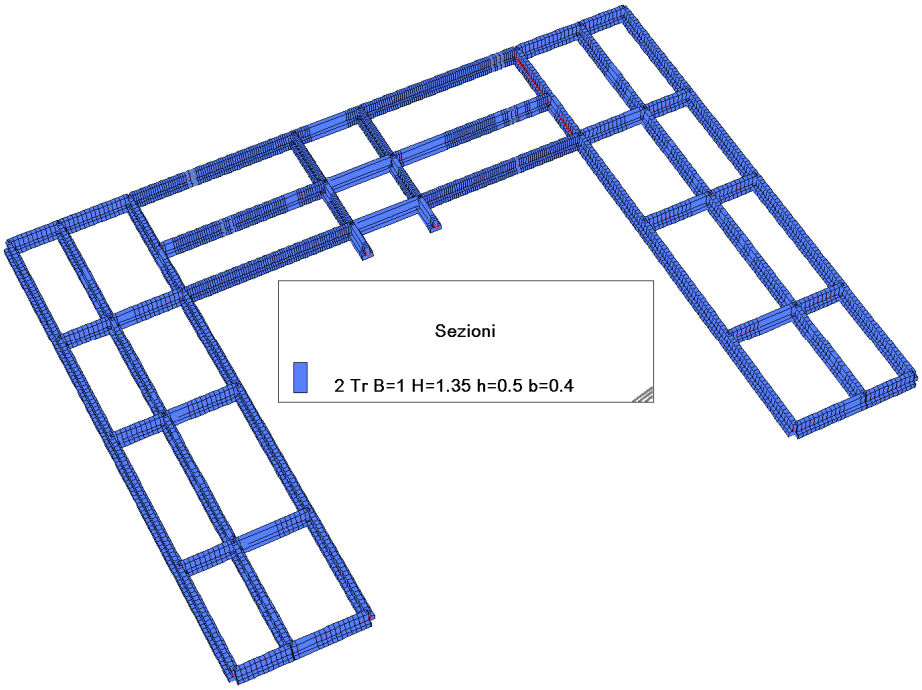
Codice	Diametro
1	0.010
5	0.010

SEZIONI A T

Codice	B	H	h	b
2	1.000	1.350	0.500	0.400
6	1.000	1.350	0.500	0.400

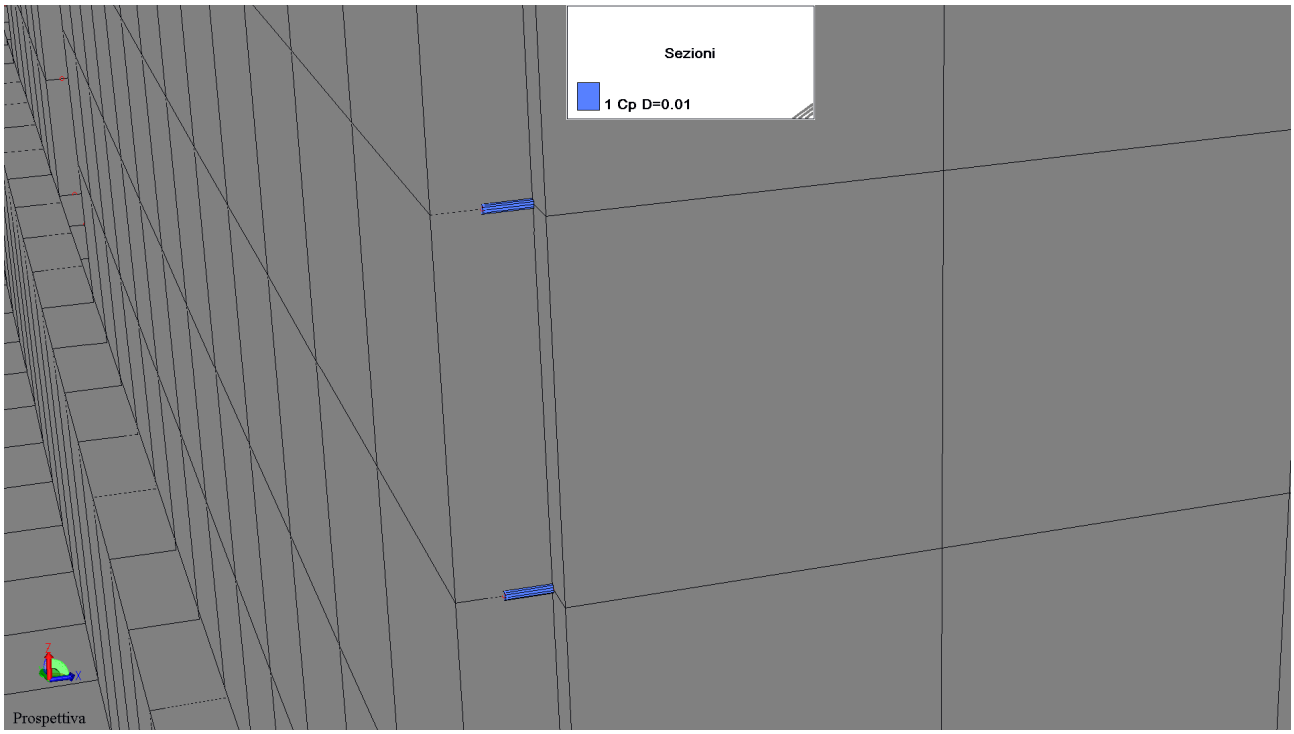


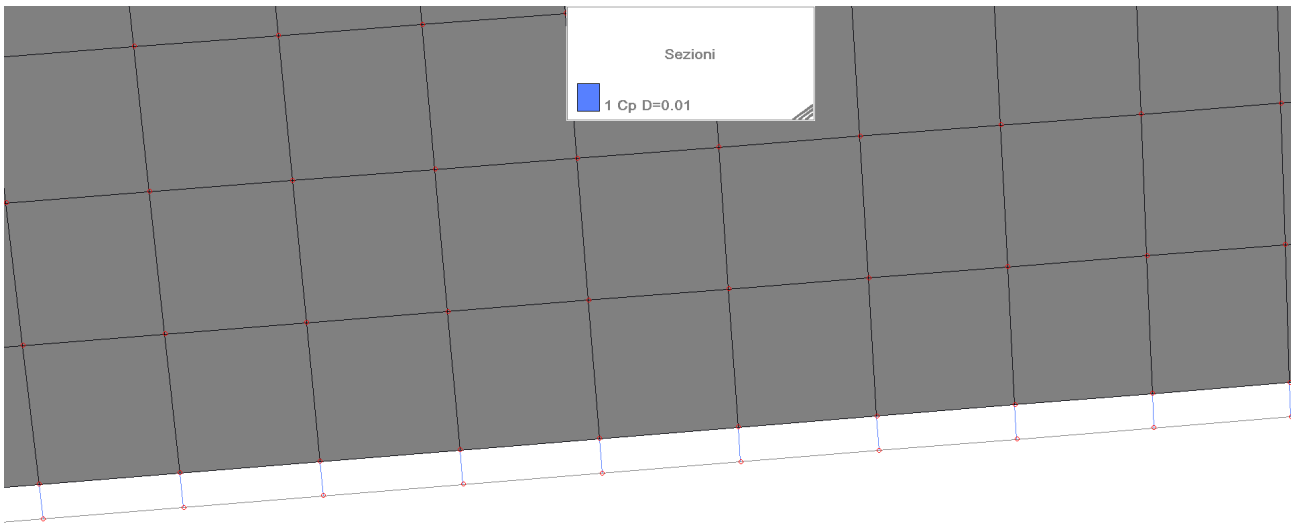
Prospettiva



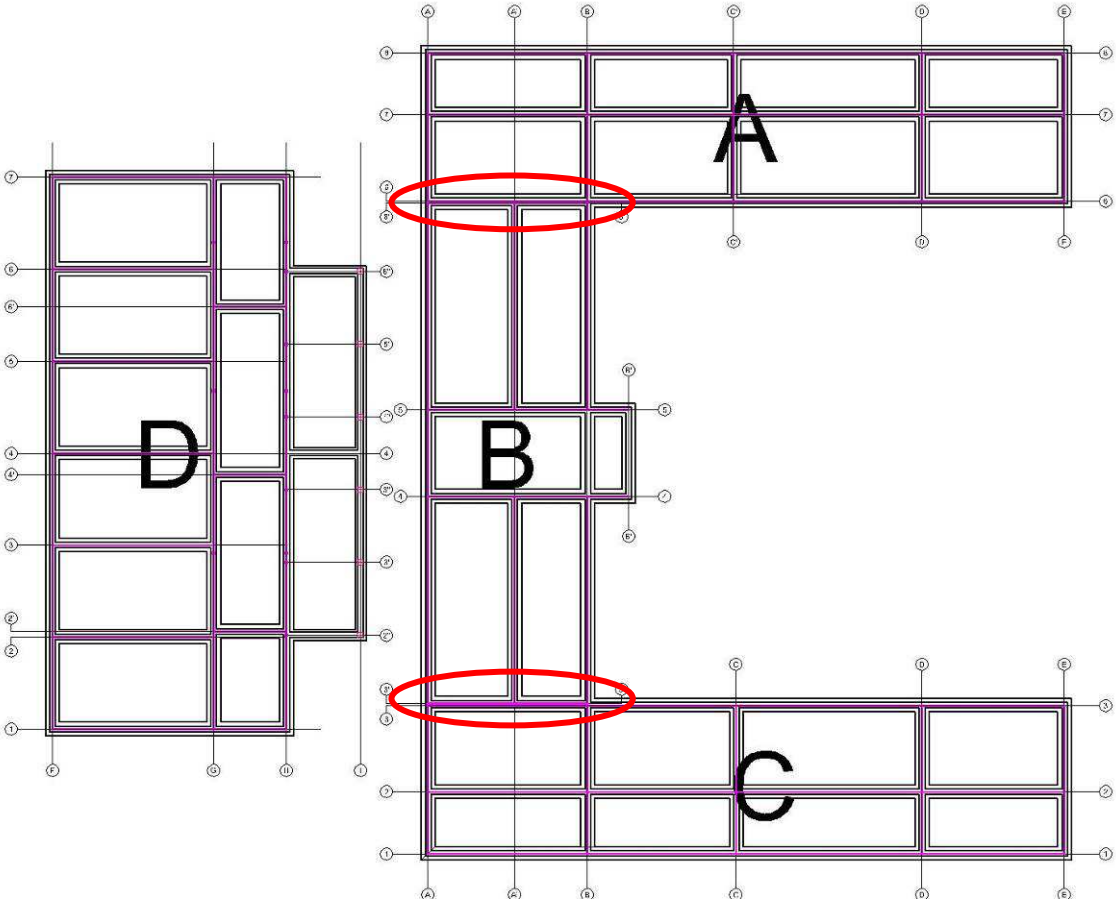
Prospettiva

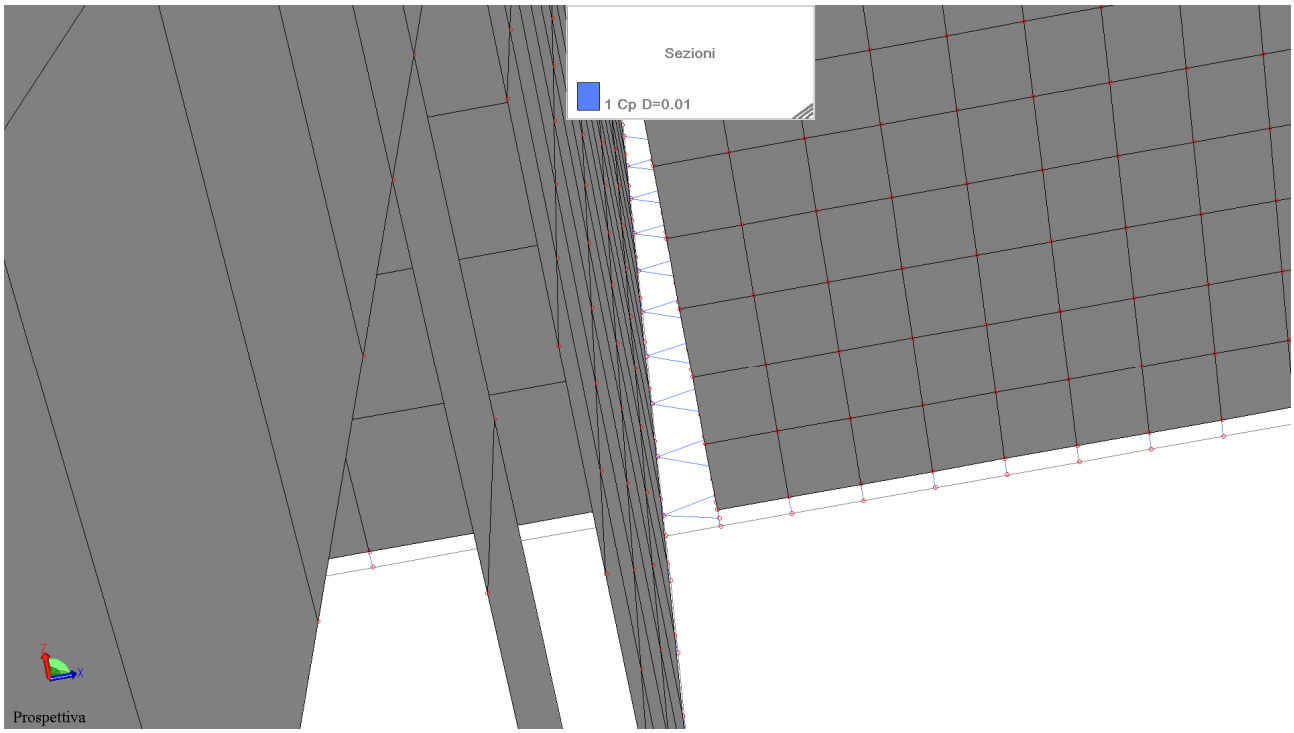
Gli elementi caratterizzati da sezione circolare piena sono gli elementi utilizzati per simulare il comportamento delle connessioni tra pannelli e pannelli e tra pannelli e fondazione come si può notare dalla figura di seguito riportata:



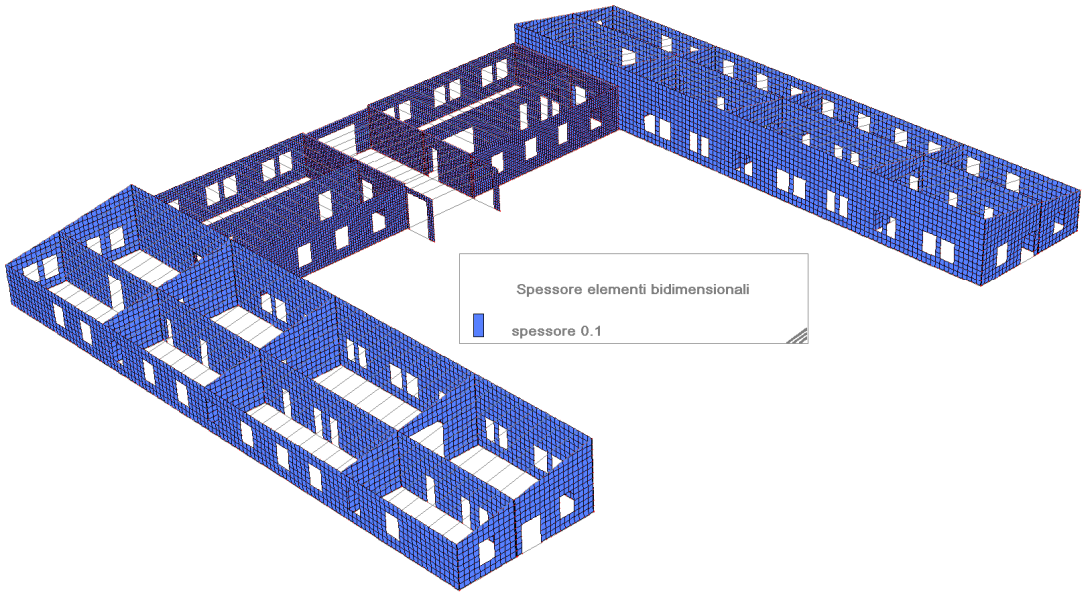


E’ opportuno specificare che nella zona comune di fondazione ossia ove sulla fondazione poggiano due pareti xlam si sono introdotti link rigidi in modo che i carichi delle pareti confluiscano sull’unica fondazione:





