

Settore Verde Parchi e Agricoltura Urbana



COMUNE DI  
PADOVA

## Parco inclusivo sensoriale di via Siena

Progetto: Stralcio – IV lotto

Progetto n°

Codice: LLPP VER 2021/025

Appr\_38\_VER\_Aggregazione\_Rel\_Calc\_Stru

Importo complessivo: 460.000,00 euro

38

Progettisti: Ing. Giuseppe Silvestrini

RUP : Dott. Agr. Ciro Degl'Innocenti

Capo Settore: Dott. Agr. Ciro Degl'Innocenti

**Progetto: Esecutivo**

**Elaborato: AGGREGAZIONE: STRUTTURE RELAZIONE DI CALCOLO**

**COMUNE DI PADOVA**  
**PROVINCIA DI PADOVA**

---

PARCO INCLUSIVO SENSORIALE DI VIA SIENA – QUARTO LOTTO

**RELAZIONE DI CALCOLO**

---

**LOCALIZZAZIONE:** Via Siena

**COMMITTENTE:** Comune di Padova, Settore Verde, Parchi ed Agricoltura Urbana

Ing. Giuseppe Silvestrini

Padova, Febbraio 2022

21-198 ED 02.2 - Relazione di calcolo - Progetto.docx	Rev 0	



# 1 SOMMARIO

---

<b>1</b>	<b>SOMMARIO .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>DATI EDIFICIO E INQUADRAMENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA TIPOLOGIA STRUTTURALE .....</b>	<b>11</b>
5.1	FONDAZIONI .....	11
5.2	STRUTTURE VERTICALI PORTANTI .....	11
5.2.1	<i>Pareti Debolmente Armate</i> .....	11
5.2.2	<i>Pilastri</i> .....	11
5.3	SOLAI DI COPERTURA .....	11
<b>6</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI .....</b>	<b>12</b>
6.1	VALORI CARATTERISTICI DELLA RESISTENZA .....	12
6.1.1	<i>Calcestruzzo</i> .....	12
6.1.2	<i>Acciaio per barre d'armatura</i> .....	12
6.1.3	<i>Acciaio per piastre</i> .....	13
6.1.4	<i>Legno Lamellare per travi di copertura</i> .....	13
6.1.5	<i>Blocchi Cassero per Pareti Diffuse Debolmente Armate</i> .....	13
6.2	COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI: .....	14
6.3	LIMITAZIONI SULLE TENSIONI PER GLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO: .....	14
6.4	CONDIZIONI AMBIENTALI PER IL CALCESTRUZZO ARMATO .....	15
6.5	COPRIFERRO PER IL CALCESTRUZZO ARMATO .....	15
<b>7</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SITO .....</b>	<b>16</b>
7.1	PARAMETRI GEOTECNICI .....	16
7.2	CALCOLO DELLA PORTANZA DEL TERRENO .....	18
<b>8</b>	<b>ANALISI E COMBINAZIONI DEI CARICHI .....</b>	<b>19</b>
8.1	CARICHI VERTICALI .....	19
8.1.1	<i>Calcolo dei carichi verticali accidentali</i> .....	19
8.1.2	<i>Pavimento piano terra</i> .....	20
8.1.3	<i>Solaio di Copertura</i> .....	20
8.2	COMBINAZIONI DEI CARICHI .....	21
8.2.1	<i>SLU</i> .....	21
8.2.2	<i>SLE</i> .....	21
8.2.3	<i>SISMA</i> .....	21
<b>9</b>	<b>DATI DI INPUT E MODELLAZIONE STRUTTURALE .....</b>	<b>23</b>
9.1	PREMESSA .....	23
9.2	ANALISI DEI MODELLI MATEMATICI .....	23
9.3	SCHEMA STATICO E MODELLAZIONE DELLO STATO DI PROGETTO .....	23
9.4	FATTORE DI COMPORTAMENTO .....	26
9.4.1	<i>Classe di Duttilità</i> .....	26

9.4.2	<i>Tipologia Strutturale</i> .....	26
9.4.3	<i>Regolarità in Pianta</i> .....	26
9.4.4	<i>Regolarità in Elevazione</i> .....	27
9.4.5	<i>Definizione del fattore di comportamento</i> .....	28
9.5	SPETTRI ELASTICI E DI PROGETTO .....	30
9.6	MODI NATURALI DI VIBRARE DELLA STRUTTURA EDIFICIO PRINCIPALE .....	36
<b>10</b>	<b>TABULATI SISMICAD</b> .....	<b>38</b>
10.1	DESCRIZIONE DEL SOFTWARE .....	38
10.1.1	<i>Descrizione Del Programma Sismicad</i> .....	38
10.1.2	<i>Schematizzazione Strutturale e Criteri Di Calcolo Delle Sollecitazioni</i> .....	38
10.1.3	<i>Verifiche Delle Membrature In Cemento Armato</i> .....	39
10.2	PREFERENZE DI ANALISI .....	40
10.2.1	<i>Normativa di verifica in uso</i> .....	42
10.2.2	<i>Normativa di verifica C.A.</i> .....	42
10.3	PREFERENZE DI VERIFICA .....	43
10.3.1	<i>Preferenze FEM</i> .....	43
10.3.2	<i>Preferenze di analisi carichi superficiali</i> .....	43
10.3.3	<i>Preferenze del suolo</i> .....	43
10.4	AZIONI E CARICHI .....	46
10.4.1	<i>Condizioni elementari di carico</i> .....	46
10.4.2	<i>Combinazioni di carico</i> .....	47
<b>11</b>	<b>VERIFICHE DI RESISTENZA</b> .....	<b>55</b>
11.1	SEMI-PROGETTO E VERIFICA DELLE SEZIONI .....	55
11.2	VERIFICHE SU SETTI .....	55
11.3	VERIFICHE SU PILASTRI .....	56
11.4	VERIFICHE SU TRAVI E ORIZZONTAMENTI .....	56
<b>12</b>	<b>SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DEGLI ELEMENTI PORTANTI</b> .....	<b>57</b>
12.1	DIAGRAMMI DI SOLLECITAZIONE SU ELEMENTI BEAM E PLATE .....	57
12.2	VERIFICHE CONSUNTIVE .....	62
12.2.1	<i>Verifiche consuntive Pilastri in C.A.</i> .....	63
12.2.2	<i>Verifiche consuntive Pareti Debolmente Armate in C.A.</i> .....	63
12.2.3	<i>Verifiche consuntive travate C.A.</i> .....	63
12.2.4	<i>Verifiche consuntive Piastre C.A.</i> .....	64
12.2.5	<i>Verifiche consuntive Fondazioni</i> .....	64
12.3	VERIFICA EFFETTI DEL SECONDO ORDINE .....	66
12.4	VERIFICA PLATEA DI FONDAZIONE .....	68
12.4.1	<i>Caratteristiche dei materiali</i> .....	70
12.4.2	<i>Sistema di riferimento e direzioni di armatura</i> .....	70
12.4.3	<i>Verifiche nei nodi</i> .....	70
12.4.4	<i>Verifiche punzonamento</i> .....	72
12.4.5	<i>Verifiche geotecniche</i> .....	72
12.5	PRESSIONI MASSIME SUL TERRENO .....	74
12.5.1	<i>Pressioni Massime in SLU</i> .....	74
12.5.2	<i>Pressioni Massime in SLV/SLVf/SLUEcc</i> .....	75
12.5.3	<i>Pressioni Massime in SLE/SLD</i> .....	76
12.6	VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A. ....	77
12.6.1	<i>Trave a "Copertura Bassa" C1-A1</i> .....	79

12.7	VERIFICHE ELEMENTI PILASTRO IN C.A. ....	87
12.7.1	<i>Pilastrata B1</i> .....	90
12.8	VERIFICHE PARETI DEBOLMENTE ARMATE IN C.A: .....	103
12.8.1	<i>Parete a "Fondazione - Falda 2"</i> .....	104
12.9	VERIFICA TRAVI DI COPERTURA IN LEGNO.....	108
12.9.1	<i>Travi Secondarie in legno – sezione 20x25</i> .....	108
12.9.2	<i>Travi Secondarie in legno a sbalzo su esterno – sezione 20x25</i> .....	110
12.9.3	<i>Trave Principale centrale in legno – sezione 20x64</i> .....	112
12.10	VERIFICA NODI DI COLLEGAMENTO PER TRAVI IN LEGNO.....	116
12.10.1	<i>Verifica Piastre e saldature in acciaio</i> .....	116
12.10.2	<i>Verifica a Rifollamento lato Legno</i> .....	121
12.11	VERIFICA DI DEFORMABILITÀ DELLA STRUTTURA .....	124
<b>13</b>	<b>GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI</b> .....	<b>129</b>
13.1	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO.....	129
13.2	AFFIDABILITÀ DEL CODICE UTILIZZATO .....	129
13.3	VERSIONE DEL CODICE .....	129
<b>14</b>	<b>INDICE DI RISCHIO E PAM</b> .....	<b>130</b>
14.1	INDICI STATO DI PROGETTO .....	130
14.1.1	<i>Coefficienti relativi alle Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni secondo il D.M. 24 09/01/2020</i> .....	131
14.1.2	<i>Coefficienti <math>\lambda</math> relativi alle Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni secondo il D.M. 24 09/01/2020</i> .....	131
	<b>ALLEGATI</b> .....	<b>132</b>



## 2 PREMESSA

---

Il sottoscritto Ing. Giuseppe Silvestrini, è stato incaricato da Comune di Padova, Settore Verde, Parchi ed Agricoltura Urbana, all'esecuzione della progettazione esecutiva dell'intervento denominato "Parco Inclusivo Sensoriale di Via Siena – Quarto Lotto".

La presente relazione di calcolo si riferisce al progetto del fabbricato oggetto di nuova costruzione, denominato "Aggregazione".