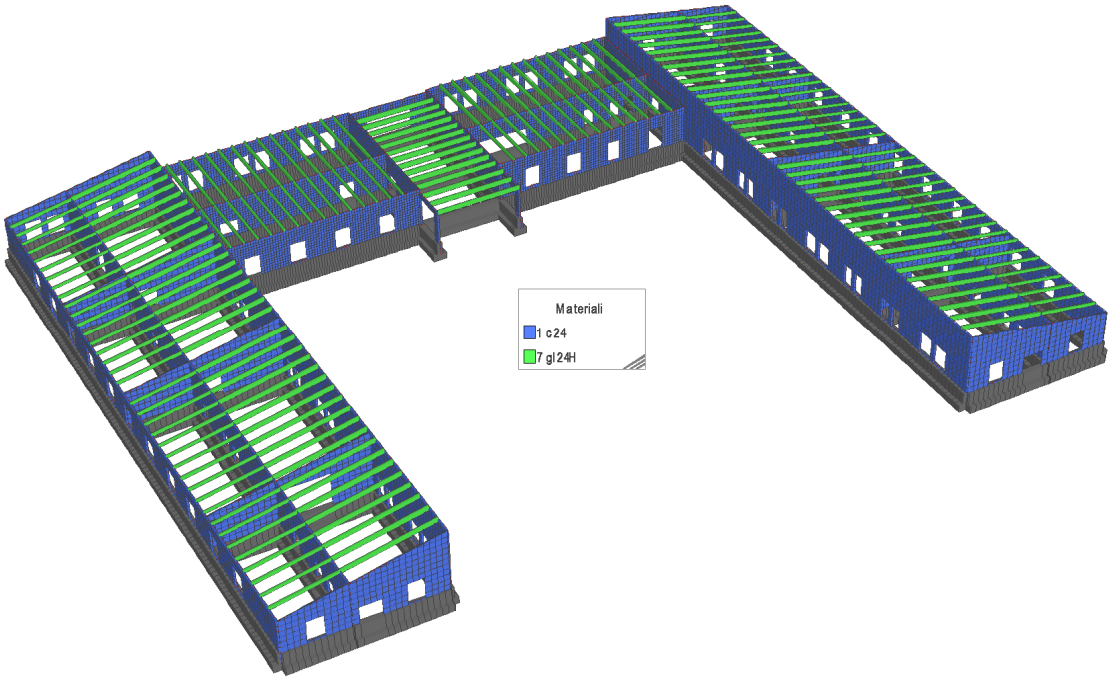
Gli elementi in xlam sono caratterizzati da uno spessore pari a 10cm come si può evincere dall'immagine sotto riportata:



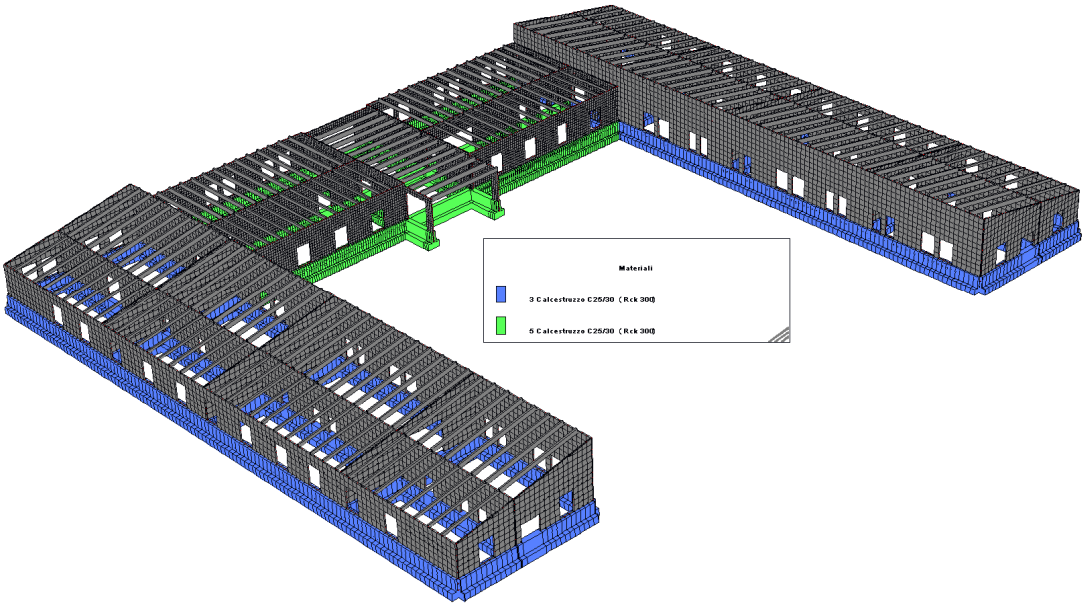
Prospettiva

- **Lista Materiali Utilizzati**

Codice	Descrizione	Mod. elast.	Coef. Poisson	Peso unit.	Dil. term.	Aliq. inerz.	Rigid. taglio	Rigid. fless.
1	c24	+1.10e+007	0.370	4.20000	+3.00e-006	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
2	Acciaio	+2.06e+008	0.300	77.00850	+1.20e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
3	Calcestruzzo C25/30 (Rck 300)	+3.15e+007	0.120	24.52500	+1.00e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
4	Acciaio	+2.06e+008	0.300	77.00850	+1.20e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
5	Calcestruzzo C25/30 (Rck 300)	+3.15e+007	0.120	24.52500	+1.00e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
6	Infinitamente rigido	+2.06e+011	0.300	77.00850	+1.20e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
7	gl24H	+1.15e+007	0.370	4.20000	+3.00e-006	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000

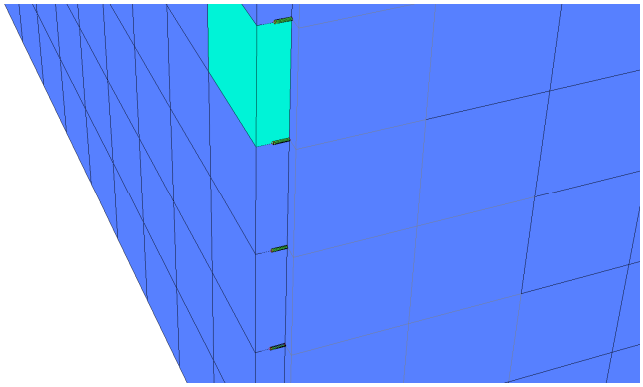


Prospettiva

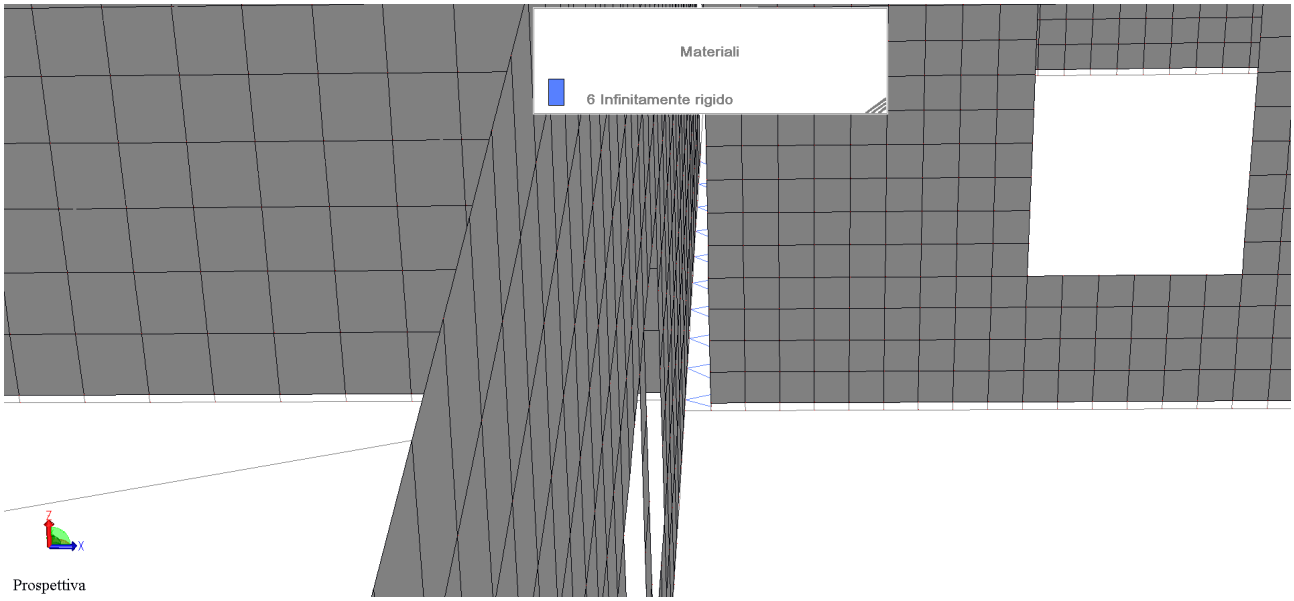


Prospettiva

Si possono notare gli elementi in acciaio che simulano la connessione tra gli elementi.



Come descritto in precedenza nella zona comune di fondazione ossia ove sulla fondazione poggiano due pareti xlam si sono introdotti link rigidi in modo che i carichi delle pareti confluiscano sull'unica fondazione presente. In particolare per modellare i link infinitamente rigidi si è utilizzato un materiale fittizio nominato appunto infinitamente rigido caratterizzato da rigidezza di due ordini superiore rispetto a quella degli altri elementi presenti nella modellazione e da densità nulla.



- **Gruppi della struttura**

ELEMENTO FINITO: TRAVE

Numero gruppo	Descrizione gruppo	
1	Connessioni	
2	Travi tetto	
3	connessioni fondazione	
4	004	
5	005	
6	006	
7	Connessioni	
8	Connessione con fondazione	
9	Travi tetto	
10	Travi tetto 2	
11	Travi tetto 3	
12	link rigidi	

ELEMENTO FINITO: PIASTRA

Numero gruppo	Descrizione gruppo	
1	XLAM	
2	002	
3	003	
4	004	
5	005	
6	006	
7	Parete 1	
8	251	
9	252	

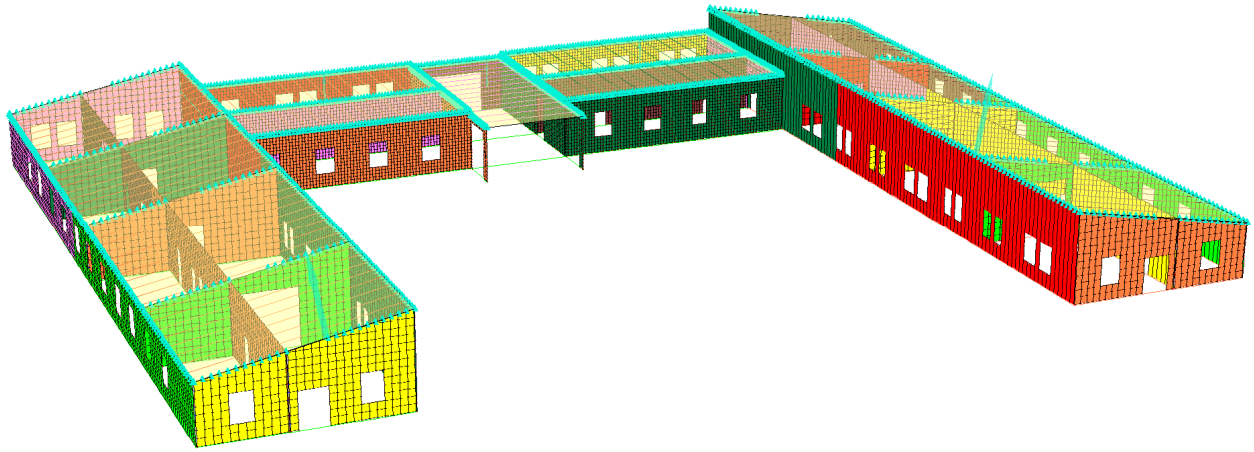
Numero gruppo	Descrizione gruppo	
10	253	
11	254	
12	012	
13	013	
14	014	
15	015	
16	016	
17	017	
18	018	
19	019	
20	020	
21	021	
22	022	
23	Parete 1	
24	Parete 2	
25	Parete 3	
26	Parete 4	
27	Parete 5	
28	Parete 6	
29	Parete 7	
30	Parete 8	
31	Parete 9	
32	Parete 10	
33	Parete 11	

ELEMENTO FINITO: TRAVE DI FONDAZIONE

Numero gruppo	Descrizione gruppo	
1	fondazione	
2	002	

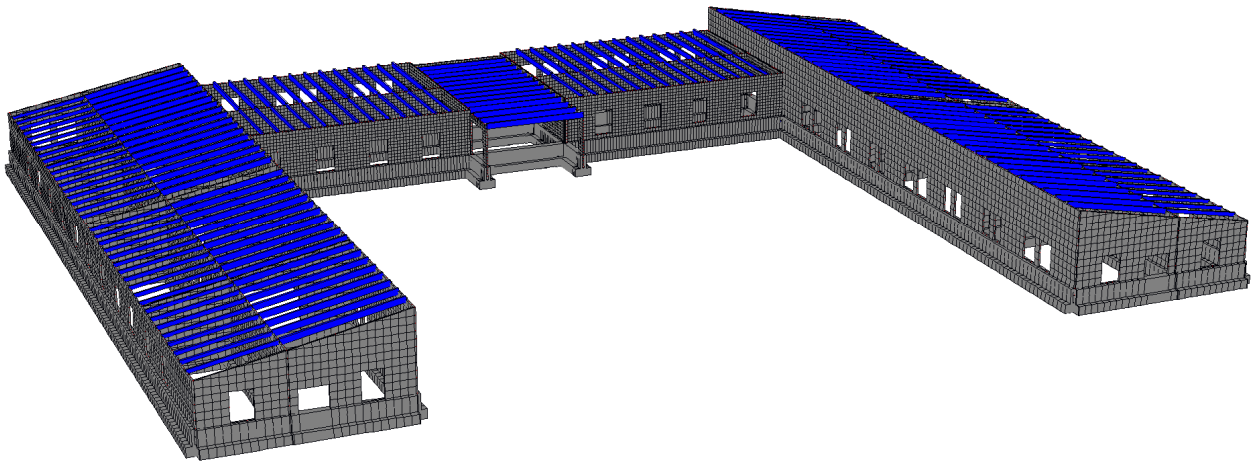
- **Relazioni / Piani rigidi**

Il modello come descritto e dimostrato all'interno dell arelazione di calcolo è caratterizzato dalla presenza di solai infinitamente rigidi, in particolare dunque le relazioni introdotte all'interno del modello sono le seguenti:



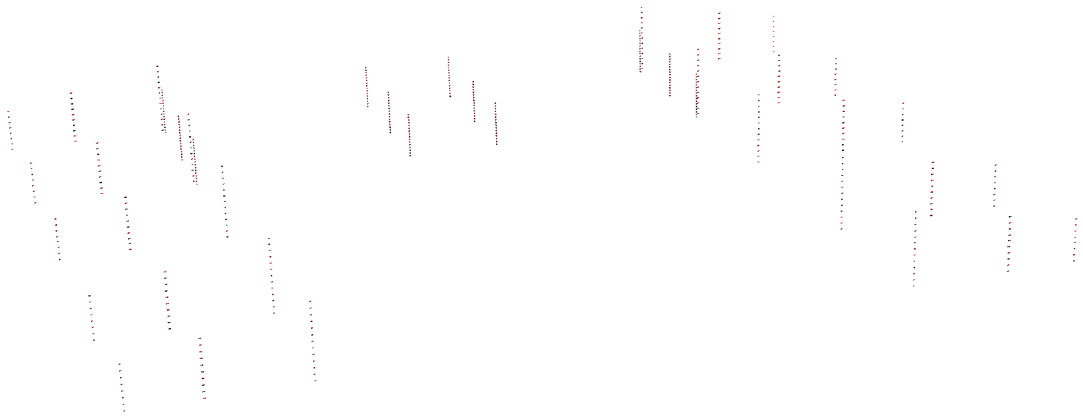
Prospettiva

- **Vincoli adottati nel modello strutturale – elementi travi e travetti**



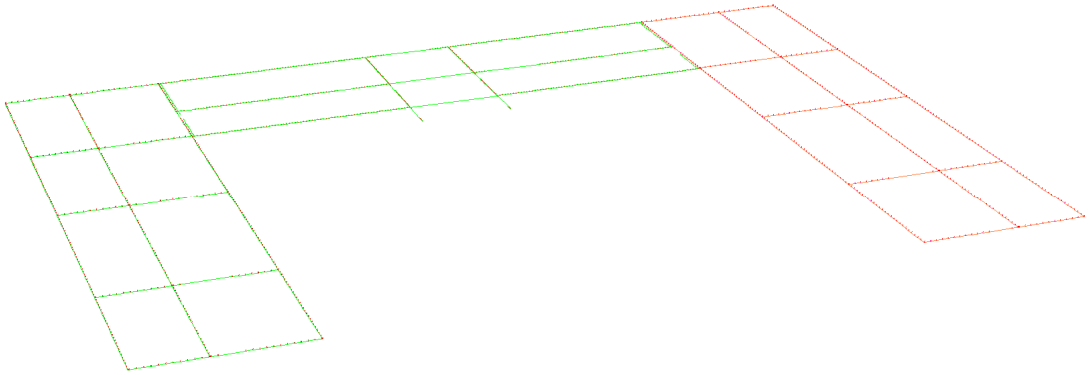
Prospettiva

Svincoli nodo travi (nodo i e nodo j) (cerniera-cerniera)



Prospettiva

Svincoli collegamenti orizzontali tra i pannelli verticali cerniera-incastro



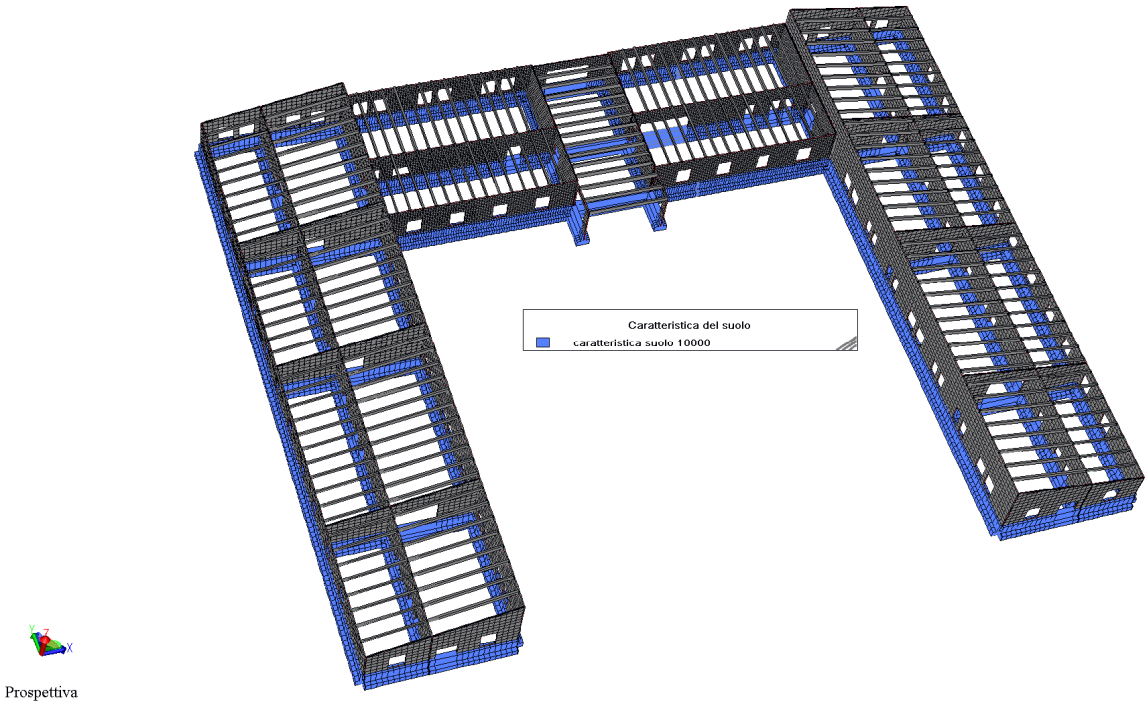
Prospettiva

Svincoli collegamenti orizzontali tra i pannelli verticali e le fondazioni cerniera-incastro

I collegamenti tra i diversi pannelli sono stati schematizzati mediante l'inserimento di opportune travi caratterizzate dal vincolo incastro cerniera come descritto appena sopra. Stesso vincolamento è stato adottato per le connessioni tra i pannelli e le fondazioni.