### 3 DATI EDIFICIO E INQUADRAMENTO

---

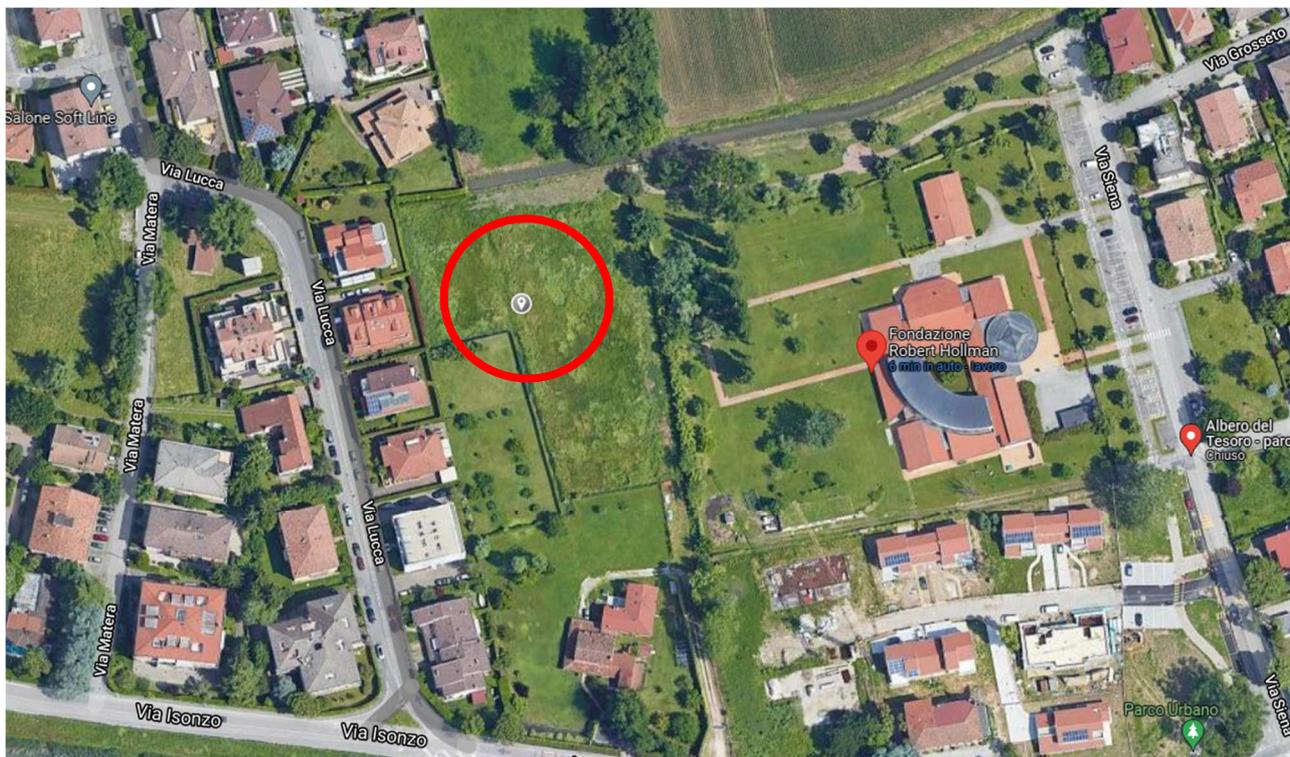


Figura 3-1: Posizione geografica del fabbricato in oggetto - Coordinate 45.38733673524 N, 11.85946621221 E

L'intervento prevede la realizzazione di un nuovo corpo di fabbrica, composto da un solo piano fuori terra, di dimensioni massime in pianta pari a 13 x 11 m circa; la struttura sarà costituita da pareti debolmente armate in C.A. e pilastri, travi in c.a. di copertura a sostegno di travi in legno lamellare e fondazione a platea superficiale.

Verso l'edificio adiacente sarà garantito un giunto strutturale di ampiezza pari a 5 cm, sufficiente a garantire l'indipendenza delle due strutture ed evitare fenomeni di martellamento.

Si riportano di seguito alcune viste in pianta dell'edificio di nuova realizzazione:

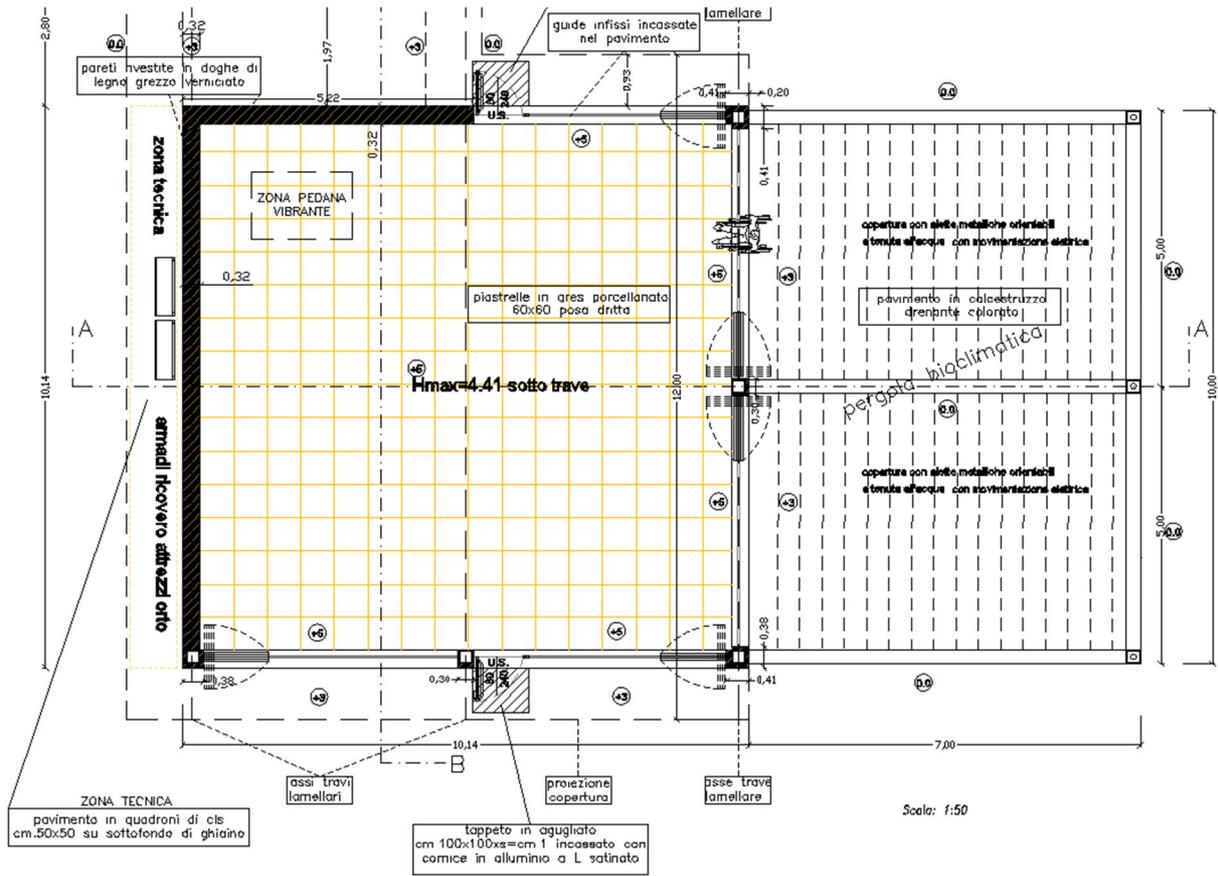


Figura 3-2: Pianta Piano Terra

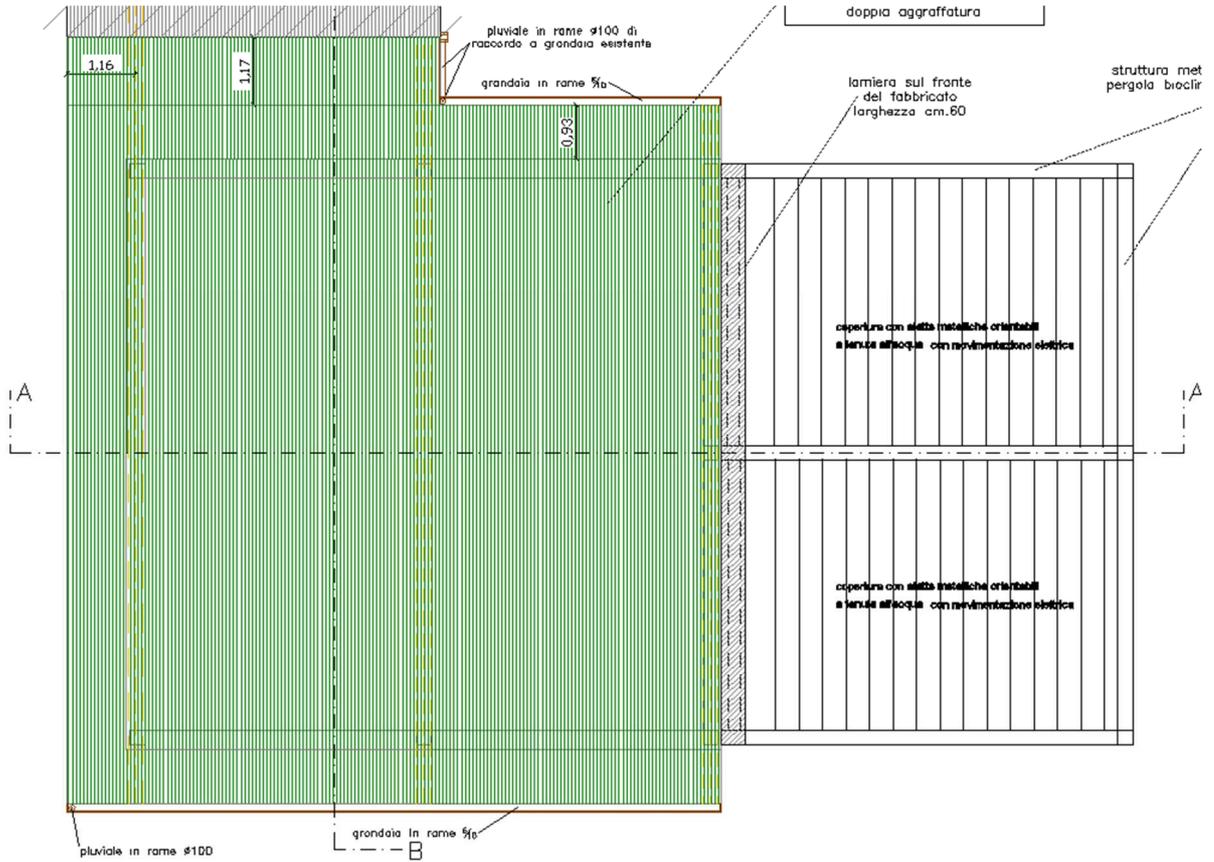


Figura 3-3 – Pianta Copertura

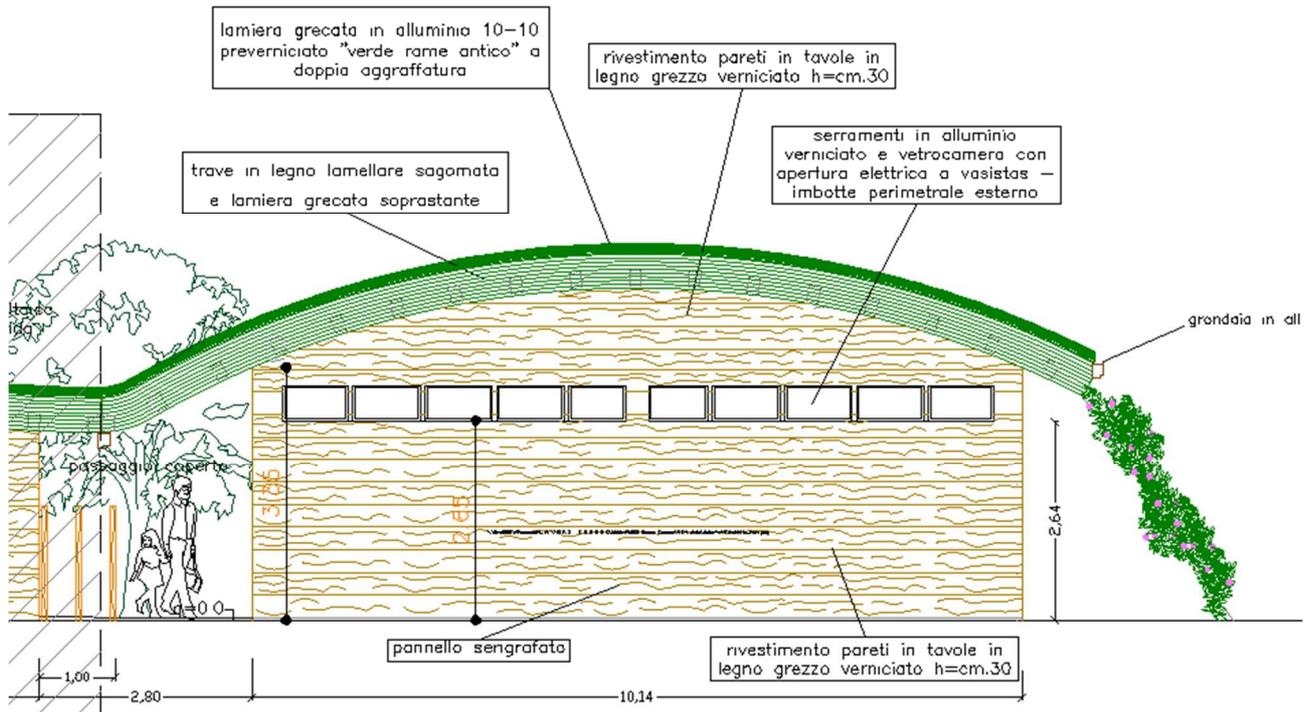


Figura 3-4 – Prospetto Ovest

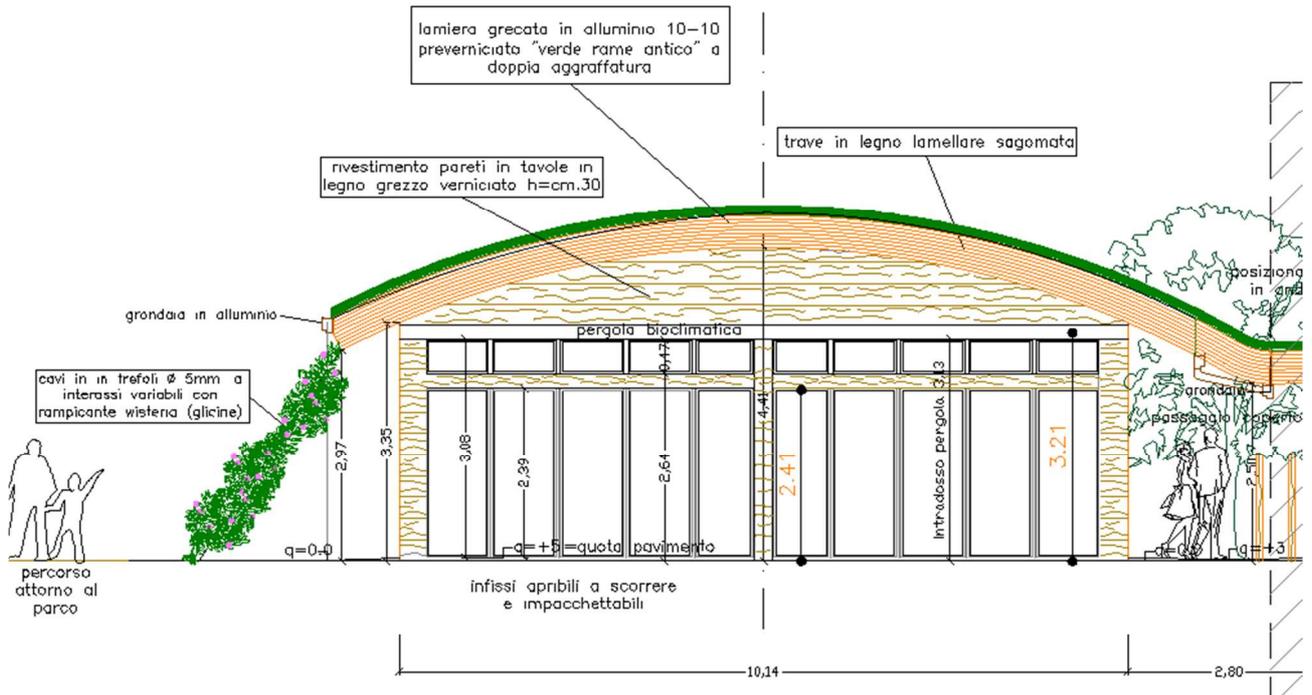


Figura 3-5 – Sezione Est

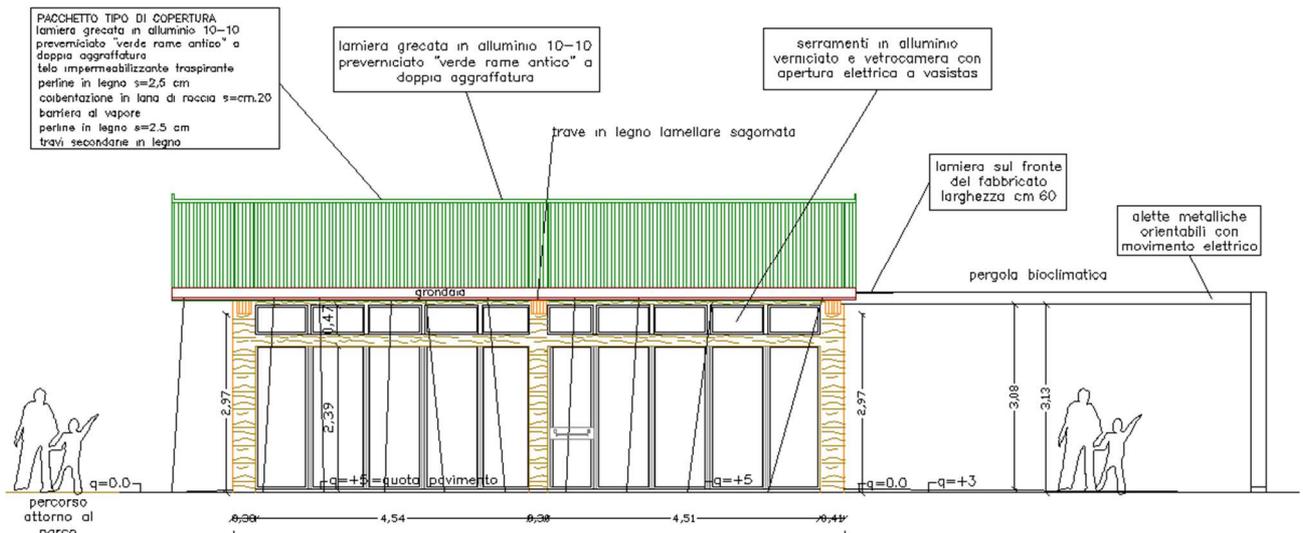


Figura 3-6 – Prospetto Sud

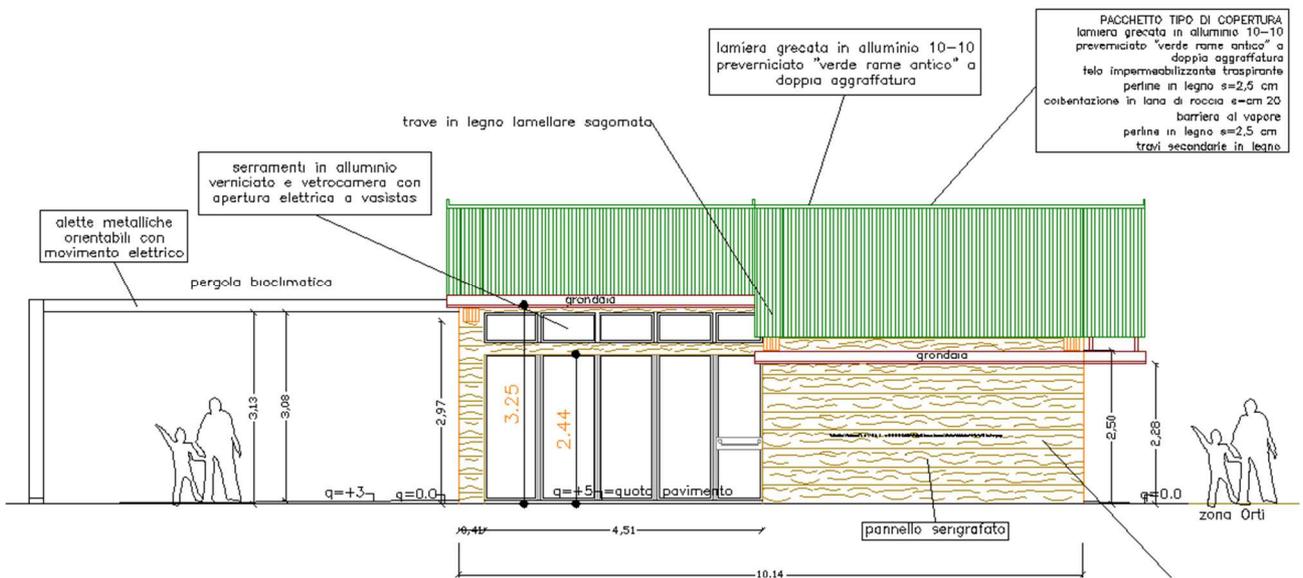


Figura 3-7 – Prospetto Nord

Si assumono i seguenti parametri di progettazione con riferimento a 2.4.1 e 2.4.2. del D.M. 17.01.2018:

- vita nominale  $V_N$  pari a 50 anni;
- classe d'uso III.

## 4 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

---

Per l'analisi statica e la procedura di verifica si è fatto specifico riferimento alle normative europee ed italiana vigenti e in particolare si sono osservate le prescrizioni contenute in:

CIRCOLARE n. 21 del 21/01/2019	Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17/01/2018".
D.M. 17/01/2018	Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"
D.M. 14/01/2008	Norme tecniche per le costruzioni (TESTO UNICO).
CIRCOLARE n. 617 del 02/02/2009	Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14/01/2008".
UNI EN 206-1:2006	Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

## 5 DESCRIZIONE DELLA TIPOLOGIA STRUTTURALE

---

Sono di seguito sintetizzate le tipologie strutturali considerate nella progettazione dell'edificio in oggetto: fondazioni, sistema portante a pareti e solaio di copertura.

### 5.1 Fondazioni

---

Si utilizzano fondazioni a platea superficiale in c.a., composta da una soletta armata di spessore pari a 30 cm realizzata sopra un magrone di spessore 10 cm. La fondazione è armata con rete diffusa, diametro 10 mm a maglia 20x20, sia al lembo inferiore che superiore, oltre ad armatura aggiuntiva per le aree più sollecitate.

### 5.2 Strutture verticali portanti

---

Le strutture portanti verticali sono costituite sia da pareti debolmente armate, sia da pilastri in c.a.; entrambi i sistemi collaborano alla resistenza sia nei confronti delle forze verticali sia di quelle orizzontali generate da sisma. Dal momento che si ha prevalenza di pilastri rispetto a pareti, la struttura si definisce per le Norme Tecniche come "struttura mista equivalente a telaio".