I link rigidi inseriti per portare i carichi delle due pareti sulla fondazione comune si è scelto di adottare per i link rigidi un vincolamento del tipo incastro-incastro.

Le fondazioni sono schematizzate secondo l'approccio di suolo elastico alla winkler. Come indicato all'interno della relazione geotecnica a cui si rimanda per completezza è stato adottato un kW = 1kg/cm^3



- **Carichi appplicati al modello di calcolo**

CARICHI PER ELEMENTI TRAVE, TRAVE DI FONDAZIONE E RETICOLARE

Carico distribuito con riferimento globale V, agente sulla lunghezza reale

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist.iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Tetto permanente portato	3	Condizione 3	Permanente: Permanente portato	0.800000	0.000	0.800000	0.000	1.0000	1.0000
Neve	4	Condizione 4	Variabile: Neve	1.200000	0.000	1.200000	0.000	0.0000	0.0000

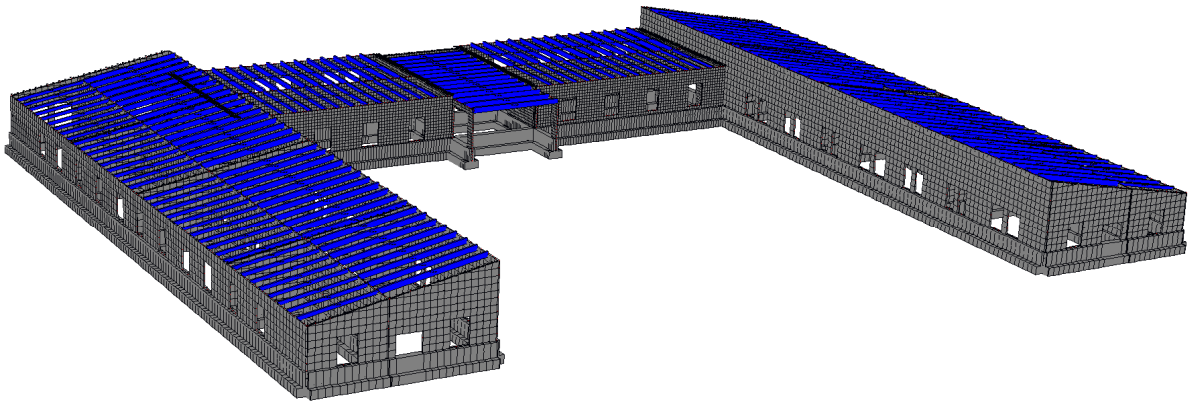
CARICHI PER ELEMENTI BIDIMENSIONALI

Carico di superficie nella direzione globale X, agente sulla superficie reale

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.dinamica	Aliq.inerz.SLD
Vento pressione +X	1	Condizione 1	Variabile: Vento	0.552000	0.0000	0.0000
Vento depressione +X	2	Condizione 1	Variabile: Vento	0.276000	0.0000	0.0000
Vento pressione -X	5	Condizione 2	Variabile: Vento	-0.552000	0.0000	0.0000
Vento depressione -X	6	Condizione 2	Variabile: Vento	-0.276000	0.0000	0.0000

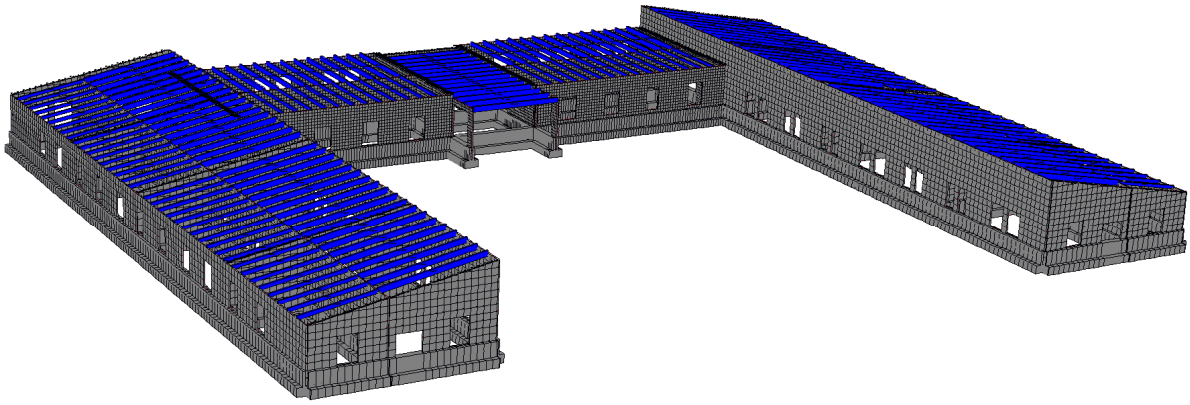
Carico di superficie nella direzione globale Y, agente sulla superficie reale

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.dinamica	Aliq.inerz.SLD
Vento pressione +Y	7	Condizione 5	Variabile: Vento	0.552000	0.0000	0.0000
Vento depressione +Y	8	Condizione 5	Variabile: Vento	0.276000	0.0000	0.0000
Vento pressione -Y	9	Condizione 6	Variabile: Vento	-0.552000	0.0000	0.0000
Vento depressione -Y	10	Condizione 6	Variabile: Vento	-0.276000	0.0000	0.0000