#### 5.2.1 Pareti Debolmente Armate

---

Gli elementi verticali portanti saranno costituiti da blocchi cassero tipo "Isospan S 30/7", adatti per l'utilizzo come elementi portanti; lo spessore complessivo delle pareti portanti è pari a 30 cm, saranno armate mediante armatura singola, sia in senso orizzontale che verticale, ed avranno un nucleo portante di spessore pari a 15 cm.

#### 5.2.2 Pilastri

---

Gli elementi pilastro sono stati progettati con schema ad incastro, i quali assolvono quindi oltre alla funzione di trasporto a terra dei carichi verticali, anche la funzione di resistere alle azioni orizzontali di carattere sismico.

### 5.3 Solai di Copertura

---

Il solaio di copertura dell'edificio è costituito da travi perimetrali in c.a., a sostegno di un sistema di travi lamellari in legno GL24h costituito da 3 travi principali e travi secondarie ad esse ortogonali disposte a passo 80 cm. La normativa considera quest'ultimi come infinitamente rigidi nel loro piano solo se lo spessore minimo del c.a. è superiore o uguale a 4 cm e solo se sono completamente orizzontali; nel presente caso non si è in presenza di cappa collaborante ed inoltre, non essendo il solaio orizzontale, esso non può considerarsi infinitamente rigido.

## 6 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

### 6.1 Valori caratteristici della resistenza

#### 6.1.1 Calcestruzzo

##### Calcestruzzo strutture di fondazione

Calcestruzzo C25/30 - Fondazioni		
Peso Specifico	25	[kN/m <sup>3</sup> ]
Coefficiente Parziale di sicurezza - $\gamma_c$	1,5	[-]
Resistenza a compressione cubica caratteristica - $R_{ck}$	20	[MPa]
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica - $f_{ck}$	17	[MPa]
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo - $f_{cd}$	9,41	[MPa]
Resistenza media a trazione semplice - $f_{ctm}$	2,0	[MPa]
Modulo elastico istantaneo - $E_{cm}$	28821	[MPa]
Coefficiente di Poisson per il calcestruzzo non fessurato - $\nu$	0,2	[-]
Coefficiente di dilatazione termica medio	1,00E-05	[°C <sup>-1</sup> ]
Deformazione calcestruzzo ultima - $\epsilon_{cu}$	3,5	‰
<b>Tco</b>	<b>4,67E+00</b>	<b>kg/cm2</b>

##### Calcestruzzo strutture di elevazione

Calcestruzzo C28/35 - Travi, Solai e Strutture in Elevazione		
Peso Specifico	25	[kN/m <sup>3</sup> ]
Coefficiente Parziale di sicurezza - $\gamma_c$	1,5	[-]
Resistenza a compressione cubica caratteristica - $R_{ck}$	34	[MPa]
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica - $f_{ck}$	28	[MPa]
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo - $f_{cd}$	15,99	[MPa]
Resistenza media a trazione semplice - $f_{ctm}$	2,8	[MPa]
Modulo elastico istantaneo - $E_{cm}$	32367	[MPa]
Coefficiente di Poisson per il calcestruzzo non fessurato - $\nu$	0,2	[-]
Coefficiente di dilatazione termica medio	1,00E-05	[°C <sup>-1</sup> ]
<b>Tco</b>	<b>6,53E+00</b>	<b>kg/cm2</b>

#### 6.1.2 Acciaio per barre d'armatura

Acciaio per barre d'armature B450C		
Peso specifico acciaio	78,5	[kN/m <sup>3</sup> ]
Tensione nominale di snervamento - $f_{y,nom}$	450	[MPa]
Tensione nominale di rottura - $f_{t,nom}$	540	[MPa]
Tensione caratteristica di snervamento - $f_{yk}$	450	[MPa]
Coefficiente parziale di sicurezza - $\gamma_s$	1,15	[-]
Resistenza di calcolo dell'acciaio - $f_{yd}$	391,30	[MPa]
Sigma Ammissibile - $\sigma_{amm}$	2600	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Deformazione acciaio snervamento di progetto - $\epsilon_{sy}$	0,2	‰

### 6.1.3 Acciaio per piastre

<b>Acciaio per profilati metallici S275</b>		
Peso specifico acciaio	<b>78,5</b>	[kN/m <sup>3</sup> ]
Tensione nominale di snervamento - $f_{y,nom}$	<b>275</b>	[MPa]
Tensione nominale di rottura - $f_{t,k}$	<b>430</b>	[MPa]
Tensione caratteristica di snervamento - $f_{yk}$	<b>275</b>	[MPa]
Coefficiente parziale di sicurezza - $\gamma_s$	<b>1,05</b>	[-]
Resistenza di calcolo dell'acciaio - $f_{yd}$	<b>261,90</b>	[MPa]
Sigma Ammissibile - $\sigma_{amm}$	<b>2600</b>	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Deformazione acciaio snervamento di progetto - $\epsilon_{sy}$	<b>0,2</b>	%

### 6.1.4 Legno Lamellare per travi di copertura

<b>Legno Lamellare di Conifere omogeneo - GL24h</b>		
Resistenza a flessione caratteristica - $f_{m,g,k}$	<b>24</b>	[MPa]
Resistenza a trazione (parallela fibre) - $f_{t,0,g,k}$	<b>16,5</b>	[MPa]
Resistenza a trazione (ortogonale fibre) - $f_{t,90,g,k}$	<b>0,4</b>	[MPa]
Resistenza a compressione (parallela fibre) - $f_{c,0,g,k}$	<b>24,0</b>	[MPa]
Resistenza a compressione (ortogonale fibre) - $f_{c,90,g,k}$	<b>2,7</b>	[MPa]
Resistenza a taglio - $f_v,g,k$	<b>2,70</b>	[MPa]
Modulo elastico medio (parallelo fibre) - $E_{0,g,mean}$	<b>11600</b>	[MPa]
Modulo elastico caratteristico (parallelo fibre) - $E_{0,g,05}$	<b>9400</b>	[MPa]
Modulo elastico medio (ortogonale fibre) - $E_{90,g,mean}$	<b>390</b>	[MPa]
Modulo di taglio medio - $G_{g,mean}$	<b>720,00</b>	[MPa]
Peso specifico medio	<b>380,0</b>	[kg/m <sup>3</sup> ]
Coefficiente Parziale di sicurezza - $\gamma$	<b>1,45</b>	[-]

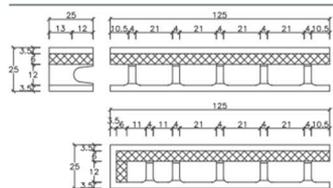
### 6.1.5 Blocchi Cassero per Pareti Diffuse Debolmente Armate

Gli elementi verticali portanti saranno costituiti da blocchi cassero tipo "Isospan S 30/7", adatti per l'utilizzo come elementi portanti; lo spessore complessivo delle pareti portanti è pari a 30 cm, saranno armate mediante armatura singola, sia in senso orizzontale che verticale, ed avranno un nucleo portante di spessore pari a 15 cm.

Le caratteristiche del blocco scelto sono riportate nella scheda tecnica allegata; si riportano di seguito le caratteristiche geometriche degli stessi, di interesse al fine dei calcoli in oggetto.



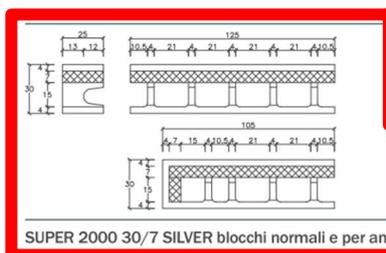
S 36,5/13,5 Silver



Tipo di blocco	Dati tecnici					Dati fisici		
	Larghezza Altezza Lunghezza	Spessore camera di calcestruzzo	Fabbisogno di calcestruzzo	Fabbisogno di blocchi	Peso parete senza intonaco	R	U	Rw
	cm	cm	Lt/m <sup>2</sup>	pezzi/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> K/W	W/m <sup>2</sup> K	dB
S 25/6 SILVER Normale	25 25 125	12	97	3,20	281,1	2,38	0,393	52
S 25/6 SILVER Angolo	25 25 125			3,20				

SUPER 2000 25/6 SILVER blocchi normali e per angoli

Spessore 25 cm con coibentazione integrata di 6 cm in polistirene espanso con grafite



S 30/7 SILVER Normale	30 25 125	15	121	3,20	346,6	2,85	0,331	55
S 30/7 SILVER Angolo	30 25 105			3,81				

SUPER 2000 30/7 SILVER blocchi normali e per angoli

Spessore 30 cm con coibentazione integrata di 7 cm in polistirene espanso con grafite

## 6.2 Coefficienti di sicurezza parziali:

Acciaio per barre d'armatura:	$\gamma_s = 1.15$
Acciaio da carpenteria:	$\gamma_s = 1.05$
Calcestruzzo:	$\gamma_c = 1.5$
Legno massiccio	$\gamma_L = 1.50$
Muratura	$\gamma_M = 2.00$

## 6.3 Limitazioni sulle tensioni per gli Stati Limite d'Esercizio:

Tensioni di compressione nel cls 25/30:

- combinazione di carico rara:  $0.60 \cdot f_{ck} = 14.94 \text{ N/mm}^2$ ;
- combinazione di carico quasi permanente:  $0.45 \cdot f_{ck} = 11.21 \text{ N/mm}^2$ ;

Tensioni di trazione nell'acciaio:

armature ordinarie:  $0.80 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$ .

## 6.4 Condizioni ambientali per il Calcestruzzo Armato

Si hanno i seguenti limiti di aperture delle fessure (D.M. 14.01.08 – 4.1.2.2.4.5. – Tabelle 4.1.IV):

Condizione Ambientale	Combinazione di azioni	Armatura poco sensibile $w_k$
Ordinaria	frequente	$\leq w_3 =$ 0.4 mm
	quasi permanente	$\leq w_2 =$ 0.3 mm

## 6.5 Copriferro per il Calcestruzzo Armato

Si considera un copriferro, relativo ad ambienti di tipo Ordinario, con classe di esposizione XC2, XC3 ed XF2:

$c_1 = 3,0$  cm per strutture in elevazione (XC3);

$c_2 = 4$  cm per strutture in fondazione (XC2).

<b>2 Corrosione indotta da carbonatazione</b>		
Nel caso in cui il calcestruzzo contenente armature o inserti metallici sia esposto all'aria e all'umidità, l'esposizione sarà classificata nel modo seguente:		
<b>Nota</b> Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa Calcestruzzo costantemente immerso in acqua
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo Molte fondazioni
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità relativa dell'aria moderata oppure elevata Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia
XC4	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2

## 7 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SITO

---

### 7.1 Parametri geotecnici

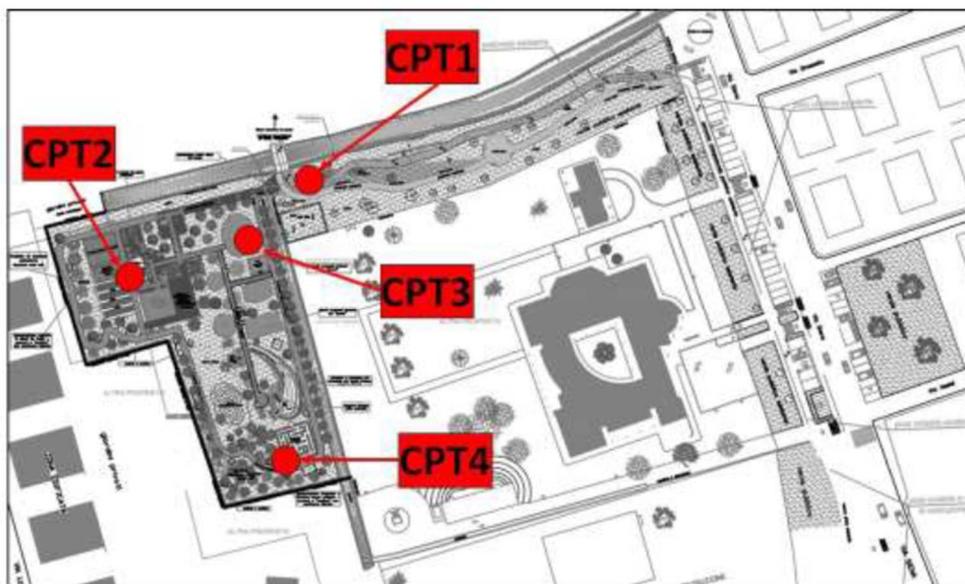
---

Dai dati desumibili dalla relazione Geologica e Geotecnica eseguita nel Gennaio del 2018 dal Geologo Pier Andrea Vorlicek è possibile desumere i dati d'interesse. Per la corretta stratigrafia si rimanda alla succitata relazione. Si valuta la portanza del terreno assumendo cautelativamente i seguenti parametri caratteristici del terreno in condizioni drenate a lungo termine. Si adotta una fondazione a platea in c.a.; uno schema viene riportato di seguito per rendere più chiara la comprensione.

Il **sottosuolo di tipo C** con **categoria topografica T1**, presenta una costante elastica di Winkler pari a  $K_w \cong 3 \text{ daN/cm}^3$  **con argilla limosa e limo argilloso di media consistenza**.

Si riporta di seguito parte della relazione litologica fornita, per mezzo della quale è possibile individuare il valore caratteristico del parametro **coesione non drenata**, che risulta pari a **50 kN/m<sup>2</sup>**.

La profondità della falda è stata determinata con piezometro a tubo aperto e risulta essere pari a -1,8 m dal piano campagna.



Ubicazione delle indagini CPT sulla planimetria dello stato di progetto  
Figura 7-1: Ubicazione delle prove penetrometriche

Parametri geotecnici medi ricavati dalla prova CPT2

Strato	m da p.c.	INTERPRETAZIONE LITOLOGICA <sup>(1)</sup>	PARAMETRI GEOTECNICI				
			Rp Kg/cmq	Cu Kg/cmq	$\phi^\circ$	$\gamma_{ds}$ g/cmc	$\alpha$
1	0.00-0.60	Suolo vegetale	\	\	\	\	\
2	0.60-1.20	Argilla limosa	10	0.50	\	1.68	3-6
3	1.20-1.80	Limo argilloso / Limo argilloso-sabbioso	30	0.85	26	1.80	3-6
4	1.80-2.40	Sabbia limosa	45	\	31	1.87	\
5	2.40-3.00	Argilla plastica	10	0.70	\	1.68	3-6
6	3.00-4.20	Limo argilloso / Limo argilloso-sabbioso	60	\	29	1.92	3-6
7	4.20-6.40	Limo argilloso debolmente sabbioso con livelli di argilla limosa	10	0.35	\	1.68	3-6
8	6.40-7.40	Limo argilloso debolmente sabbioso	60	2.00	\	1.92	3-6
9	7.40-8.80	Sabbia mediamente addensata	90	\	34	1.98	\
10	8.80-9.60	Limo argilloso/Argilla limosa	12	0.45	\	1.70	3-6
11	9.60-10.20	Limo argilloso-sabbioso	60	1.60	27.5	1.92	3-6
12	10.20-11.80	Limo argilloso	9	0.38	\	1.67	3-6
13	11.80-12.00	Sabbia limosa	35	\	31.0	1.82	\

Figura 7-2: Stratigrafia ottenuta dalle prove penetrometriche

## 7.2 Calcolo della Portanza del Terreno

Si riporta il calcolo della portanza effettuato secondo il metodo di Brinch-Hansen secondo i parametri riportati sopra:

### Caratteristiche del terreno

$\phi =$	0	°
$c =$	0,5	kg/cm <sup>2</sup>
$\gamma =$	1800	kg/m <sup>3</sup>

$N_q =$	1,00
$N_c =$	5,14
$N_{\gamma} =$	0

	Approccio	
	(M1)	(M2)
$\gamma_c =$	1	1,4
$\gamma_\phi =$	1	1,25

	Approccio	
	(M1)	(M2)
$N_q$	1	1
$N_c$	5,14	3,6714
$N_{\gamma}$	0	0

### Calcolo del $q_{lim}$

Scelta della Formulazione *Brinch-Hansen (Vesic)*

#### $q_{lim}$ su larghezza "a"

$$q_{lim} (M1) = 32214 \text{ kg/m}^2$$

$$3,2214 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{lim} (M2) = 23267,143 \text{ kg/m}^2$$

$$2,3267143 \text{ kg/cm}^2$$

	Approccio		
	(R1)	(R2)	(R3)
$\gamma_R =$	1	1,8	2,3

	Approccio		
	M1+R1	M2+R2	M1+R3
$q_{lim}$	3,2214	1,2926	1,4006087

#### $q_{lim}$ su larghezza "b"

$$q_{lim} (M1) = 32214 \text{ kg/m}^2$$

$$3,2214 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{lim} (M2) = 23267,143 \text{ kg/m}^2$$

$$2,3267143 \text{ Mpa}$$

	Approccio		
	(R1)	(R2)	(R3)
$\gamma_R =$	1	1,8	2,3

	Approccio		
	M1+R1	M2+R2	M1+R3
$q_{lim}$	3,2214	1,2926	1,4006087

Il calcolo fornisce un valore leggermente superiore a quanto riportato nella geologica. E' possibile considerare una portanza massima del terreno pari ad **1,40 daN/cm<sup>2</sup>**.

## 8 ANALISI E COMBINAZIONI DEI CARICHI

---

### 8.1 Carichi Verticali

---

#### 8.1.1 Calcolo dei carichi verticali accidentali

---

##### 8.1.1.1 Neve

Il sovraccarico accidentale da neve è calcolato secondo § 3.4:

$$q = A \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

$\alpha =$	0	deg	pendenza
$\mu_i =$	0.80		coefficiente di forma
$q_{sk} =$	1.0	kN/m <sup>2</sup>	valore caratteristico
$C_E =$	1.0		coefficiente di esposizione
$C_t =$	1.0		coefficiente termico
$q_N =$	1.0	kN/m <sup>2</sup>	

##### 8.1.1.2 Vento

Il carico da vento, non concomitante al sisma, è computato nel seguente modo:

$$p = q_b \cdot C_e \cdot p_p \cdot C_d$$

essendo:

$q_b = 0.5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0.5 \cdot 1.25 \cdot 25 = 391.2 \text{ N/m}^2$  – la pressione cinetica di riferimento in zona 2;  
 $C_e = 1.63$  – il coefficiente di esposizione considerata una rugosità di tipo B e classe d'esposizione IV;  
 $C_p$  = il coefficiente di forma variabile in funzione dell'elemento;  
 $C_d = 1$  – il coefficiente dinamico.

##### 8.1.1.3 Accidentale Folla (Cat. C)

Secondo le attuali Norme Tecniche, il carico accidentale da prevedere in locali suscettibili di affollamento è definito come carico di categoria C, di entità pari a 4 kN/m<sup>2</sup>.

## 8.1.2 Pavimento piano terra

Si riporta il carico gravante in corrispondenza del pavimento al piano terra:

Carichi Piano di Calpestio al Piano Terra					
Tipologia di carico	Elementi	P. Specif. [kg/m <sup>3</sup> ]	Spessore [m]	Carico [kg/m]	Totale [kg/m <sup>2</sup> ]
Permanente strutturale (G1)	Peso Proprio Soletta nuova (s=30 cm)	2500	0,3	-	750
Permanente non strutt (G2)	Pavimento in Gres	2000	0,015	-	30
	Massetto Fibrato (spess. Sopra bugna)	2100	0,06	-	126
	Pannello Isolante	40	0,08	-	3,2
	Massetto Alleggerito Isocal Pol 1000	1000	0,15	-	150
	Accidentali (Q <sub>K1</sub> )	Accidentale (Cat. C2)	-	-	-

## 8.1.3 Solaio di Copertura

Si riporta il carico gravante in corrispondenza del solaio di copertura:

Carichi Copertura					
Tipologia di carico	Elementi	P. Specif. [kg/m <sup>3</sup> ]	Spessore [m]	Carico [kg/m]	Totale [kg/m <sup>2</sup> ]
Permanente strutturale (G1)	Travi in legno 20x25 i=80 cm	420	0,05	-	26,25
	Travi Principali 20x44 - 20x64				
Permanente non strutt (G2)	Tavolato in legno s=2,5 cm	420	0,025		10,5
	Tavolato in legno s=2,5 cm	420	0,025		10,5
	Guaina Impermeabilizzante	3400	0,004	-	13,6
	Isolante	90	0,2	-	18
	Membrana Traspirante	2000	0,004		8
	Lamierino di chiusura				20
	Accidentali (Q <sub>K1</sub> )	Accidentale Manutenzione (Cat.H1 Coperture e S)	-	-	-
	Accidentale Neve (<1000 m)	-	-	-	100

## 8.2 Combinazioni Dei Carichi

---

### 8.2.1 SLU

---

$$F = \gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}G_2 + \gamma_{Q1}Q_1 + \gamma_{Q2}\psi_{02}Q_2 + \dots$$

$$\gamma_{G1} = 1.3 - 1.0$$

$$\gamma_{G1} = 1.5 - 0.0$$

$$\gamma_{Qi} = 1.5 - 0.0$$

### 8.2.2 SLE

---

#### 8.2.2.1 SLE (Rara)

$$F = G_1 + G_2 + Q_1 + \psi_{02}Q_2 + \dots$$

$$\psi_{02} = 0.7$$

#### 8.2.2.2 SLE (Frequente)

$$F = G_1 + G_2 + \psi_{11}Q_1 + \psi_{22}Q_2 + \dots$$

$$\psi_{11} = 0.5$$

$$\psi_{22} = 0.3$$

#### 8.2.2.3 SLE (Quasi Permanente)

$$F = G_1 + G_2 + \psi_{21}Q_1 + \psi_{22}Q_2 + \dots$$

$$\psi_{21} = 0.3$$

$$\psi_{22} = 0.3$$

### 8.2.3 SISMA

---

$$F = E + G_1 + G_2 + \psi_{21}Q_1 + \psi_{22}Q_2 + \dots$$

dove:

$G_1$  - peso proprio degli elementi strutturali

$G_2$  - peso proprio degli elementi non strutturali

$Q_i$  - azioni variabili.

$E$  - effetti sismici.

$\gamma_i, \psi_{ki}$  - coefficienti di combinazione.