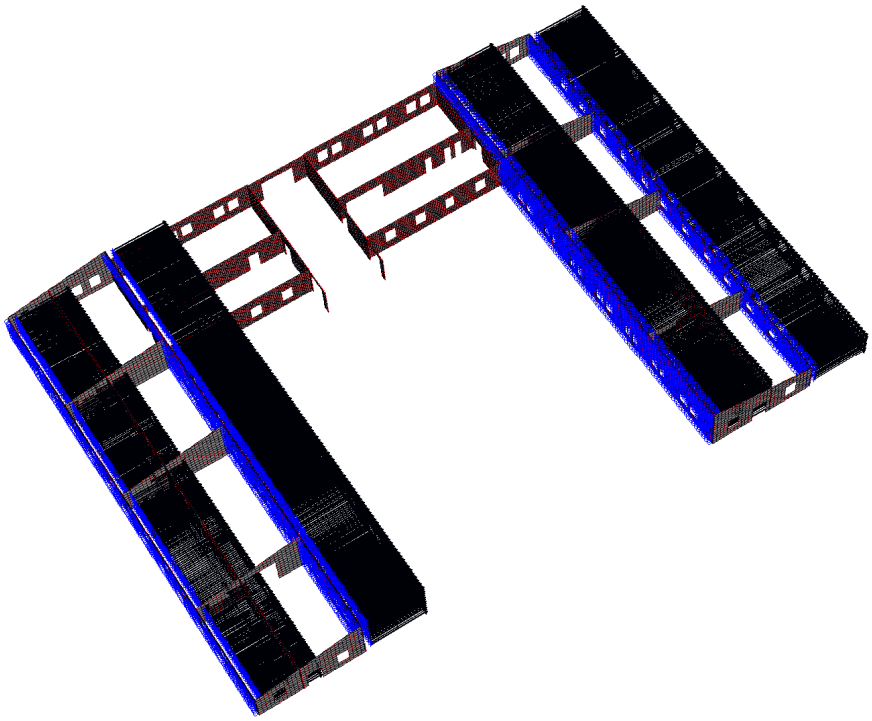
Prospettiva

Carico tetto pemanente portato



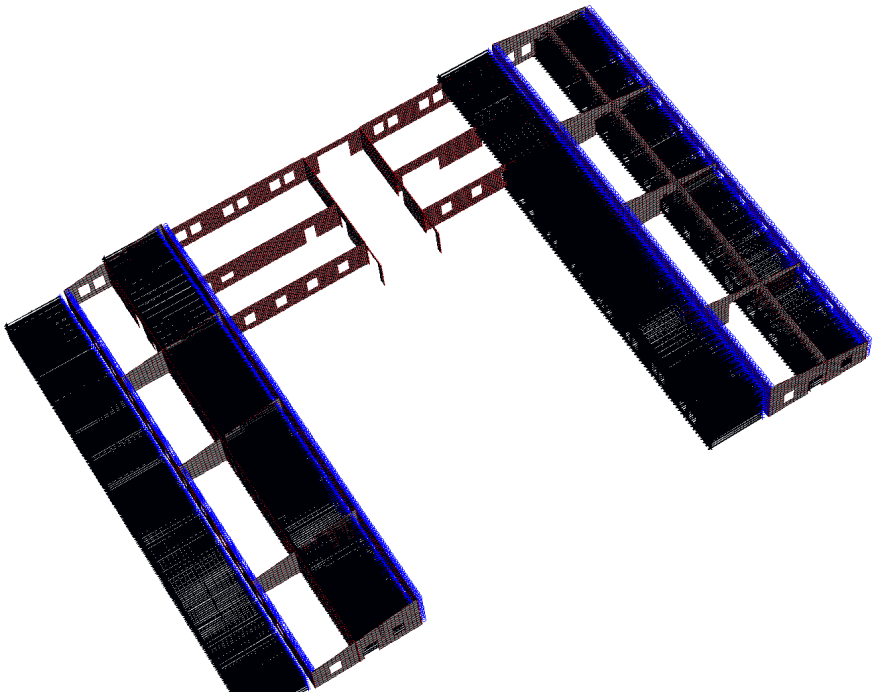
Prospettiva

Carico neve



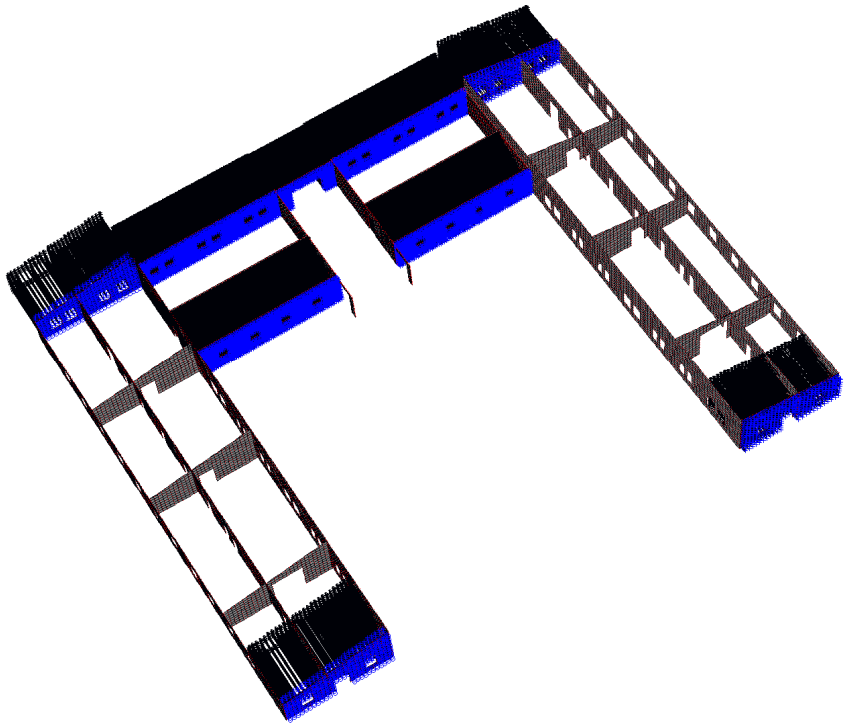
Prospettiva

Vento direzione +X



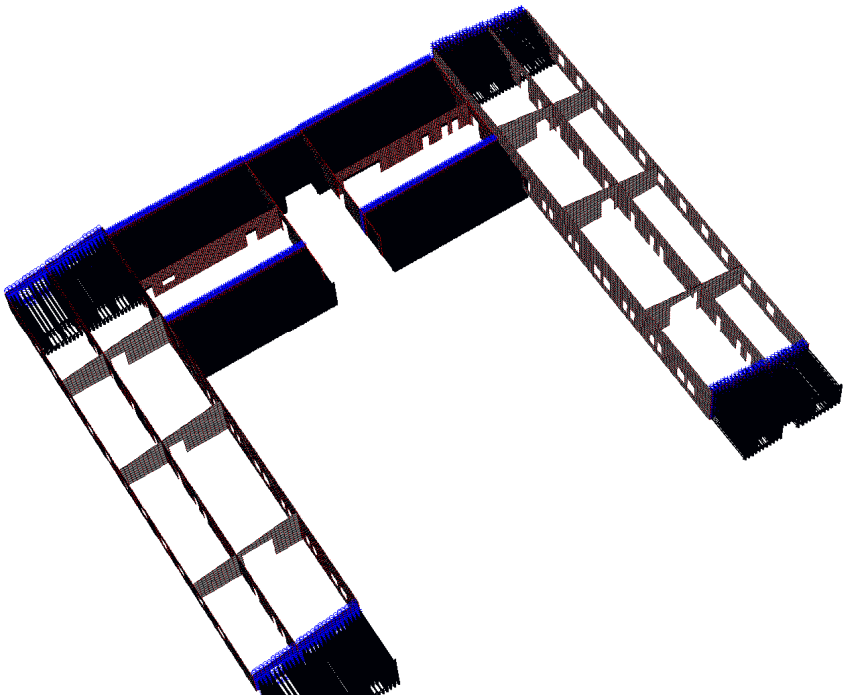
Prospettiva

Vento direzione –X



Prospettiva

Vento drezione+Y



Prospettiva

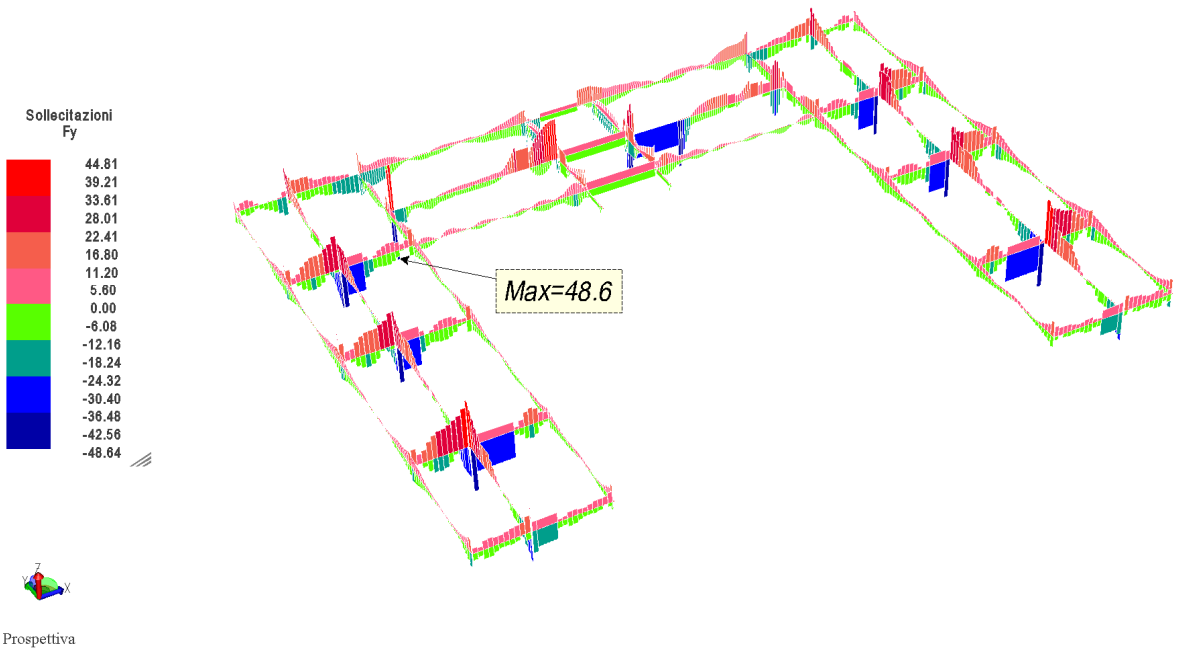
Vento direzione -Y

- **Combinazioni di carico**

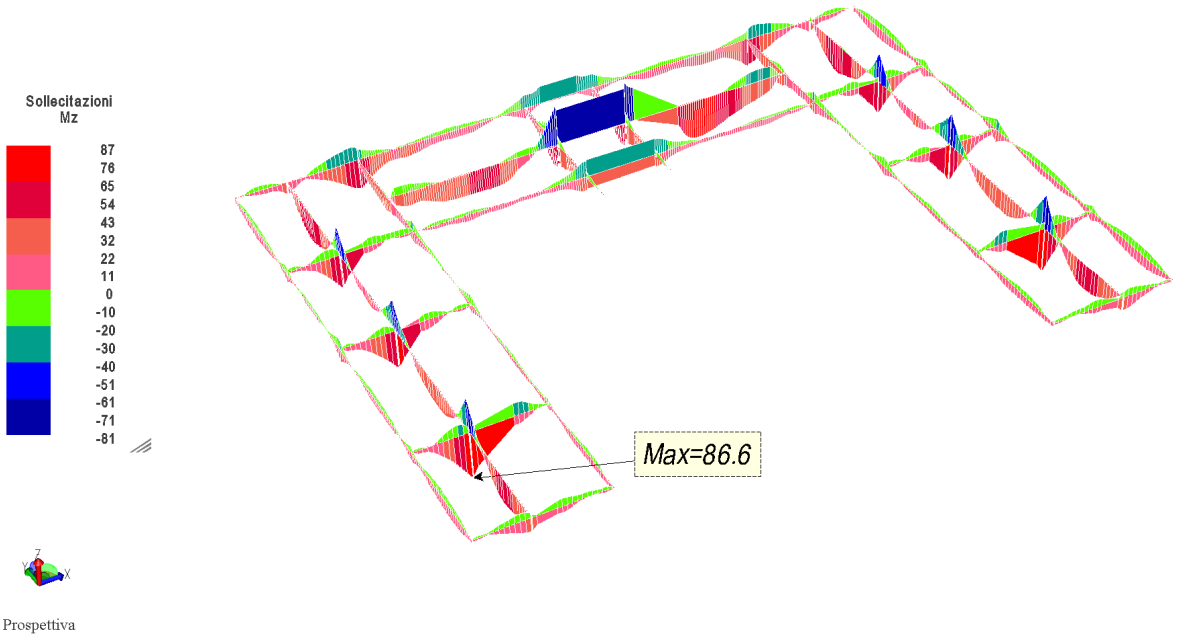
Le combinazioni di carico adottate sono le medesime utilizzate per la verifica degli elementi in elevazione pertanto si rimanda alla relativa relazione di calcolo.

- **Risultati delle analisi e principali sollecitazioni**

Le principali sollecitazioni presenti all'interno delle fondazioni sono le seguenti:



Sollecitazione tagliante (inviluppo SLU, SLV) [kN]



Sollecitazione flettente (inviluppo SLU, SLV)

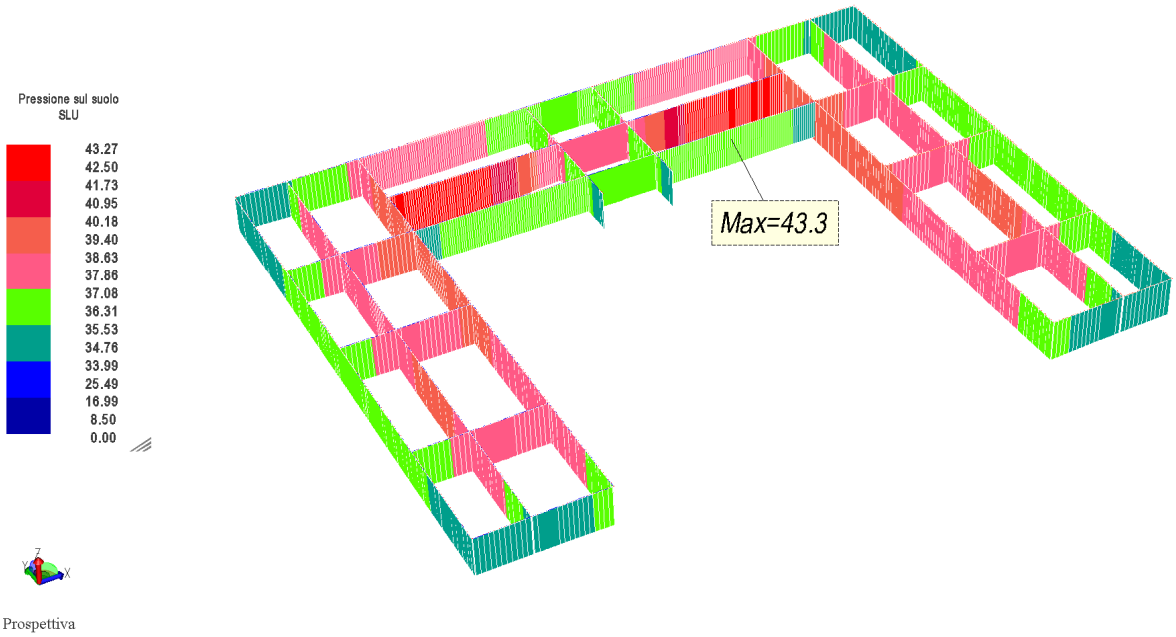
- **Verifiche delle fondazioni lato terreno SLU e SLV**

La capacità porante del terreno per il sito in oggetto desunto dalle prove in situ effettuate è pari a:

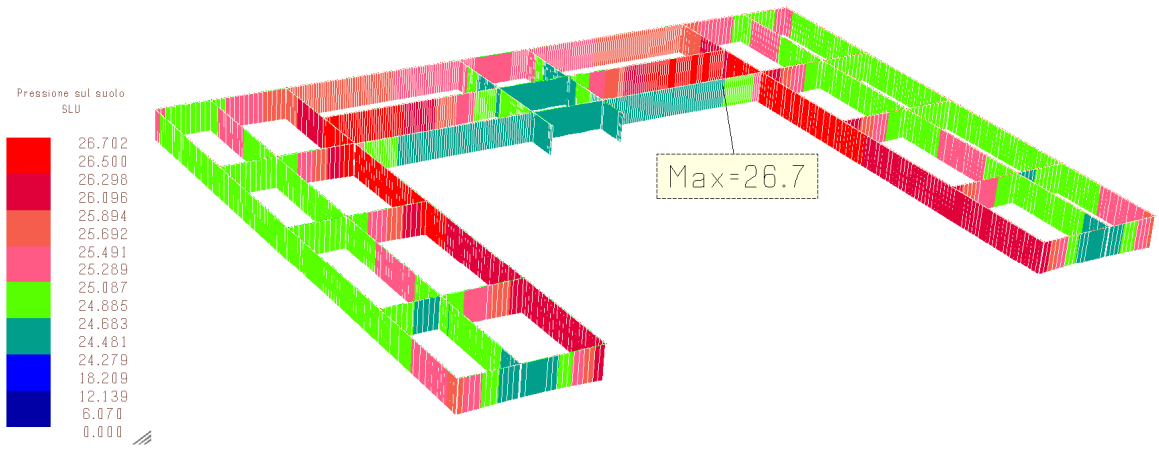
B [m]	condizione	q_{lim} [kPa]	$q_{lim,d}$ [kPa]	$R_{,d}$ [kN/m] B=1.00m
1.0	STATICA	610	**265**	**265**
	SISMICA	588	**255**	**255**

Per una analisi dettagliata del calcolo della capacità portante del terreno si rimanda a quanto contenuto all'interno della relazione geotecnica.

Tale valore limite si confronta con la pressione per lo SLU e per lo SLV di seguito riportate:



Pressioni sul terreno SLU [kN/m^2]

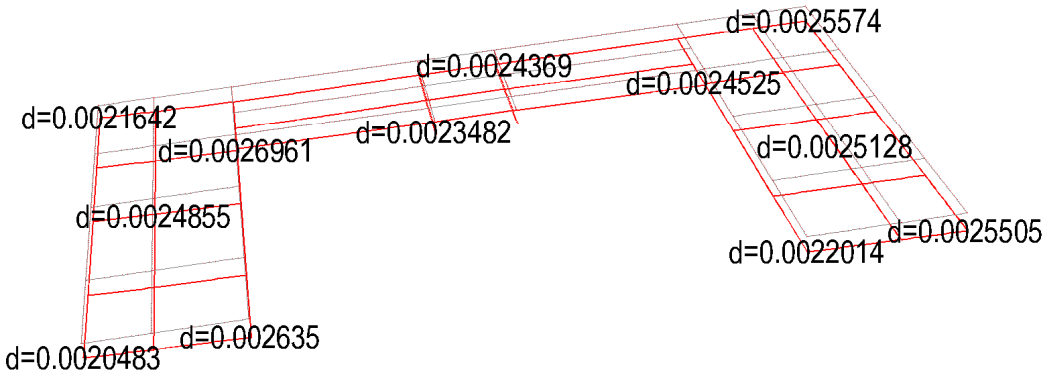


Pressioni sul terreno SLV [kN/m^2]

Le pressioni sul terreno risultano inferiori rispetto alla capacità porante limite pertanto la verifica si ritiene soddisfatta. Per quanto riguarda i cedimenti si rimanda a quanto contenuto all'interno della relazione geotecnica.

- **Verifiche delle fondazioni lato terreno – deformazione allo SLE**

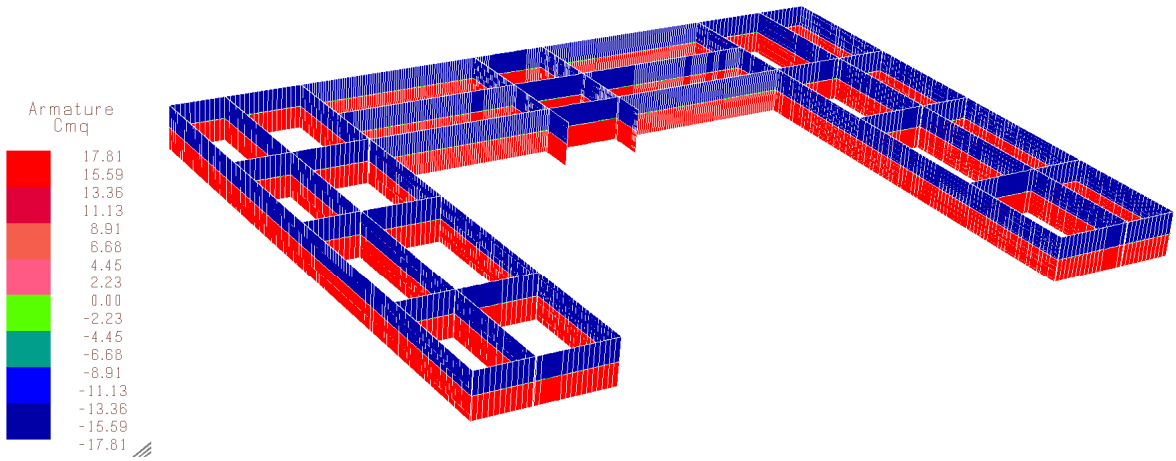
Si valutano di seguito i cedimenti per la combinazione sismica allo SLE:



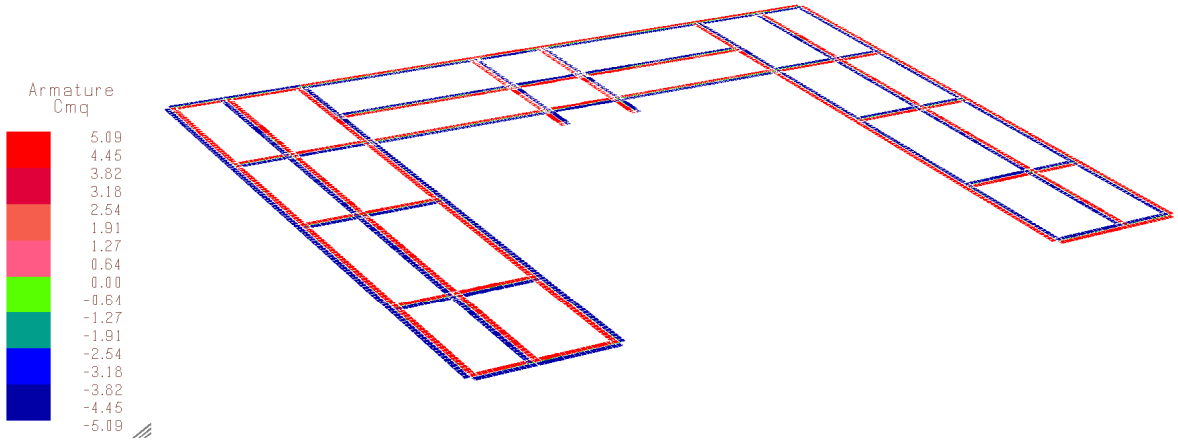
Vista dei cedimenti [m]

- **Verifiche delle fondazioni lato struttura**

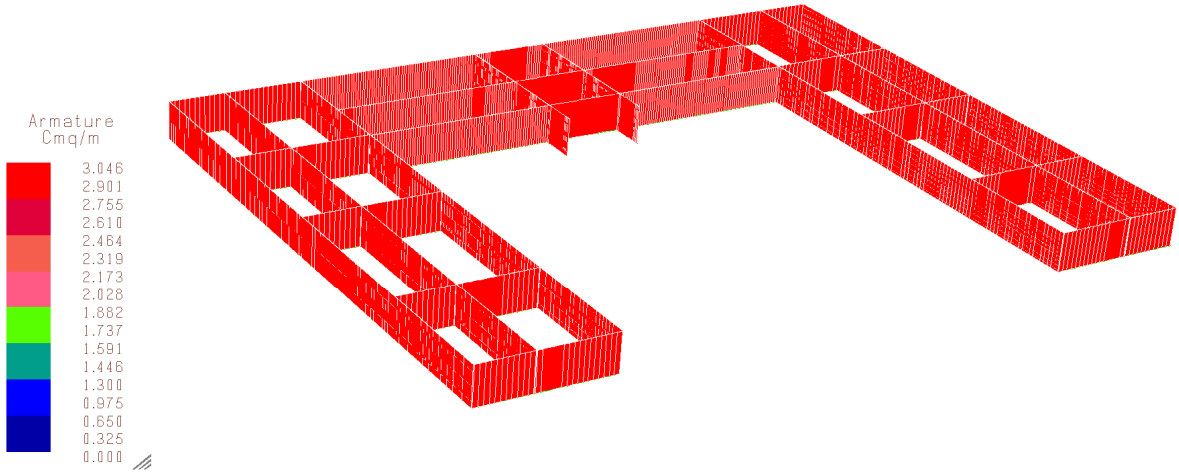
L'armatura necessaria affinchè le verifiche siano soddisfatte è pari a (armatura base diametro 18mm):



Armatura inferiore/superiore [cm^2]



Armatura anteriore/posteriore [cm^2]



Armatura trasversale [cm^2/m]

Tutte le verifche risultano soddisfatte.

- **Giudizio motivato di accettabilità dei risultati**

A supporto delle analisi svolte si è controllata l'azione tagliante utilizzata dal software di calcolo per l'analisii sismica. Il software indica i seguenti valori dell'azione tagliatne:

```
*** Piano rigido alla quota: 0.000
 FX(Tot)   FY(Tot)
  698       698
```

Tale valore risulta essere come descritto all'interno della relazione di calcolo dato dalla massa sismica per l'accelerazione di riferimento. In particolare la massa sismica è la seguente:

Peso proprio degli elementi ricavato dal computo dei materiali:

Materiale	Cod. mater.	Volume	Peso
Legno	1	+2.238e+002	+8.339e+002

Il peso sismico dei solai è pari a 0.8kN/m^2 e considerando le estensioni delle coperture dei tre corpi si ottiene:

Corpo A: 500m^2

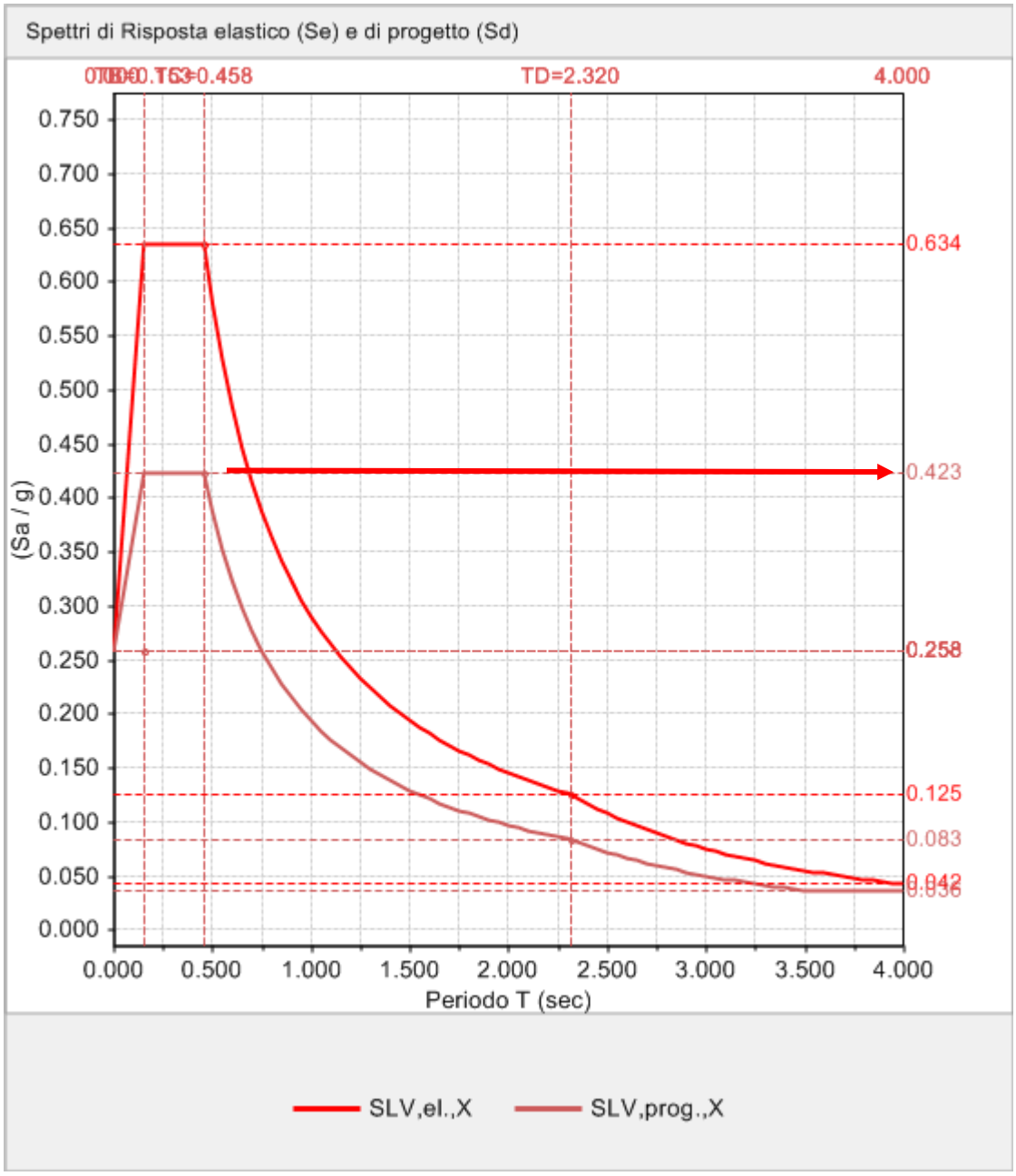
Corpo B: 440m^2

Corpo C: 500m^2

Totale: 1440m^2*0.8=1152kN

Peso sismico totale: 1152+833.9=1985.9kN → 202436kg

Considerando ora la forza sismica in corrispondenza del plateau nello spettro di progetto:



F=m*a=202436*0.423=85630kgf → 856kN

Pertanto il taglio così calcolato è in accordo con quelllo calcolato dal software di calcolo.

1.6 MODELLAZIONE ANALISI E VERIFICHE CORPI D E PENSILINA

Come descritto in precedenza le fondazioni dei corpi D e Pensilina costituiscono un'unica struttura fondale, pertanto il modello di calcolo costruito è comprensivo di tutti e due i corpi in elevazione e della struttura fondale. In particolare tale modello è stato ottenuto unendo tra loro i modelli costruiti per l'analisi delle strutture in elevazione. Si riportano di seguito le descrizioni degli elementi peculiari del modello così realizzato rimandando alla relazione di calcolo delle strutture in elevazione per tutto quanto non specificatamente descritto. Prima di procedere con la descrizione del modello e relativi risultati ottenuti si chiarisce che poiché si sono uniti due modelli di calcolo caratterizzaati da diversi fattori di struttura; 2 per la struttura in Xlam ed 1 per la pensilina metallica si è scelto di dimensionare, ponendoci a favore di sicurezza la struttura fondale adottando il fattore di struttura inferiore pari ad 1.

- **Informazioni e caratteristiche di progetto**

In accordo con il valore di sovraresistenza è stato amplificato il sisma con un coefficiente pari ad 1,1.

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	**fondazioni d**
Intestazione del lavoro	
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica sismica equivalente
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	kN
Unita' di misura delle lunghezze	m
Normativa	NTC/2008

NORMATIVA

Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	IV
Vita di riferimento	100 anni
Spettro di risposta	Stato limite ultimo
Probabilita' di superamento periodo di riferimento	10
Tempo di ritorno del sisma	949 anni
Localita'	Parma - (PR)
ag/g	0.182
F0	2.45
Tc	0.29
Categoria del suolo	C
Coeff.moltiplicativo sisma	1.1
Fattore topografico	1

DATI SPETTRO

Eccentricita' accidentale	5%
Periodo proprio T1	0.2024 [C1 = 0.05 H = 6.45129]
λ	1
Fattore q di struttura	qor=1
Duttilita'	Bassa Duttilita'
Sd (T1)	0.703 g
Coeff.globale accelerazione sismica	0.703

- **Sezioni utilizzate nel modello strutturale**

SEZIONI RETTANGOLARI

Codice	Base	H
3	0.120	0.320
7	0.200	0.400

SEZIONE RETTANGOLARE CAVA

Codice	B	H	s	t
6	0.080	0.160	0.004	0.003

SEZIONE CIRCOLARE PIENA

Codice	Diametro
1	0.010

SEZIONE CIRCOLARE CAVA

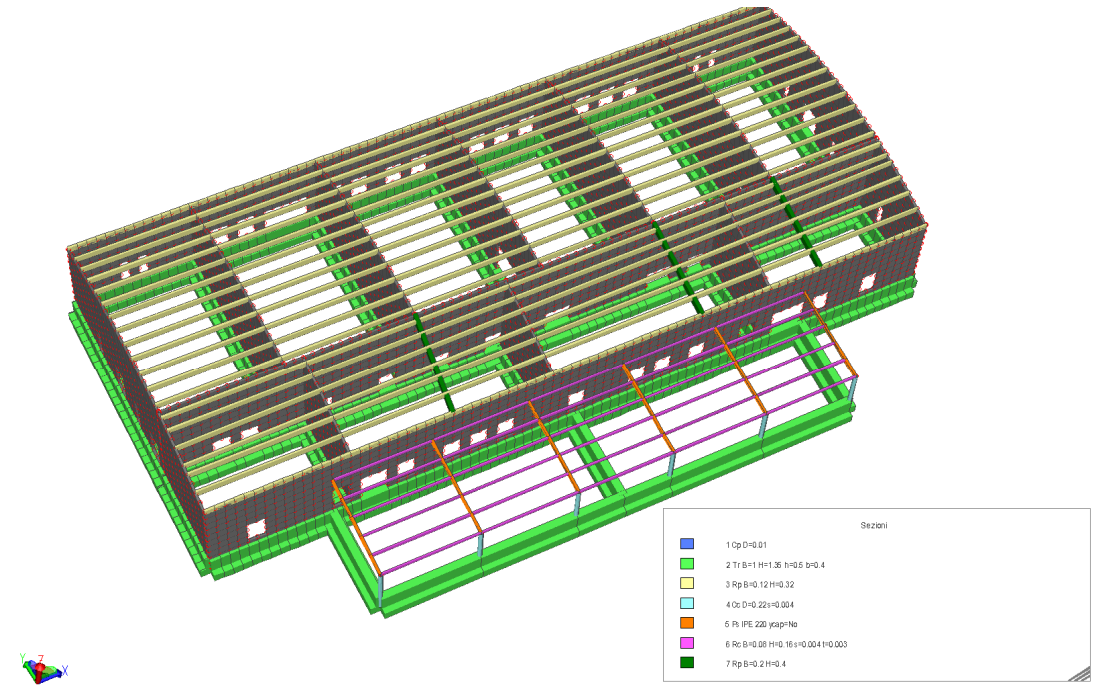
Codice	Diametro esterno	Spessore
4	0.220	0.004

SEZIONE A T

Codice	B	H	h	b
2	1.000	1.350	0.500	0.400

SEZIONE PROFILO SEMPLICE

Codice	Codice sezione	Asse Y capovolto
5	IPE 220	No

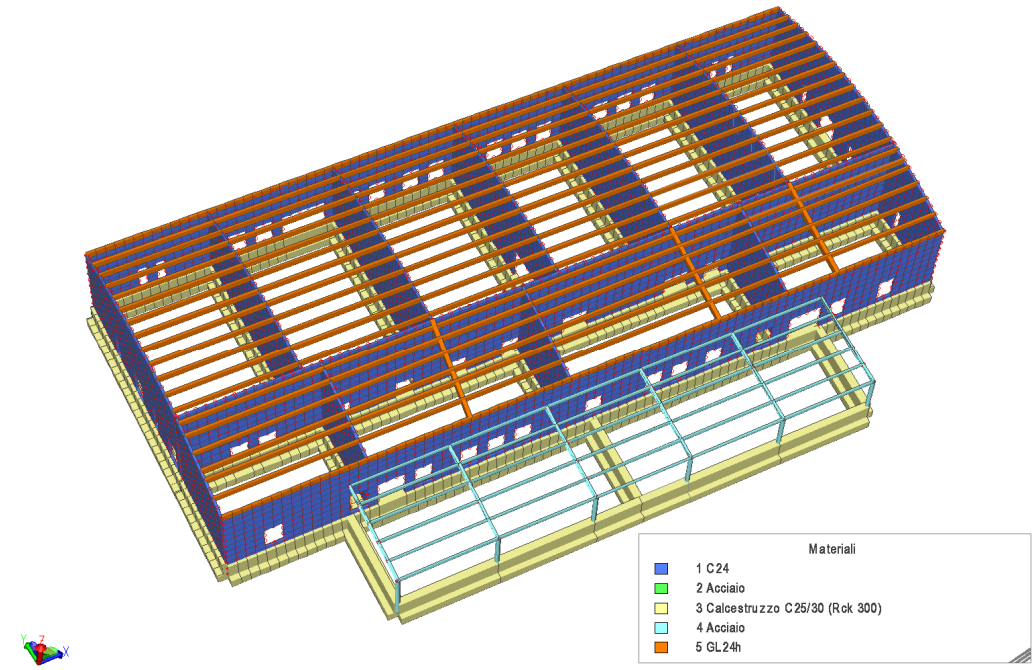


Prospettiva

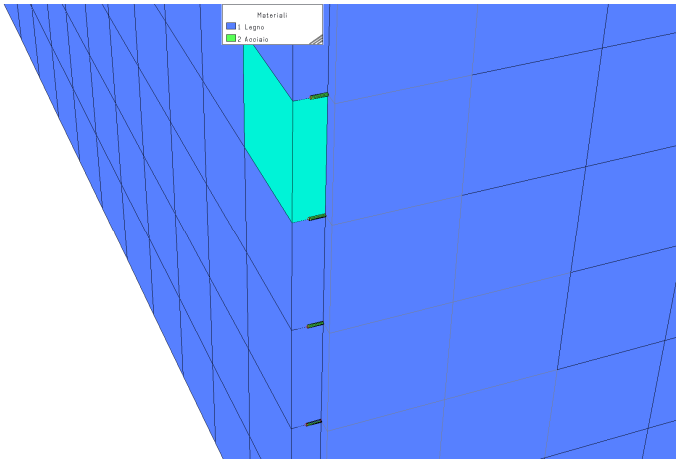
Gli elementi caratterizzati da sezione circolare piena sono gli elementi utilizzati per simulare il comportamento delle connessioni tra pannelli.

- **Lista Materiali Utilizzati**

Codice	Descrizione	Mod. elast.	Coef. Poisson	Peso unit.	Dil. term.	Aliq. inerz.	Rigid. taglio	Rigid. fless.
1	C24	+1.10e+007	0.370	4.20000	+3.00e-006	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
2	Acciaio	+2.06e+008	0.300	77.00850	+1.20e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
3	Calcestruzzo C25/30 (Rck 300)	+3.15e+007	0.120	24.52500	+1.00e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
4	Acciaio	+2.06e+008	0.300	77.00850	+1.20e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
5	GL24h	+1.15e+007	0.370	4.20000	+3.00e-006	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000



Prospettiva



Si possono notare gli elementi in acciaio che simulano la connessione tra gli elementi.

- **Gruppi della struttura**

ELEMENTO FINITO: TRAVE

Numero gruppo	Descrizione gruppo	
1	Connessioni	
2	Travi tetto	
3	005	
4	006	
5	007	
6	008	
7	009	
8	010	
9	011	
10	012	
11	013	

Numero gruppo	Descrizione gruppo	
12	014	
13	connessioni fondazione	
14	colonne	
15	travi	
16	arcarecci	

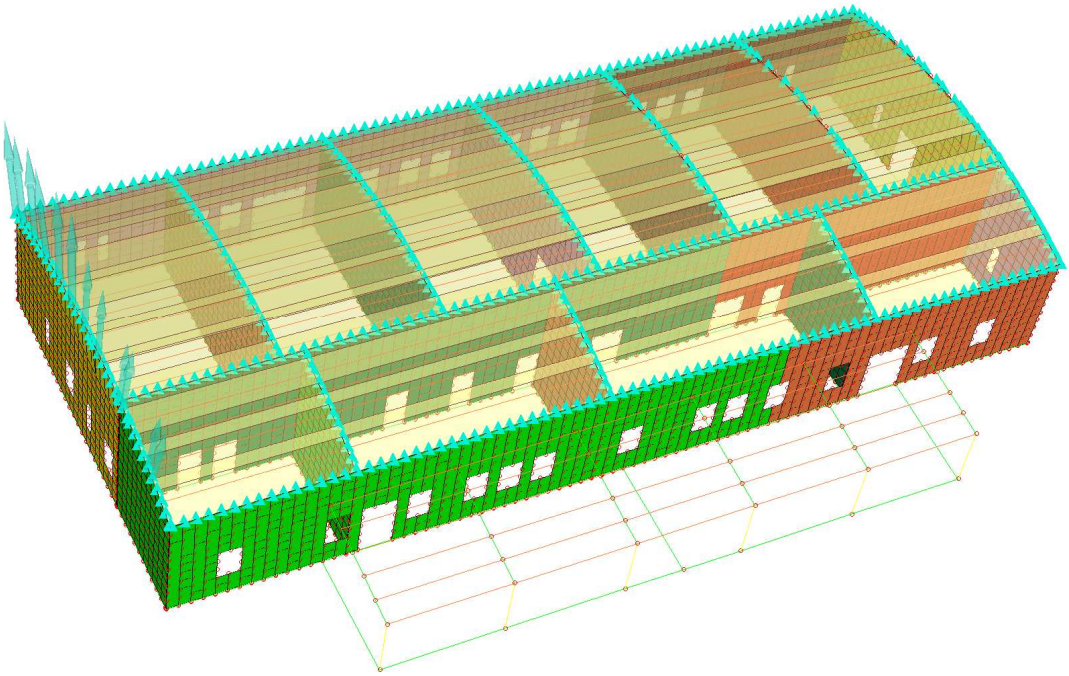
ELEMENTO FINITO: PIASTRA

Numero gruppo	Descrizione gruppo	
1	Parete 1	
2	Parete 2	
3	Parete 3	
4	Parete 4	
5	Parete 5	
6	Parete 6	
7	Parete 7	
8	Parete 8	
9	012	
10	013	
11	014	
12	015	
13	016	
14	017	
15	018	
16	019	
17	020	
18	021	

ELEMENTO FINITO: TRAVE DI FONDAZIONE

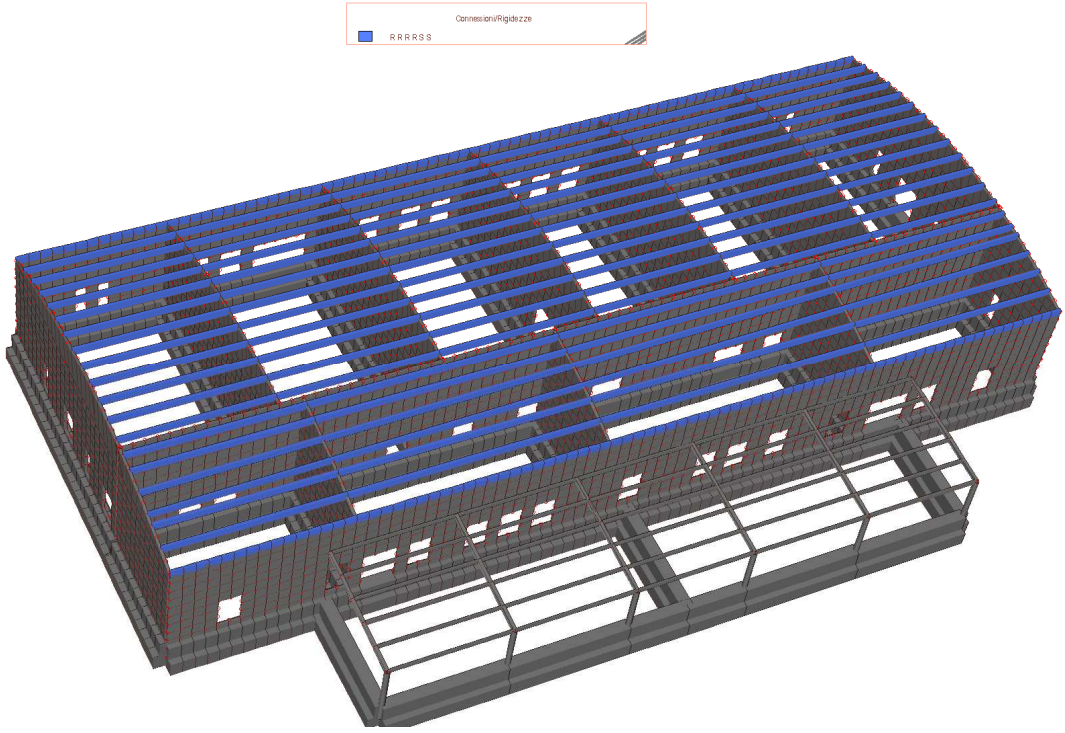
Numero gruppo	Descrizione gruppo	
1	fondazioni	