Categoria/Azione variabile	$\psi_{0j}$	$\psi_{1j}$	$\psi_{2j}$
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

I coefficienti di combinazione  $\gamma$ , che la normativa impone differenziando le combinazioni agli SLU come EQU, STR, GEO sono stati presi, a favore di sicurezza, in modo da massimizzare gli effetti.

Per le verifiche sismiche si è verificato:

- lo stato limite di vulnerabilità (**SLV**) per gli stati limite ultimi, che considera un periodo di ritorno di **712 anni**, con probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$  del 10%;
- lo stato limite di danno (SLD) per gli stati limite di esercizio con una  $P_{VR}$  del 63%.

## 9 DATI DI INPUT E MODELLAZIONE STRUTTURALE

---

### 9.1 Premessa

---

La valutazione dell'azione sismica agente è stata effettuata ai sensi delle N.T.C. 2018. L'analisi della risposta strutturale all'azione dei carichi base e delle relative combinazioni di carico, è stata svolta mediante il metodo dell'equilibrio o degli spostamenti.

La maggior parte dell'analisi strutturale è stata svolta con l'ausilio di un software ad Elementi Finiti, basato sui principi del F.E.M. (Finite Elements Method), denominato SismiCad 12.12 prodotto dalla ditta Concrete di Padova.

### 9.2 Analisi dei Modelli Matematici

---

Per lo studio del sistema di intervento sono stati realizzati molteplici modelli di calcolo, alcuni locali, altri globali, in modo da studiare le varie condizioni di carico e di sollecitazione per la struttura. Per lo studio della nuova struttura si sono realizzati due modelli F.E.M. di calcolo, con riferimento alla condizione sismica e statica. In particolare si è realizzata un'analisi statica lineare per mezzo della quale si è verificato lo stato di salute degli elementi portanti della struttura in condizioni statiche, un'analisi dinamica lineare è stata inoltre condotta per valutare la resistenza dell'edificio alle azioni sismiche e l'effetto che l'intervento di rinforzo ha sulle strutture esistenti.

### 9.3 Schema Statico e Modellazione dello Stato di Progetto

---

La struttura è stata schematizzata con un modello tridimensionale, utilizzando elementi shell per la struttura di copertura e per la soletta al piano terra mentre sono stati utilizzati elementi beam per la modellazione delle travi. Nel modello numerico la fondazione è costituita da elementi shell a diretto contatto con il suolo, così da massimizzarne le sollecitazioni. Il suolo, non reagente a trazione, è equiparato a un letto di molle le cui caratteristiche sono state dedotte dall'analisi geologica fornita.

Per la modellazione delle pareti debolmente armate si sono utilizzati elementi shell di spessore congruente con quanto scelto per i vari elementi.

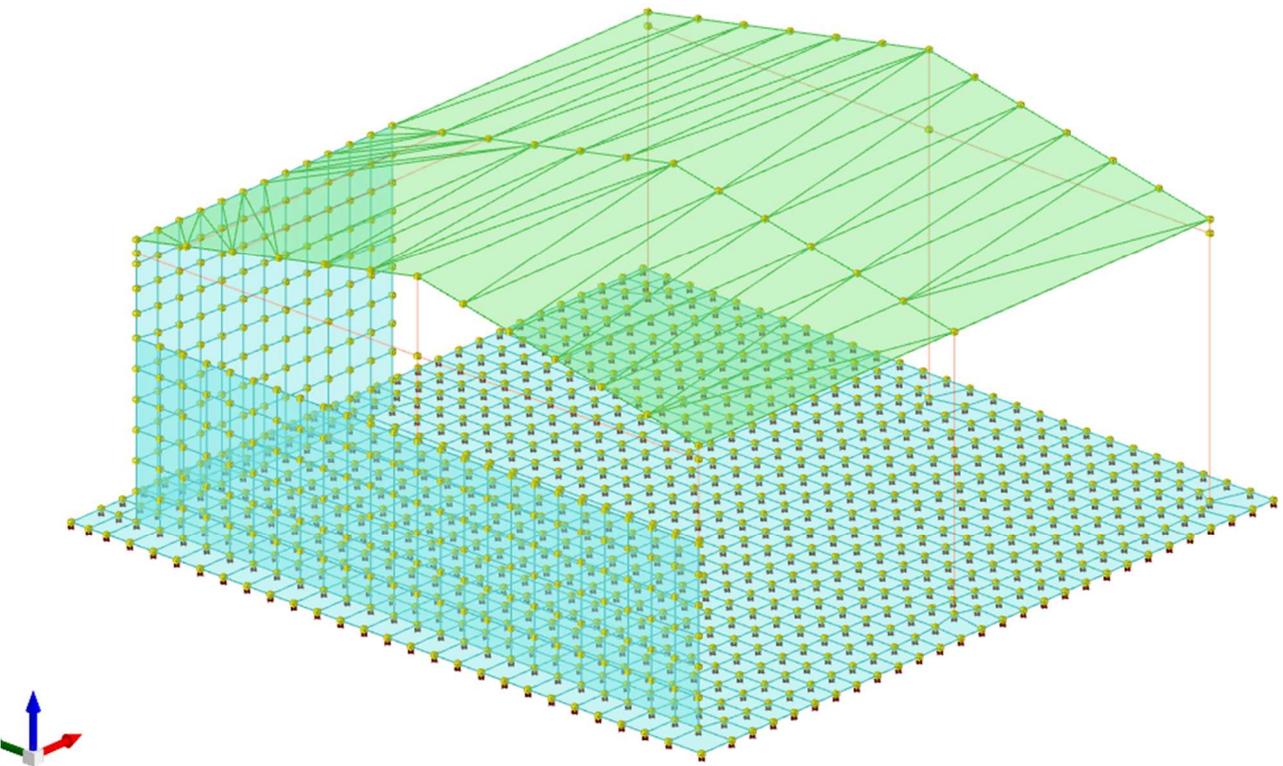
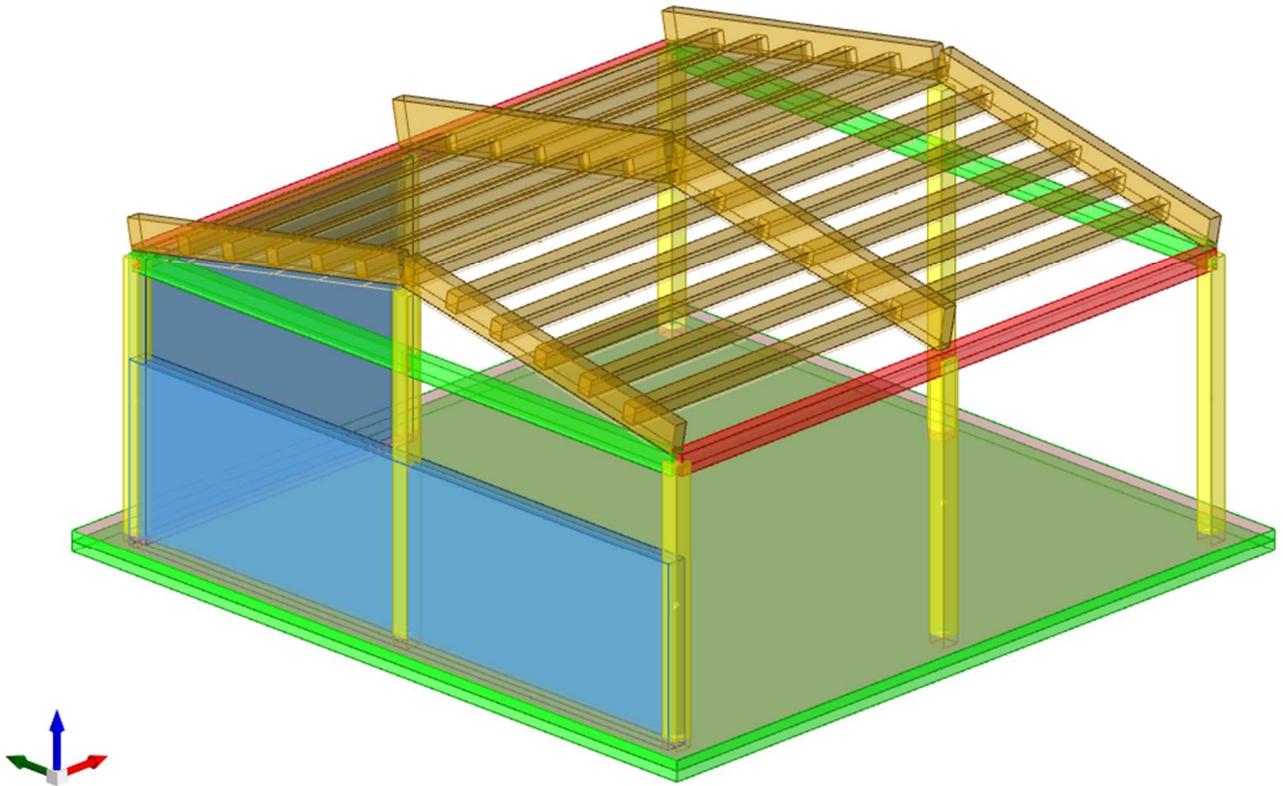


Figura 9-1: Modello FEM della struttura oggetto di nuova progettazione

La struttura viene discretizzata come segue:

- Copertura composta da travi in legno e tavolato modellata mediante shell, non potendovi assegnare rigidità infinita essendo la stessa non orizzontale e non essendo dotata di cappa armata; le travi sono modellate mediante elementi beam svincolati alle estremità ad approssimare l'appoggio semplice;
- Soletta al piano terra in cemento armato modellati mediante elementi bidimensionali tipo *PLATE*;
- Travi in c.a. mediante elementi monodimensionali tipo *BEAM* con sezione pari alla sezione del corrispondente elemento;
- Pilastri in c.a. mediante elementi monodimensionali tipo *BEAM* con sezione pari alla sezione del corrispondente elemento;
- Pareti debolmente armate in C.A. modellate mediante elementi *SHELL*;
- Suolo modellato alla Winkler tenendo conto della rigidità delle stratificazioni dedotte dalla relazione geologica.

Le forze trasmesse dalle strutture portanti sono: pesi propri, pesi permanenti e accidentali di solaio.

L'interazione terreno-struttura è descritta numericamente mediante una distribuzione continua di molle elastiche di opportuna rigidità. Tale rigidità è funzione della tipologia di terreno. Dal modello di calcolo è stato possibile risalire alle sollecitazioni necessarie al dimensionamento dell'armatura della fondazione. Le verifiche sono state condotte anche in questo caso sia agli stati limite ultimi che a quelli di esercizio, sia per quanto riguarda le travi che il terreno (carico limite e cedimenti).

L'analisi strutturale è condotta col metodo degli elementi finiti. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento generale. Le incognite del problema sono le componenti di spostamento dei nodi (3 per ogni nodo) riferite al sistema di riferimento generale. Gli spostamenti incogniti sono ottenuti risolvendo un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dalle forze di incastro perfetto concentrate nei nodi:

$$K \cdot u = F$$

essendo:

K = matrice di rigidità della struttura;

u = vettore spostamenti nodali;

F = vettore forze nodali.