- **Relazioni / Piani rigidi**



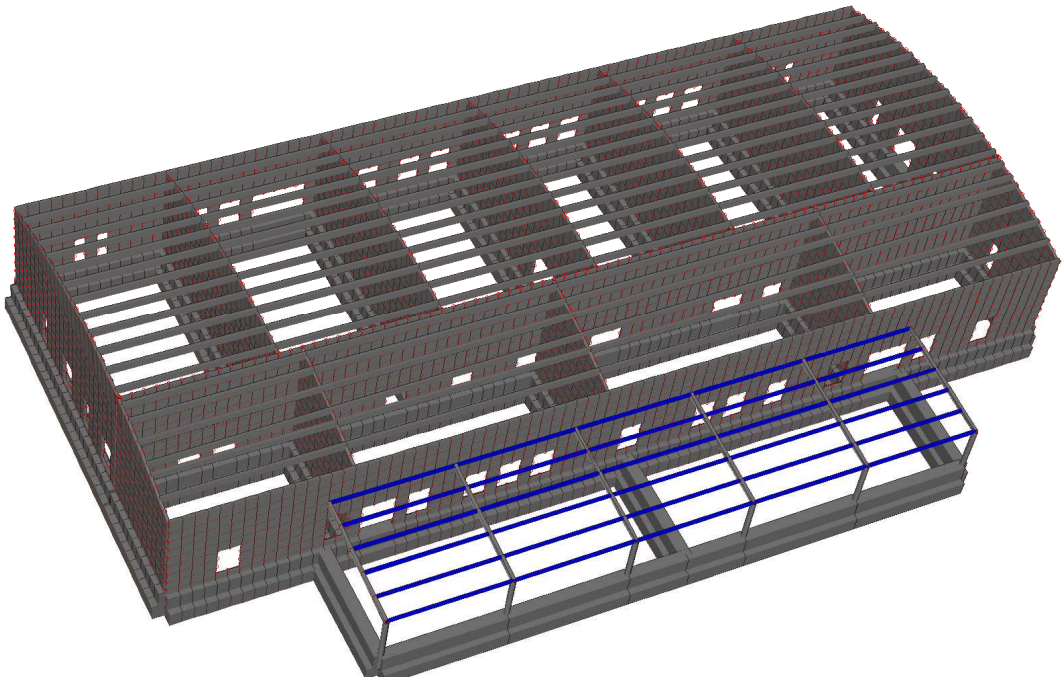
Prospettiva

- **Vincoli adottati nel modello strutturale – elementi travi e travetti**



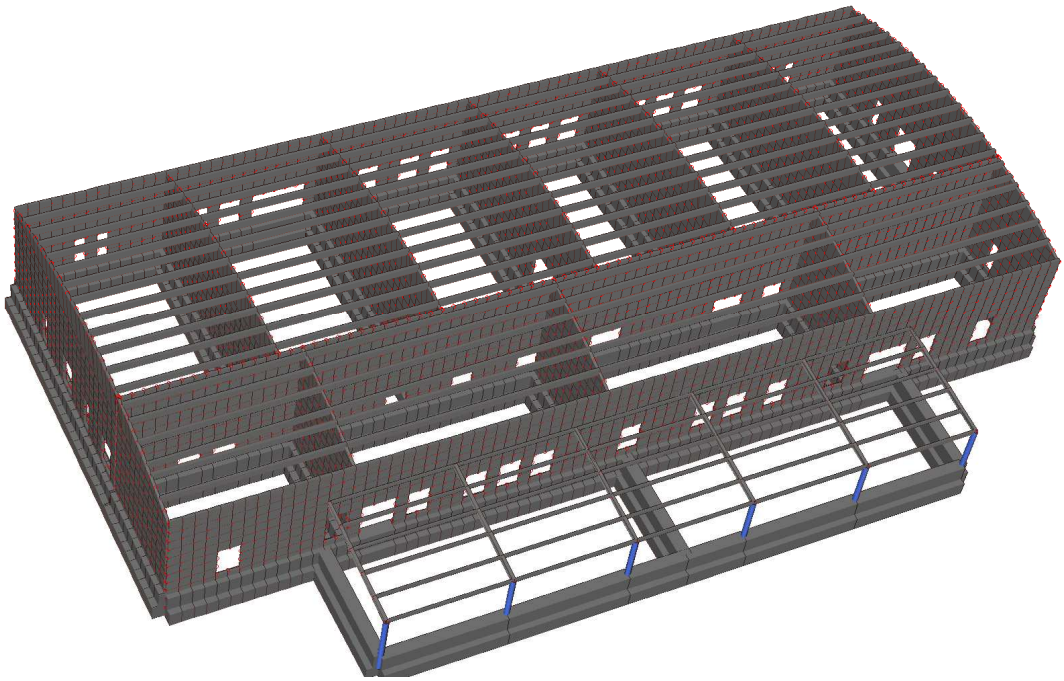
Prospettiva

Svincoli nodo travi (nodo i e nodo j)



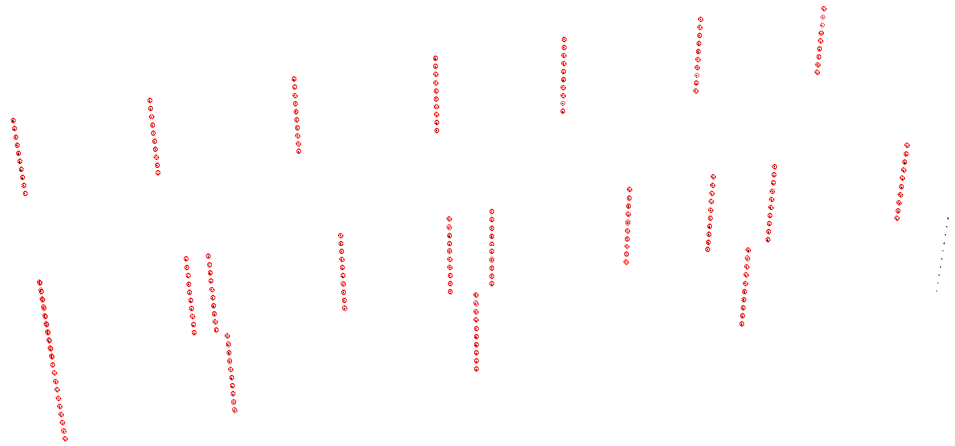
Prospettiva

Svincoli nodo travi pensilina (nodo i e nodo j)

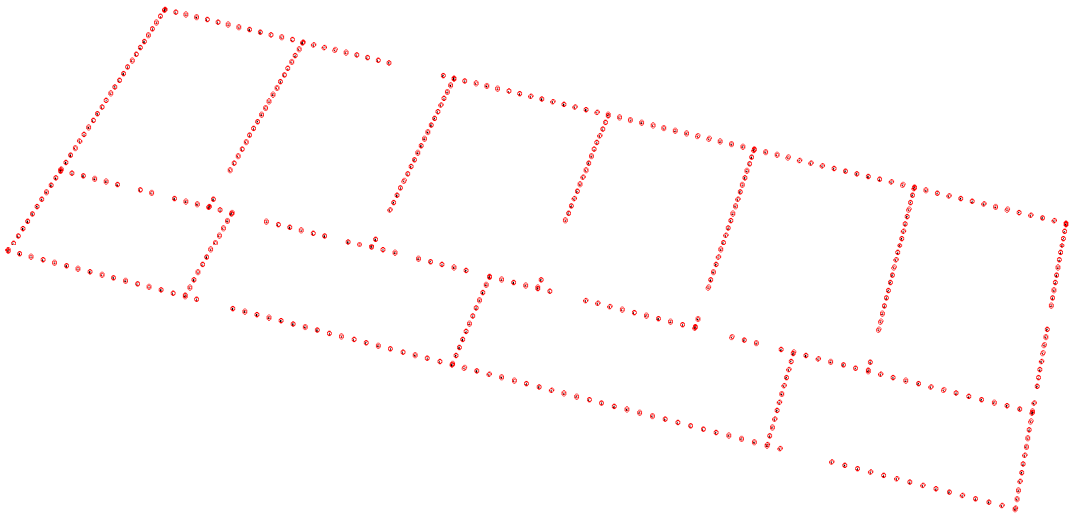


Prospettiva

Svincoli nodo cerniera (testa pilastro pensilina)

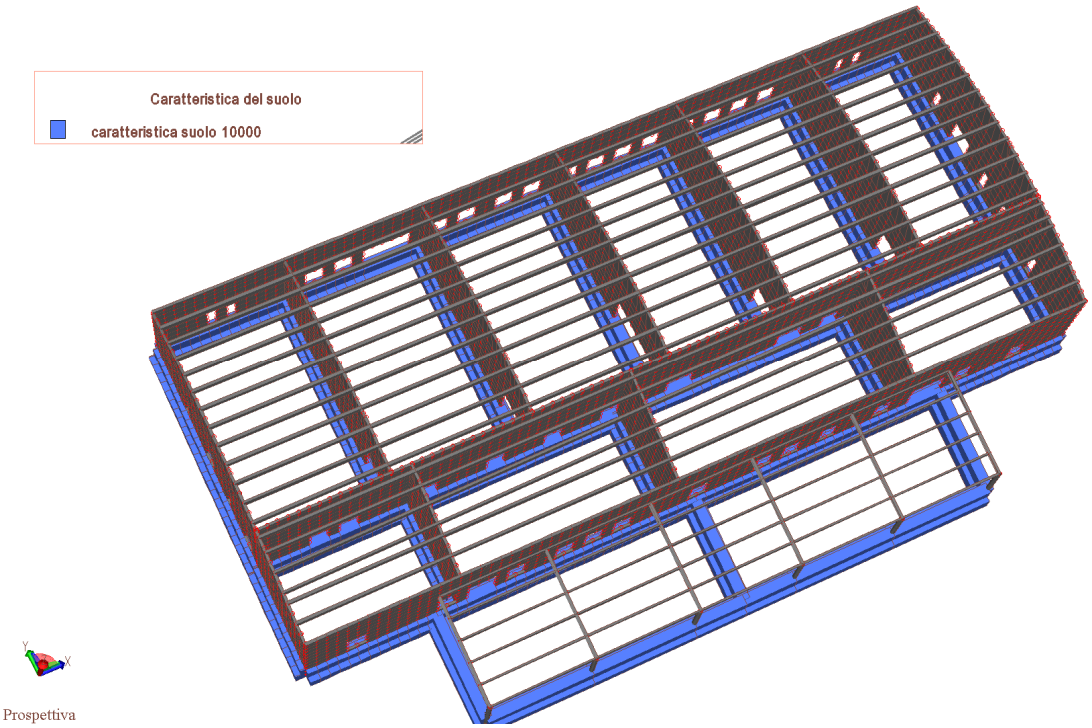


Svincoli collegamenti orizzontali tra i pannelli verticali cerniera-incastro



Svincoli collegamenti orizzontali tra i pannelli verticali e le fondazioni cerniera-incastro

I collegamenti tra i diversi pannelli sono stati schematizzati mediante l'inserimento di opportune travi caratterizzate dal vincolo incastro cerniera come descritto appena sopra. Stesso vincolamento è stato adottato per le connessioni tra i pannelli e le fondazioni. Le fondazioni sono schematizzate secondo l'approccio di suolo elastico alla winkler. Come indicato all'interno della relazione geotecnica a cui si rimanda per completezza è stato adottato un kW = 1kg/cm^3



- **Carichi appplicati al modello di calcolo**

Carico distribuito con riferimento globale Z, agente sulla lunghezza reale

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist.iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Peso copertura acciaio	11	Condizione 3	Permanente: Permanente portato	-0.010000	0.000	-0.010000	0.000	1.0000	1.0000

Carico distribuito con riferimento globale V, agente sulla lunghezza reale

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist.iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Tetto permanente portato	3	Condizione 3	Permanente: Permanente portato	0.800000	0.000	0.800000	0.000	1.0000	1.0000
Neve	4	Condizione 4	Variabile: Neve	1.200000	0.000	1.200000	0.000	0.0000	0.0000

CARICHI PER ELEMENTI BIDIMENSIONALI

Carico di superficie nella direzione globale X, agente sulla superficie reale

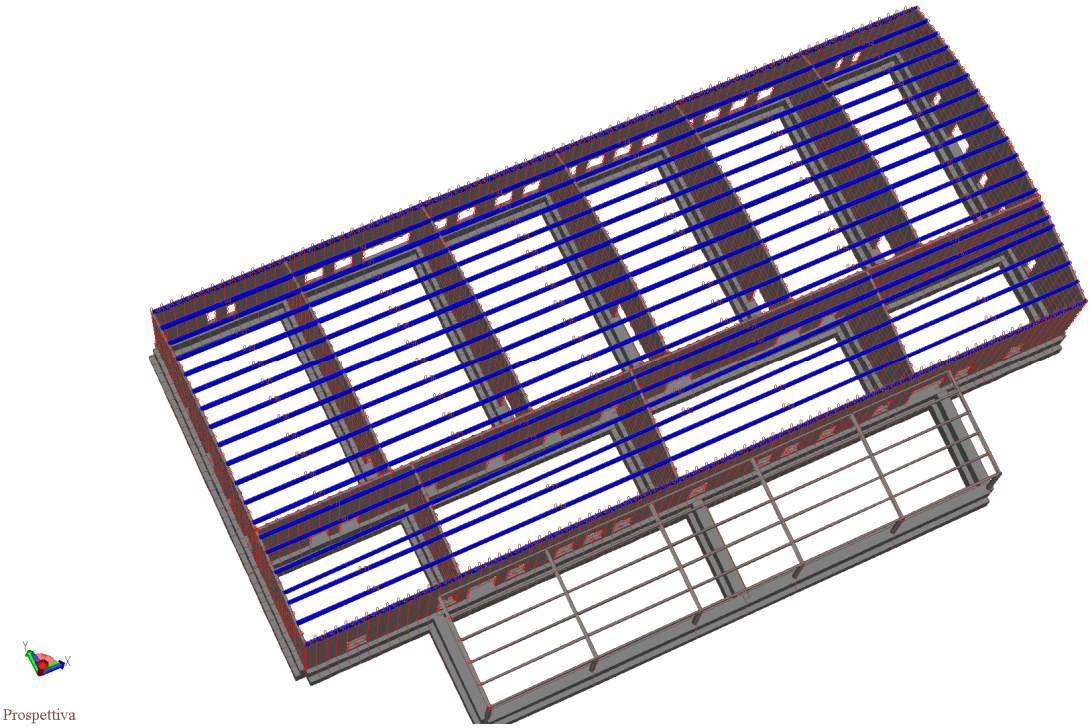
Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.dinamica	Aliq.inerz.SLD
Vento pressione +X	1	Condizione 1	Variabile: Vento	0.552000	0.0000	0.0000
Vento depressione +X	2	Condizione 1	Variabile: Vento	0.276000	0.0000	0.0000
Vento depressione -X	6	Condizione 2	Variabile: Vento	-0.276000	0.0000	0.0000

Carico di superficie nella direzione globale Y, agente sulla superficie reale

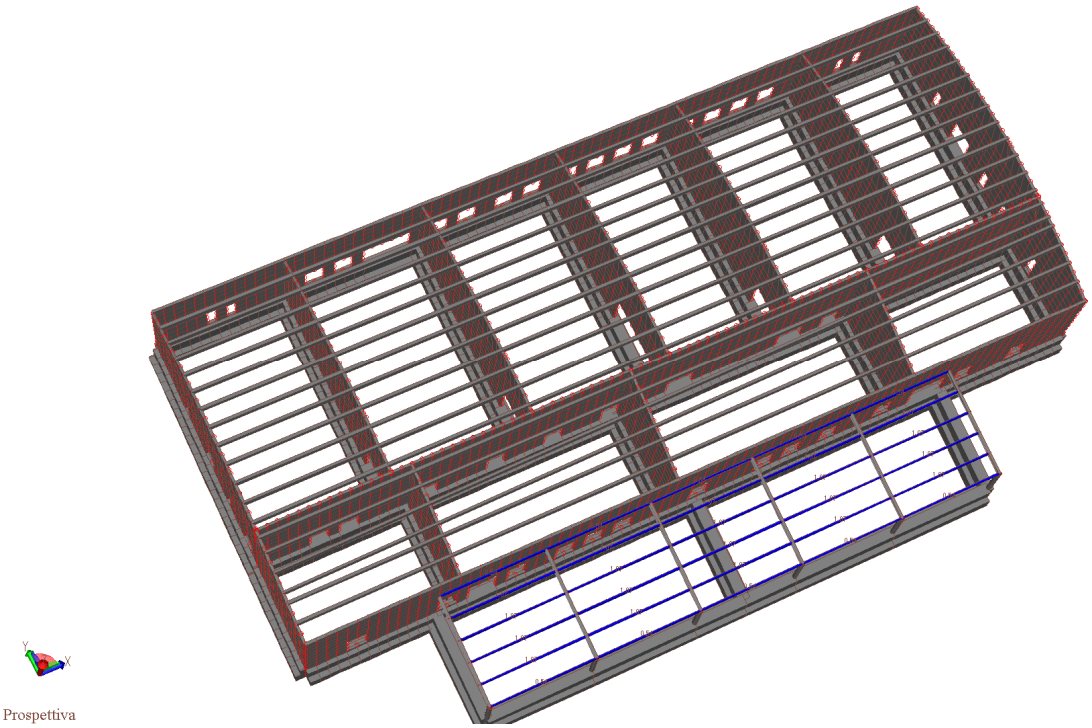
Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.dinamica	Aliq.inerz.SLD
Vento pressione +Y	7	Condizione 5	Variabile: Vento	0.552000	0.0000	0.0000
Vento depressione +Y	8	Condizione 5	Variabile: Vento	0.276000	0.0000	0.0000
Vento pressione -Y	9	Condizione 6	Variabile: Vento	-0.552000	0.0000	0.0000
Vento depressione -Y	10	Condizione 6	Variabile: Vento	-0.276000	0.0000	0.0000

Carico di superficie nella direzione globale X, agente sulla superficie in proiezione ortogonale

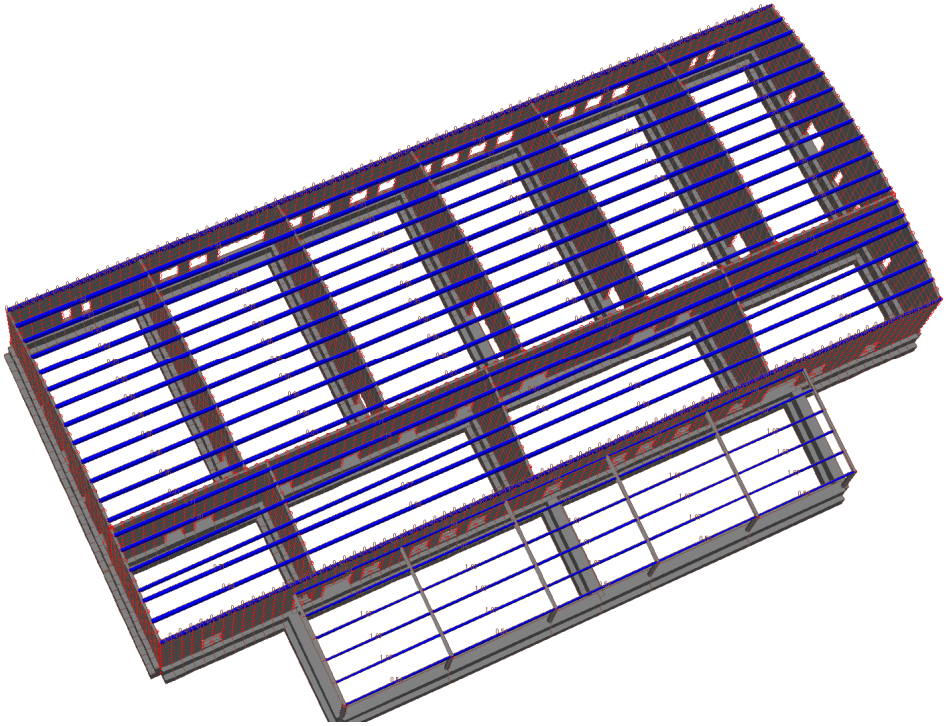
Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.dinamica	Aliq.inerz.SLD
Vento pressione -X	5	Condizione 2	Variabile: Vento	-0.552000	0.0000	0.0000



Carico tetto pemanente portato

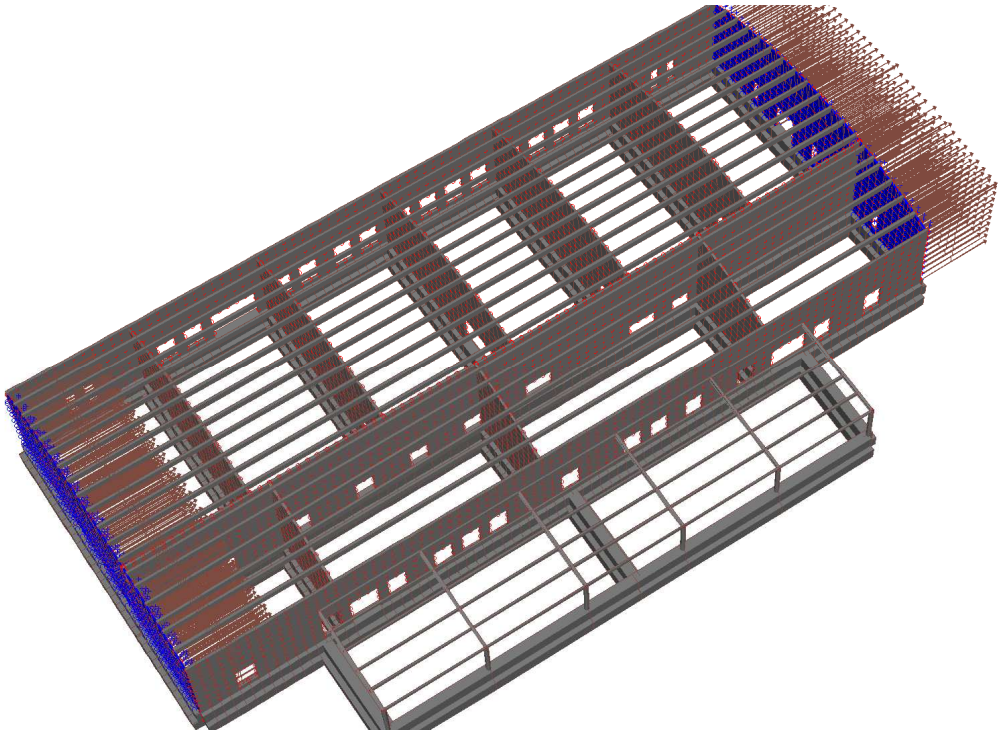


Carico tetto pensilina pemanente portato



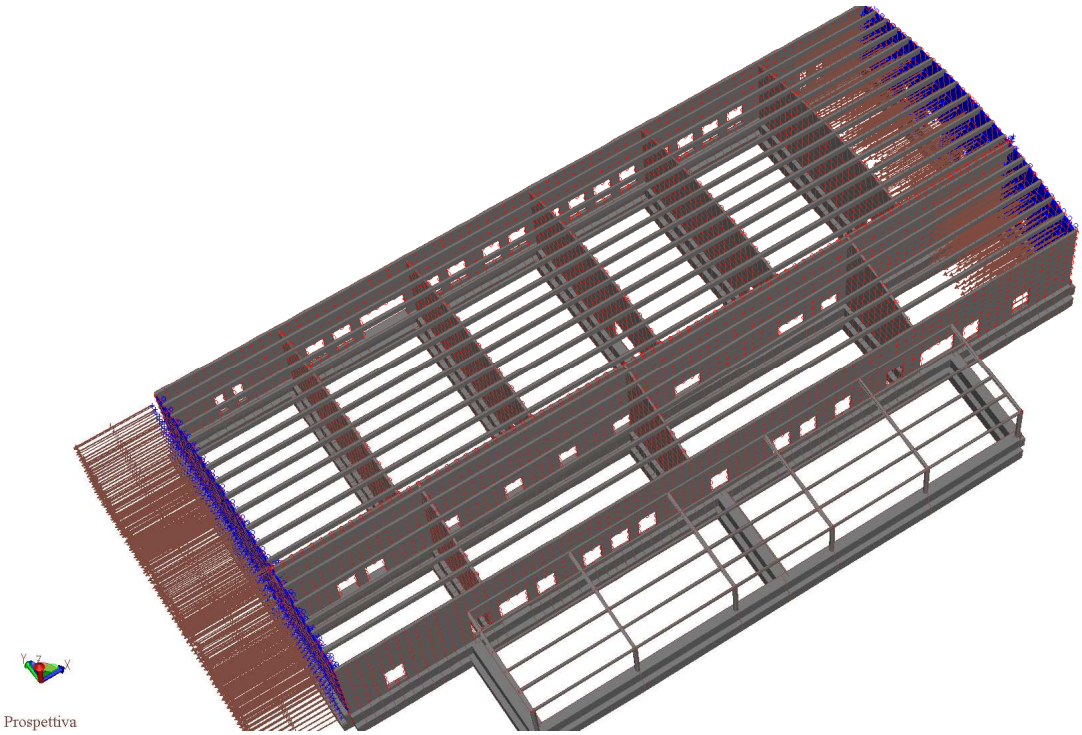
Prospettiva

Carico neve

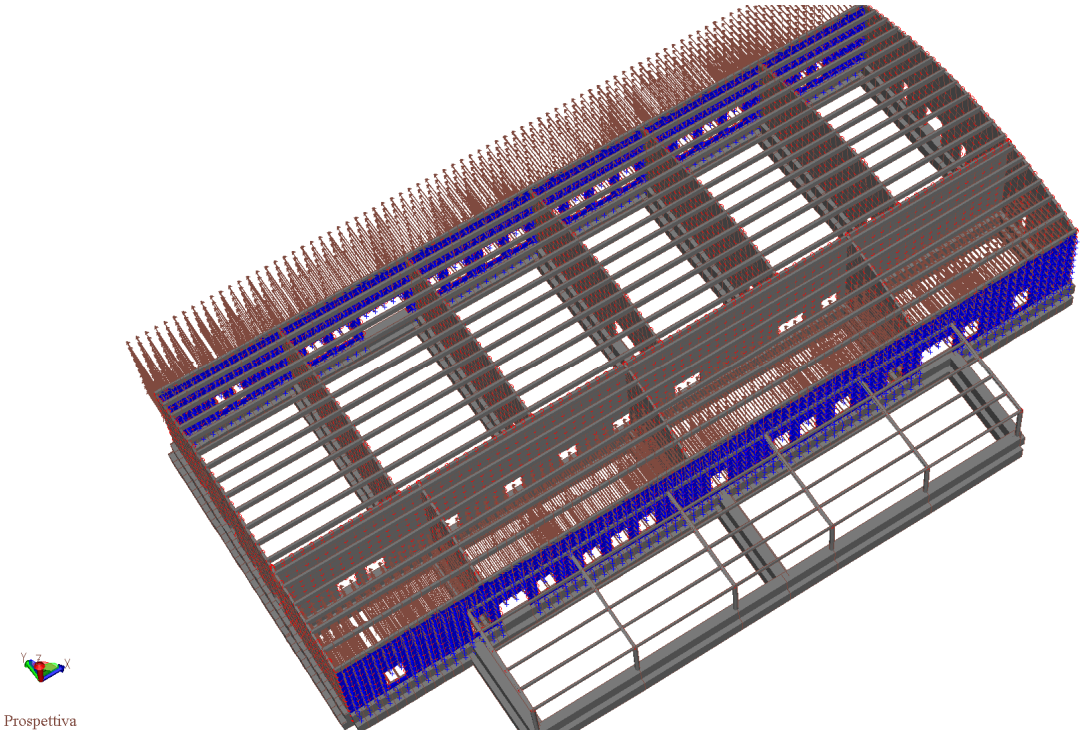


Prospettiva

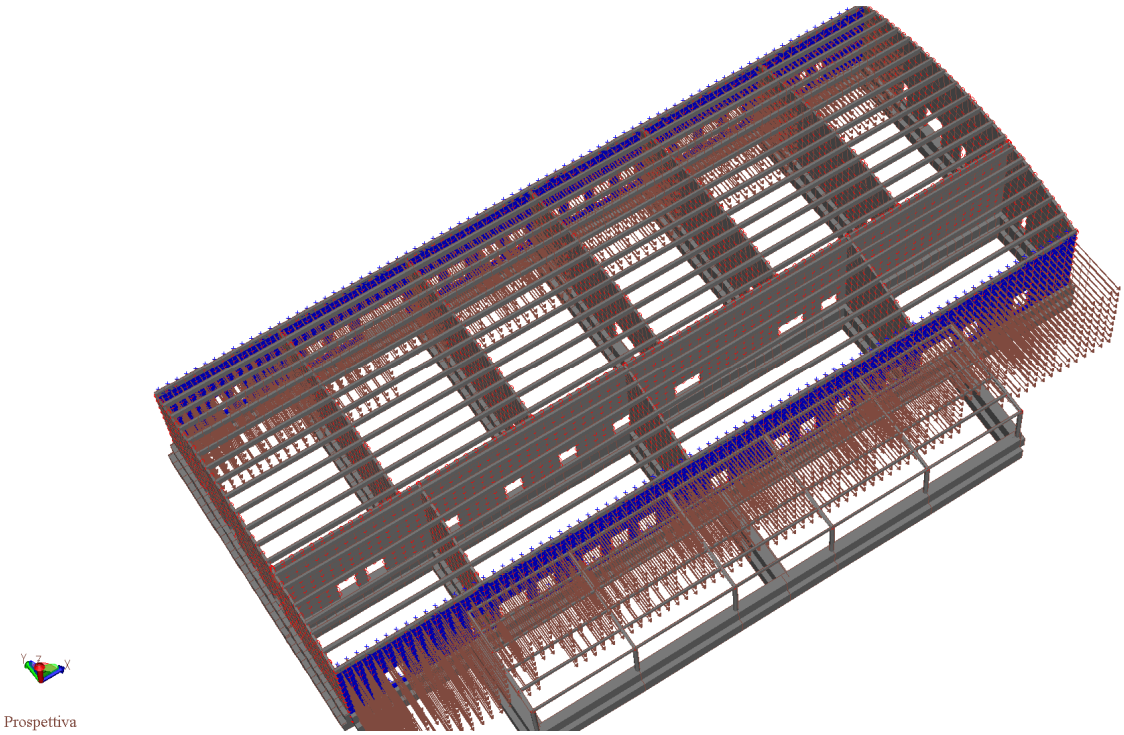
Vento direzione +X



Vento direzione –X



Vento drezione+Y



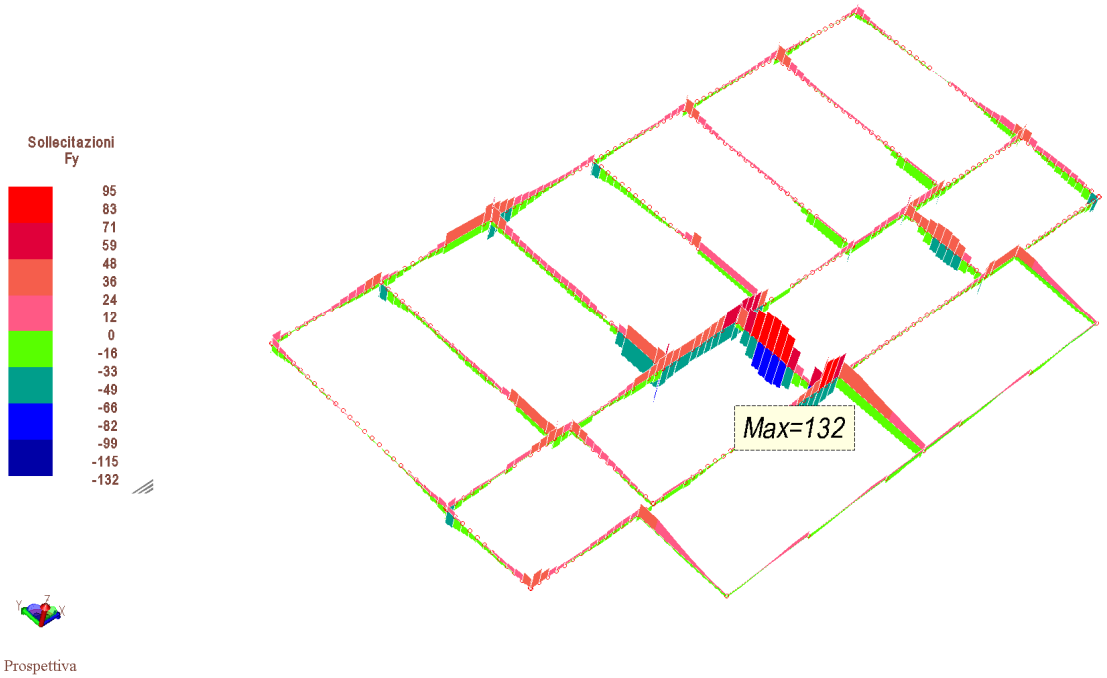
Vento direzione -Y

- **Combinazioni di carico**

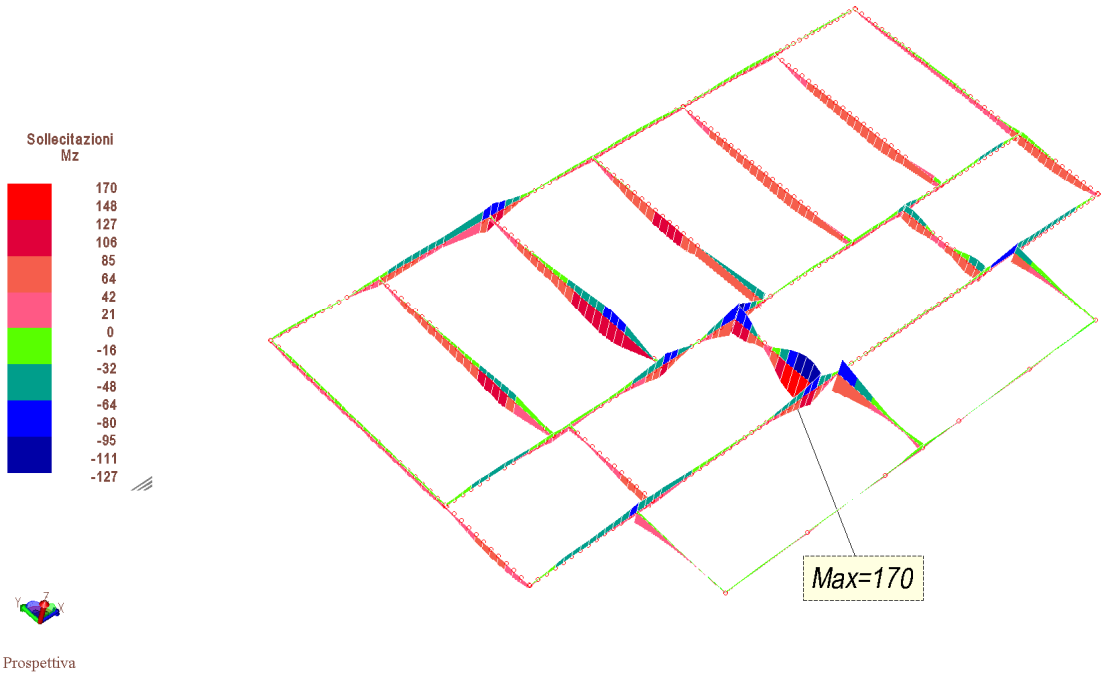
Le combinazioni di carico adottate sono le medesime utilizzate per la verifica degli elementi in elevazione pertanto si rimanda alla relativa relazione di calcolo.