Ottenuti gli spostamenti sono valutate le sollecitazioni nei singoli elementi riferite alla terna locale dell'elemento stesso.

## 9.4 Fattore di comportamento

---

### 9.4.1 Classe di Duttilità

---

Per la struttura in oggetto la progettazione è stata svolta con una classe di duttilità bassa, definita dalle attuali Normative CDB.

### 9.4.2 Tipologia Strutturale

---

Secondo quanto precisato al punto 7.4.3.1 delle NTC18, la struttura è definita come struttura mista equivalente a telai, per la quale la resistenza alle azioni sia verticali che orizzontali è affidata contemporaneamente ai pilastri ed alle pareti debolmente armate, con preponderanza di pilastri.

#### 7.4.3.1 TIPOLOGIE STRUTTURALI

Le strutture sismo-resistenti in calcestruzzo armato previste dalle presenti norme possono essere classificate nelle seguenti tipologie:

- strutture a telaio, nelle quali la resistenza alle azioni sia verticali che orizzontali è affidata principalmente a telai spaziali, aventi resistenza a taglio alla base  $\geq 65\%$  della resistenza a taglio totale;
- strutture a pareti, nelle quali la resistenza alle azioni sia verticali che orizzontali è affidata principalmente a pareti (v. § 7.4.4.5), aventi resistenza a taglio alla base  $\geq 65\%$  della resistenza a taglio totale; le pareti, a seconda della forma in pianta, si definiscono semplici o composte (v. § 7.4.4.5), a seconda della assenza o presenza di opportune "travi di accoppiamento" duttili distribuite in modo regolare lungo l'altezza, si definiscono singole o accoppiate;
- **strutture miste telaio-pareti, nelle quali la resistenza alle azioni verticali è affidata prevalentemente ai telai, la resistenza alle azioni orizzontali è affidata in parte ai telai ed in parte alle pareti, singole o accoppiate; se più del 50% dell'azione orizzontale è assorbita dai telai si parla di strutture miste equivalenti a telai, altrimenti si parla di strutture miste equivalenti a pareti;**
- strutture a pendolo inverso, nelle quali almeno il 50% della massa è nel terzo superiore dell'altezza della costruzione e nelle quali la dissipazione d'energia avviene alla base di un singolo elemento strutturale;
- strutture a pendolo inverso intelaiate monopiano, nelle quali almeno il 50% della massa è nel terzo superiore dell'altezza della costruzione, in cui i pilastri sono incastrati in sommità alle travi lungo entrambe le direzioni principali dell'edificio. In ogni caso, per questo tipo di strutture, la forza assiale non può eccedere il 30% della resistenza a compressione della sola sezione di calcestruzzo;
- strutture deformabili torsionalmente, composte da telai e/o pareti, la cui rigidezza torsionale non soddisfa ad ogni piano la condizione  $r^2/l_g^2 \geq 1$ , nella quale:  
 $r^2$  = raggio torsionale al quadrato è, per ciascun piano, il rapporto tra la rigidezza torsionale rispetto al centro di rigidezza laterale e la maggiore tra le rigidezze laterali, tenendo conto dei soli elementi strutturali primari, per strutture a telaio o a pareti (purché snelle e a deformazione prevalentemente flessionale),  $r^2$  può essere valutato, per ogni piano, riferendosi ai momenti d'inerzia flessionali delle sezioni degli elementi verticali primari.  
 $L^2$  = per ogni piano, è il rapporto fra il momento d'inerzia polare della massa del piano rispetto ad un asse verticale passante per il centro di massa del piano e la massa stessa del piano; nel caso di piano a pianta rettangolare  $L^2 = (L^2 + B^2)/12$ , essendo L e B le dimensioni in pianta del piano.

Una struttura a pareti, nei termini sopra definiti, è da considerarsi come struttura a pareti estese debolmente armate se le pareti sono caratterizzate da un'estensione a buona parte del perimetro della pianta strutturale e sono dotate di idonei provvedimenti per garantire la continuità strutturale così da produrre un efficace comportamento scatolare. Inoltre, nella direzione orizzontale d'interesse, la struttura deve avere un periodo fondamentale, in condizioni non fessurate e calcolato nell'ipotesi di assenza di rotazioni alla base, non superiore a  $T_C$ .

### 9.4.3 Regolarità in Pianta

---

La struttura risulta non regolare in pianta, pertanto si definisce il coefficiente  $a_u/a_l$  come media tra il valore 1 e quello definito per la tipologia costruttiva al capitolo 7.4.3.2 delle NTC18.

#### 7.4.3.2 FATTORI DI COMPORTAMENTO

Il fattore di comportamento  $q$  da utilizzare per ciascuna direzione dell'azione sismica orizzontale è calcolato come riportato nel § 7.3.1 e nella tabella 7.3.II.

Ai fini della determinazione del fattore di comportamento  $q$ , una struttura si considera a pareti accoppiate se è verificata la condizione che il momento totale alla base, prodotto dalle azioni orizzontali, è equilibrato, per almeno il 20%, dalla coppia prodotta dagli sforzi verticali indotti nelle pareti dall'azione sismica.

Le strutture a pareti possono essere progettate sia in CD "A" sia in CD "B", mentre le strutture a pareti estese debolmente armate solo in CD "B".

Le strutture aventi i telai resistenti all'azione sismica realizzati, anche in una sola delle direzioni principali, con travi a spessore devono essere progettate in CD "B" salvo che tali travi non si possano considerare elementi strutturali "secondari".

Per strutture regolari in pianta, possono essere adottati i seguenti valori di  $\alpha_u/\alpha_1$ :

a) Strutture a telaio o miste equivalenti a telai

- strutture a telaio di un piano	$\alpha_u/\alpha_1 = 1,1$
- strutture a telaio con più piani ed una sola campata	$\alpha_u/\alpha_1 = 1,2$
- strutture a telaio con più piani e più campate	$\alpha_u/\alpha_1 = 1,3$

b) Strutture a pareti o miste equivalenti a pareti

- strutture con solo due pareti non accoppiate per direzione orizzontale	$\alpha_u/\alpha_1 = 1,0$
- altre strutture a pareti non accoppiate	$\alpha_u/\alpha_1 = 1,1$
- strutture a pareti accoppiate o miste equivalenti a pareti	$\alpha_u/\alpha_1 = 1,2$

Per tipologie strutturali diverse da quelle sopra definite, ove s'intenda adottare un valore  $q > 1,5$  il valore adottato deve essere adeguatamente giustificato dal progettista mediante l'impiego di analisi non lineari.

Si ottiene quindi, seguendo quanto indicato al capitolo 7.3.1 delle NTC18:

Per le costruzioni *regolari in pianta*, qualora non si proceda a un'analisi non lineare finalizzata alla sua valutazione, per il rapporto  $\alpha_u/\alpha_1$ , possono essere adottati i valori indicati nei paragrafi successivi per le diverse tipologie costruttive.

Per le costruzioni *non regolari in pianta*, si possono adottare valori di  $\alpha_u/\alpha_1$  pari alla media tra 1,0 e i valori di volta in volta forniti per le diverse tipologie costruttive.

$$\frac{\alpha_u}{\alpha_1} = \frac{1 + 1,1}{2} = 1,05$$

#### 9.4.4 Regolarità in Elevazione

La struttura in oggetto risulta regolare in altezza, pertanto per quanto prescritto al capitolo 7.3.1 delle NTC18 il fattore  $K_R$  assume il valore seguente:

$K_R$  è un fattore che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione, con valore pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza e pari a 0,8 per costruzioni non regolari in altezza.

$$K_R = 1$$

## 9.4.5 Definizione del fattore di comportamento

Come prescritto al capitolo 7.3.1 delle NTC18, il fattore di comportamento viene definito come segue:

### Valori del fattore di comportamento $q$

Nel caso di comportamento strutturale dissipativo (§ 7.2.2), il valore del fattore di comportamento  $q$ , da utilizzare per lo stato limite considerato e nella direzione considerata per l'azione sismica, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e tiene conto, convenzionalmente, delle capacità dissipative del materiale. Le strutture possono essere classificate come appartenenti ad una tipologia in una direzione orizzontale e ad un'altra tipologia nella direzione orizzontale ortogonale alla precedente, utilizzando per ciascuna direzione il fattore di comportamento corrispondente.

Il limite superiore  $q_{lim}$  del fattore di comportamento relativo allo SLV è calcolato tramite la seguente espressione:

$$q_{lim} = q_0 \cdot K_R \quad [7.3.1]$$

dove:

$q_0$  è il valore base del fattore di comportamento allo SLV, i cui massimi valori sono riportati in tabella 7.3.II in dipendenza della Classe di Duttività, della tipologia strutturale, del coefficiente  $\lambda$  di cui al § 7.9.2.1 e del rapporto  $\alpha_u/\alpha_1$  tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la plasticizzazione in un numero di zone dissipative tale da rendere la struttura un meccanismo e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione; la scelta di  $q_0$  deve essere esplicitamente giustificata;

$K_R$  è un fattore che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione, con valore pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza e pari a 0,8 per costruzioni non regolari in altezza.

Tab. 7.3.II – Valori massimi del valore di base  $q_0$  del fattore di comportamento allo SLV per diverse tecniche costruttive ed in funzione della tipologia strutturale e della classe di duttilità CD

Tipologia strutturale	$q_0$	
	CD "A"	CD "B"
<b>Costruzioni di calcestruzzo (§ 7.4.3.2)</b>		
Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste (v. § 7.4.3.1)	$4,5 \alpha_u/\alpha_1$	$3,0 \alpha_u/\alpha_1$
Strutture a pareti non accoppiate (v. § 7.4.3.1)	$4,0 \alpha_u/\alpha_1$	3,0
Strutture deformabili torsionalmente (v. § 7.4.3.1)	3,0	2,0
Strutture a pendolo inverso (v. § 7.4.3.1)	2,0	1,5
Strutture a pendolo inverso intelaiate monopiano (v. § 7.4.3.1)	3,5	2,5
<b>Costruzioni con struttura prefabbricata (§ 7.4.5.1)</b>		
Strutture a pannelli	$4,0 \alpha_u/\alpha_1$	3,0
Strutture monolitiche a cella	3,0	2,0
Strutture con pilastri incastrati e orizzontamenti incernierati	3,5	2,5
<b>Costruzioni d'acciaio (§ 7.5.2.2) e composte di acciaio-calcestruzzo (§ 7.6.2.2)</b>		
Strutture intelaiate	$5,0 \alpha_u/\alpha_1$	4,0
Strutture con controventi eccentrici		
Strutture con controventi concentrici a diagonale tesa attiva	4,0	4,0
Strutture con controventi concentrici a V	2,5	2,0
Strutture a mensola o a pendolo inverso	$2,0 \alpha_u/\alpha_1$	2,0
Strutture intelaiate con controventi concentrici	$4,0 \alpha_u/\alpha_1$	4,0
Strutture intelaiate con tamponature in murature	2,0	2,0
<b>Costruzioni di legno (§ 7.7.3)</b>		
Pannelli di parete a telaio leggero chiodati con diaframmi incollati, collegati mediante chiodi, viti e bulloni	3,0	2,0
Strutture reticolari iperstatiche con giunti chiodati		
Portali iperstatici con mezzi di unione a gambo cilindrico	4,0	2,5
Pannelli di parete a telaio leggero chiodati con diaframmi chiodati, collegati mediante chiodi, viti e bulloni.	5,0	3,0
Pannelli di tavole incollate a strati incrociati, collegati mediante chiodi, viti, bulloni		2,5
Strutture reticolari con collegamenti a mezzo di chiodi, viti, bulloni o spinotti		