- **Risultati delle analisi e principali sollecitazioni**

Le principali sollecitazioni presenti all'interno delle fondazioni sono le seguenti:



Sollecitazione tagliante (inviluppo SLU, SLV)



Sollecitazione flettente (inviluppo SLU, SLV)

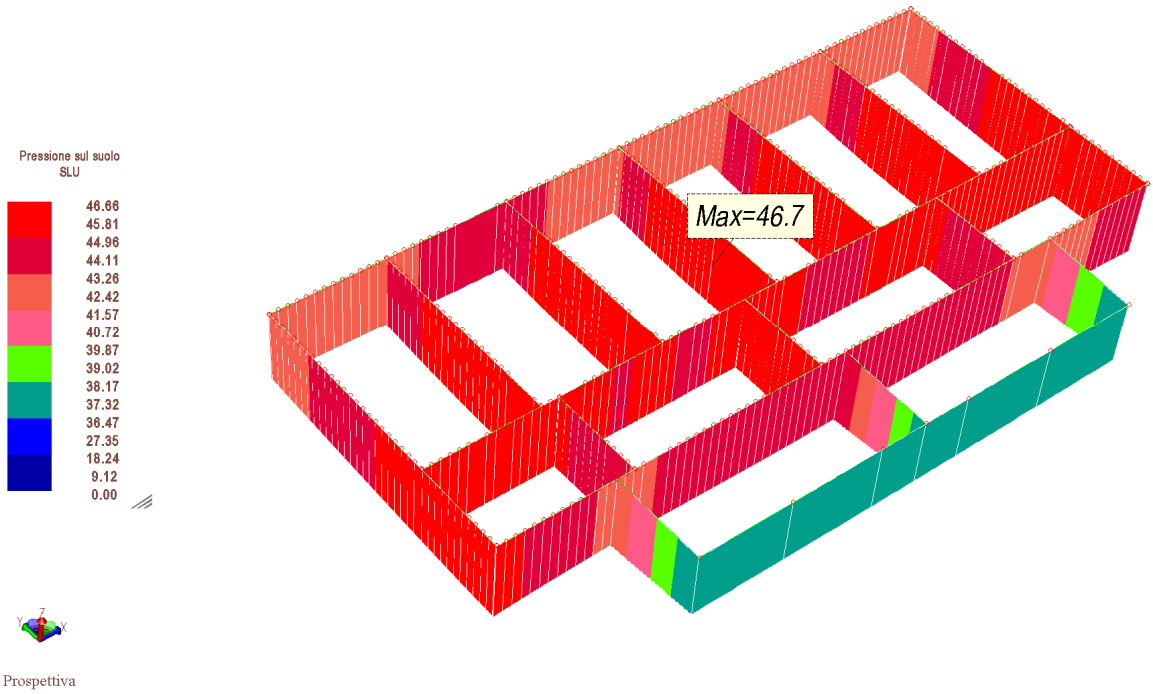
- **Verifiche delle fondazioni lato terreno**

La capacità porante del terreno per il sito in oggetto desunto dalle prove in situ effettuate è pari a:

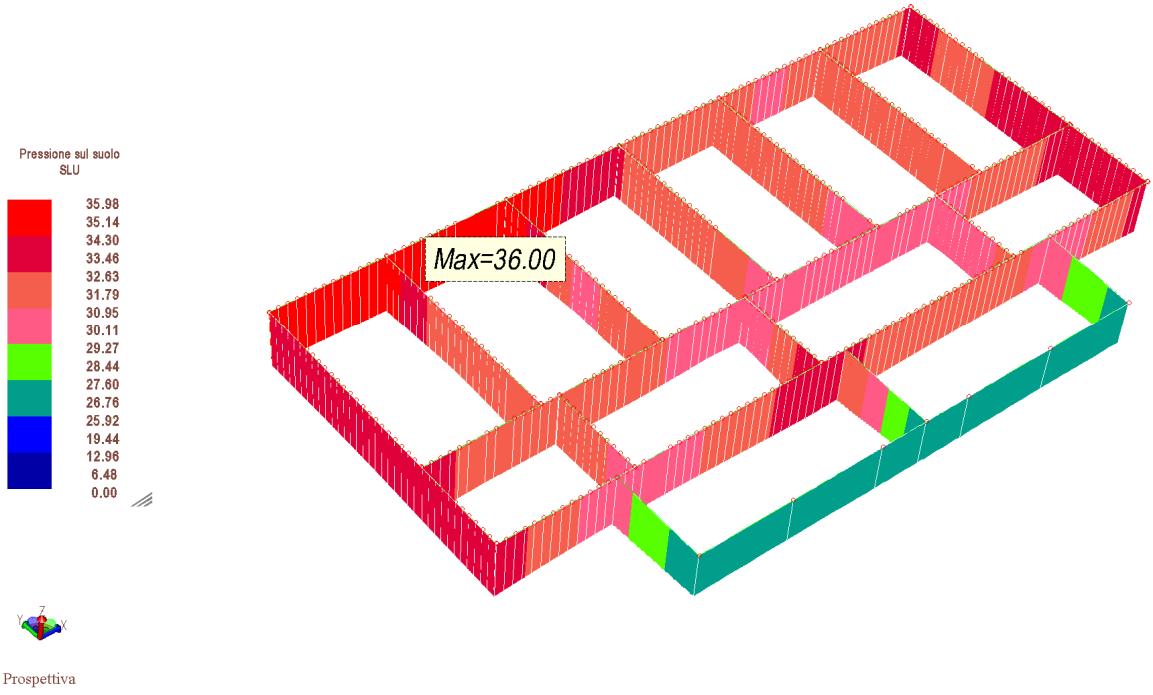
B [m]	condizione	q_{lim} [kPa]	$q_{lim,d}$ [kPa]	$R_{,d}$ [kN/m] B=1.00m
1.0	STATICA	610	**265**	**265**
	SISMICA	588	**255**	**255**

Per una analisi dettagliata del calcolo della capacità portante del terreno si rimanda a quanto contenuto all'interno della relazione geotecnica.

Tale valore limite si confronta con la pressione per lo SLU e per lo SLV di seguito riportate:



Pressioni sul terreno SLU [kN/m^2]

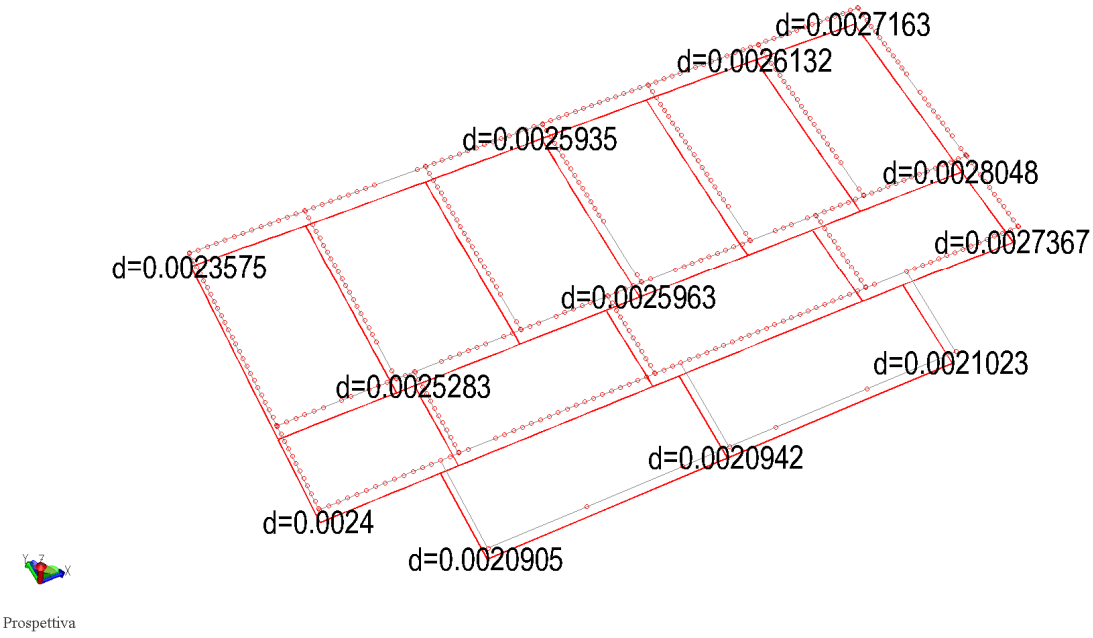


Pressioni sul terreno SLV [kN/m^2]

Le pressioni sul terreno risultano inferiori rispetto alla capacità porante limite pertanto la verifica si ritiene soddisfatta. Per quanto riguarda i cedimenti si rimanda a quanto contenuto all'interno della relazione geotecnica.

- **Verifiche delle fondazioni lato terreno – deformazione allo SLE**

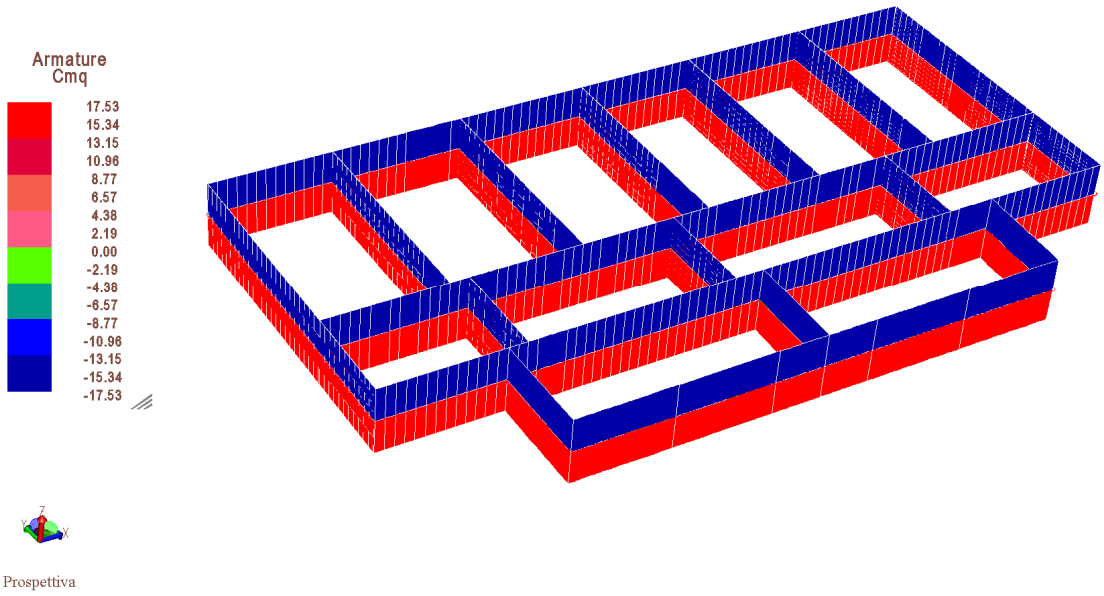
Si valutano di seguito i cedimenti per la combinazione sismica allo SLE:



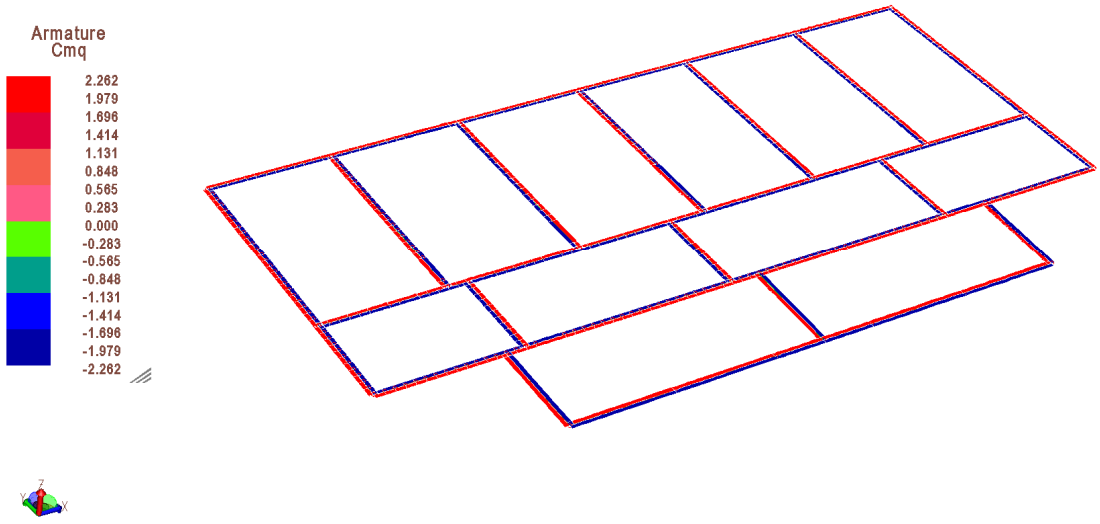
Vista dei cedimenti [m]

- **Verifiche delle fondazioni lato struttura**

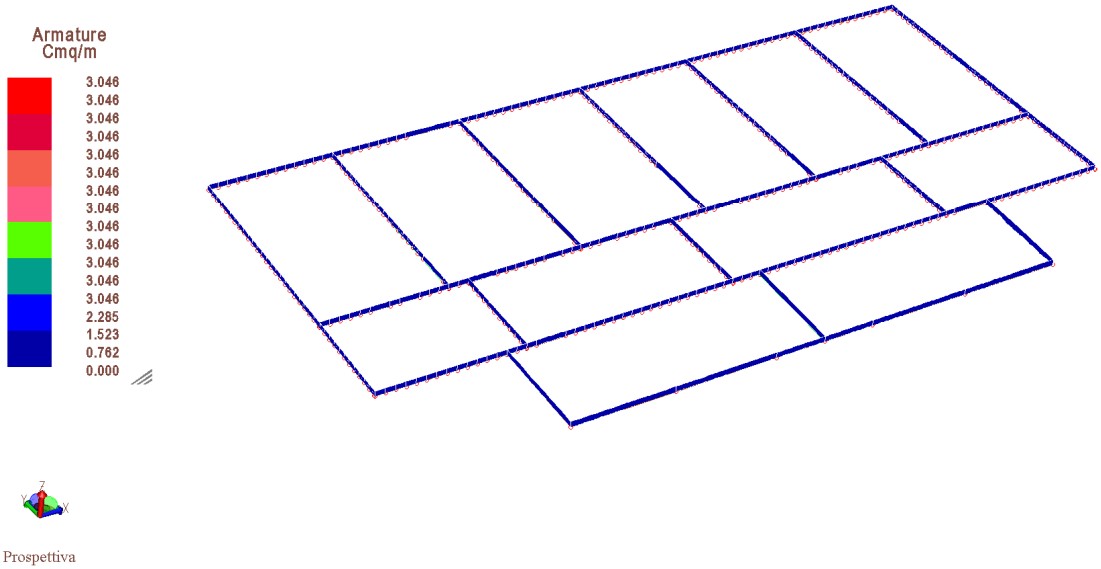
L'armatura necessaria affinchè le verifiche siano soddisfatte è pari a (armatura base diametro 18mm):



Armatura inferiore/superiore [cm^2]



Armatura anteriore/posteriore [cm^2]



Armatura trasversale [cm^2/m]

- **Giudizio motivato di accettabilità dei risultati**

Il programma di calcolo utilizzato MasterSap è idoneo a riprodurre nel modello matematico il comportamento della struttura e gli elementi finiti disponibili e utilizzati sono rappresentativi della realtà costruttiva. Le funzioni di controllo disponibili, innanzitutto quelle grafiche, consentono di verificare la riproduzione della realtà costruttiva ed accertare la corrispondenza del modello con la geometria strutturale e con le condizioni di carico ipotizzate. Si evidenzia che il modello viene generato direttamente dal disegno architettonico riproducendone così fedelmente le proporzioni geometriche. In ogni caso sono stati effettuati alcuni controlli dimensionali con gli strumenti software a disposizione dell'utente. Tutte le proprietà di rilevanza strutturale (materiali, sezioni,

carichi, sconnessioni, etc.) sono state controllate attraverso le funzioni di indagine specificatamente previste.

Sono state sfruttate le funzioni di autodiagnostica presenti nel software che hanno accertato che non sussistono difetti formali di impostazione.

E' stato accertato che le risultanti delle azioni verticali sono in equilibrio con i carichi applicati.

Sono state controllate le azioni taglianti di piano ed accertata la loro congruenza con quella ricavabile da semplici ed agevoli elaborazioni. Le sollecitazioni prodotte da alcune combinazioni di carico di prova hanno prodotto valori prossimi a quelli ricavabili adottando consolidate formulazioni ricavate della Scienza delle Costruzioni. Anche le deformazioni risultano prossime ai valori attesi. Il dimensionamento e le verifiche di sicurezza hanno determinato risultati che sono in linea con casi di comprovata validità, confortati anche dalla propria esperienza.