Strutture cosiddette miste, con intelaiatura (sismo-resistente) in legno e tamponature non portanti		
Strutture isostatiche in genere, compresi portali isostatici con mezzi di unione a gambo cilindrico, e altre tipologie strutturali		1,5
<b>Costruzioni di muratura (§ 7.8.1.3)</b>		
Costruzioni di muratura ordinaria		$1,75 \alpha_u/\alpha_1$
Costruzioni di muratura armata		$2,5 \alpha_u/\alpha_1$
Costruzioni di muratura armata con progettazione in capacità		$3,0 \alpha_u/\alpha_1$
Costruzioni di muratura confinata		$2,0 \alpha_u/\alpha_1$
Costruzioni di muratura confinata con progettazione in capacità		$3,0 \alpha_u/\alpha_1$
<b>Ponti (§ 7.9.2.1)</b>		
<b>Pile in calcestruzzo armato</b>		
Pile verticali inflesse	3,5 $\lambda$	1,5
Elementi di sostegno inclinati inflessi	2,1 $\lambda$	1,2
<b>Pile in acciaio:</b>		
Pile verticali inflesse	3,5	1,5
Elementi di sostegno inclinati inflessi	2,0	1,2
Pile con controventi concentrici	2,5	1,5
Pile con controventi eccentrici	3,5	-
<b>Spalle</b>		
In genere	1,5	1,5
Se si muovono col terreno	1,0	1,0

Per quanto risultante dai paragrafi precedenti. Il fattore di comportamento risulta quindi:

$$q = q_0 K_R = 3 \cdot \frac{\alpha_u}{\alpha_1} \cdot K_R = 3 \cdot 1,05 \cdot 1 = 3,15$$

## 9.5 Spettri Elastici e di Progetto

---

Si riportano gli spettri elastici in accelerazione, relativi alla località di Padova; gli spettri elastici tengono conto, oltre che della località, anche della tipologia di terreno e delle caratteristiche topografiche del sito, ma per essere applicati alla struttura saranno trasformati in spettri di progetto, i quali terranno conto della tipologia strutturale, del fattore di struttura, della regolarità in pianta ed in altezza.

Si riportano nel seguito gli spettri impiegati:

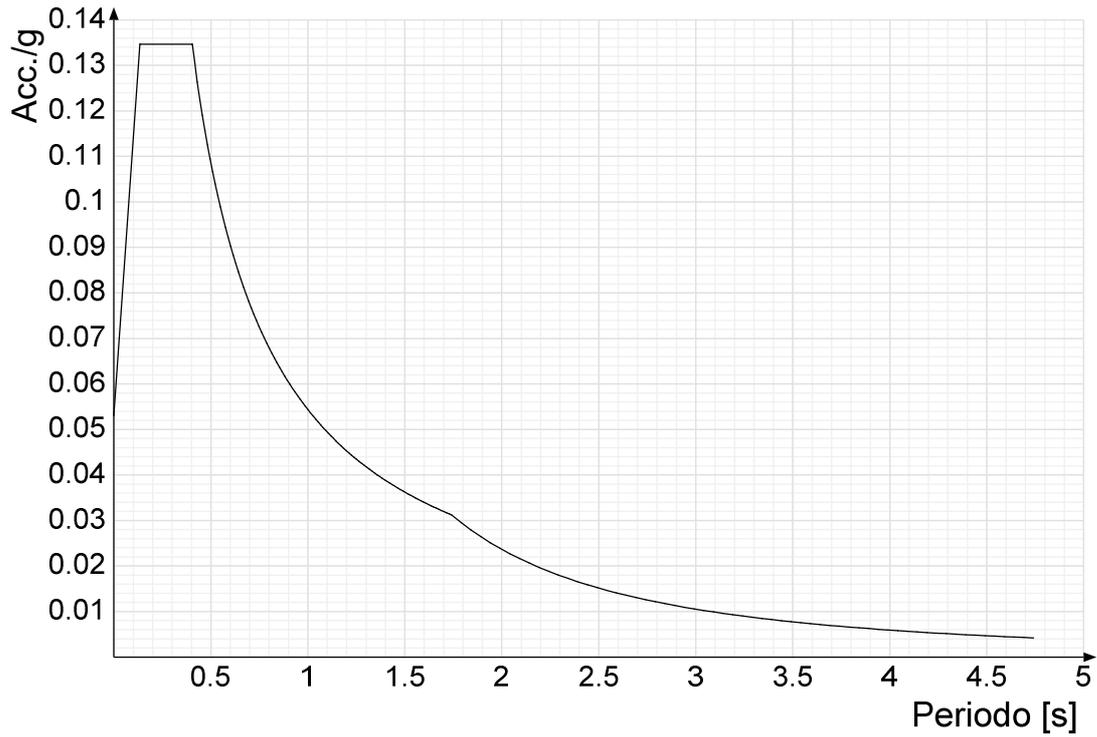
Categoria Suolo	C
Categoria Topografica	T1
Classe d'Uso del Fabbricato	III
Vita Nominale - Vn	50 anni
Periodo di Riferimento - Vr	75 anni
Fattore di Comportamento (SLV)	3,15

### **Valori dei parametri $a_g$ , $F_o$ , $T_C^*$ per i periodi di ritorno $T_R$ associati a ciascuno**

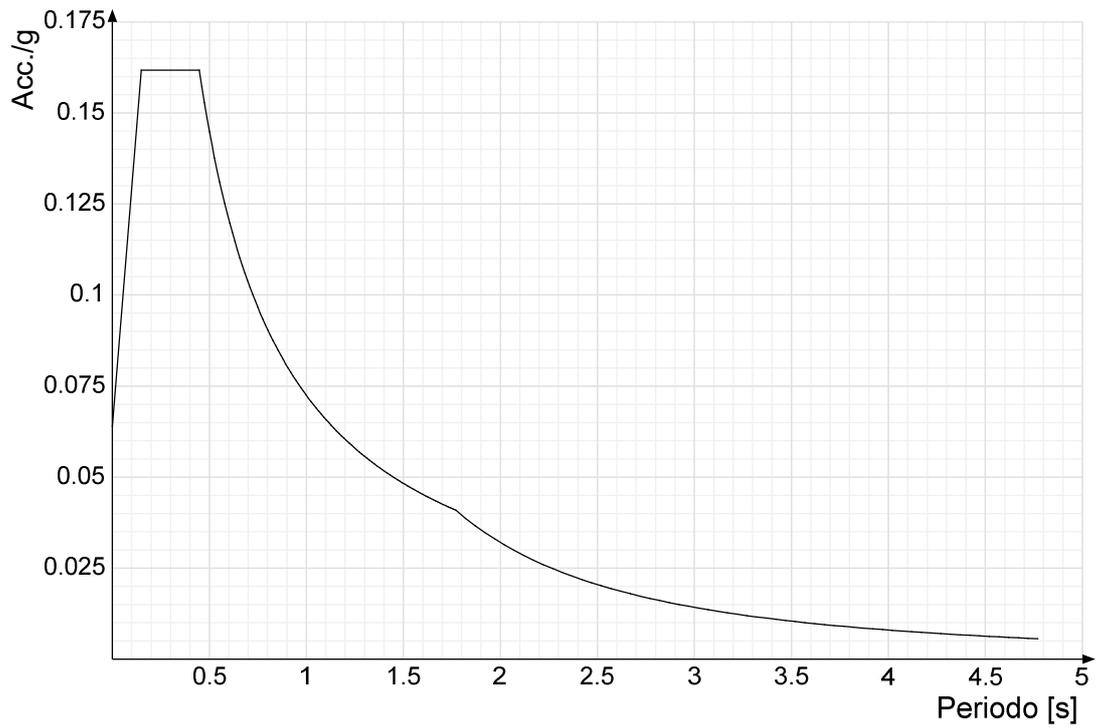
---

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	45	0,035	2,531	0,240
SLD	75	0,042	2,527	0,279
SLV	712	0,092	2,657	0,345
SLC	1462	0,117	2,635	0,358

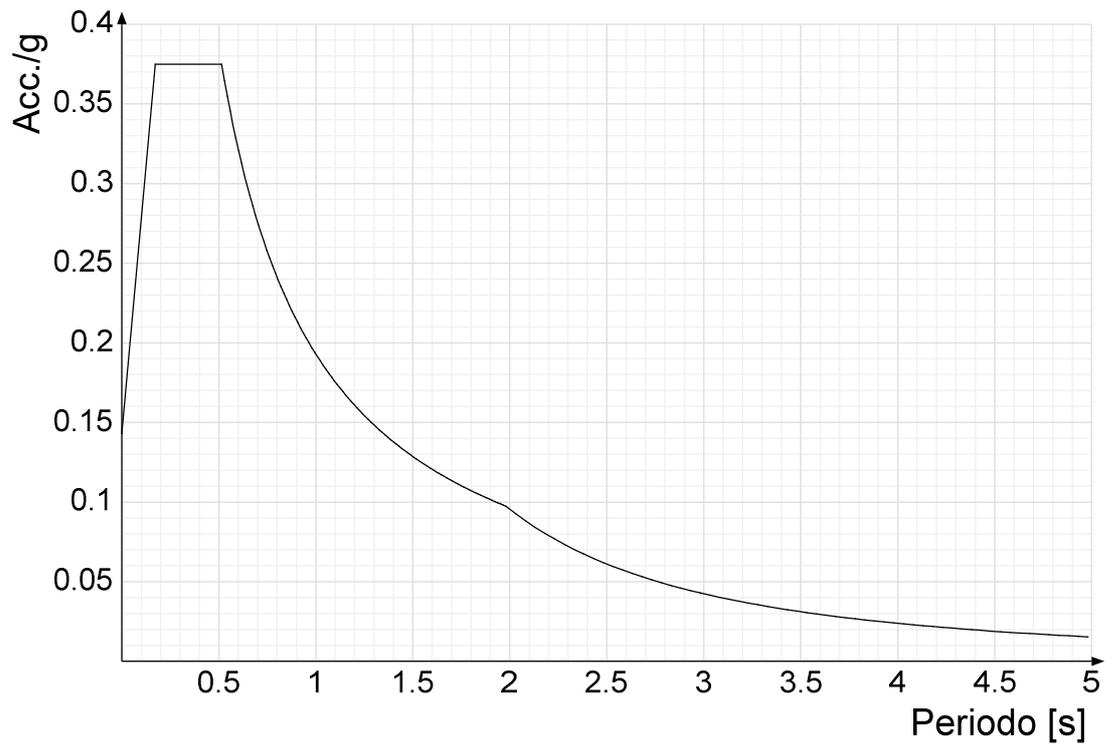
Spettro di risposta **elastico** in accelerazione delle componenti orizzontali **SLO** § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



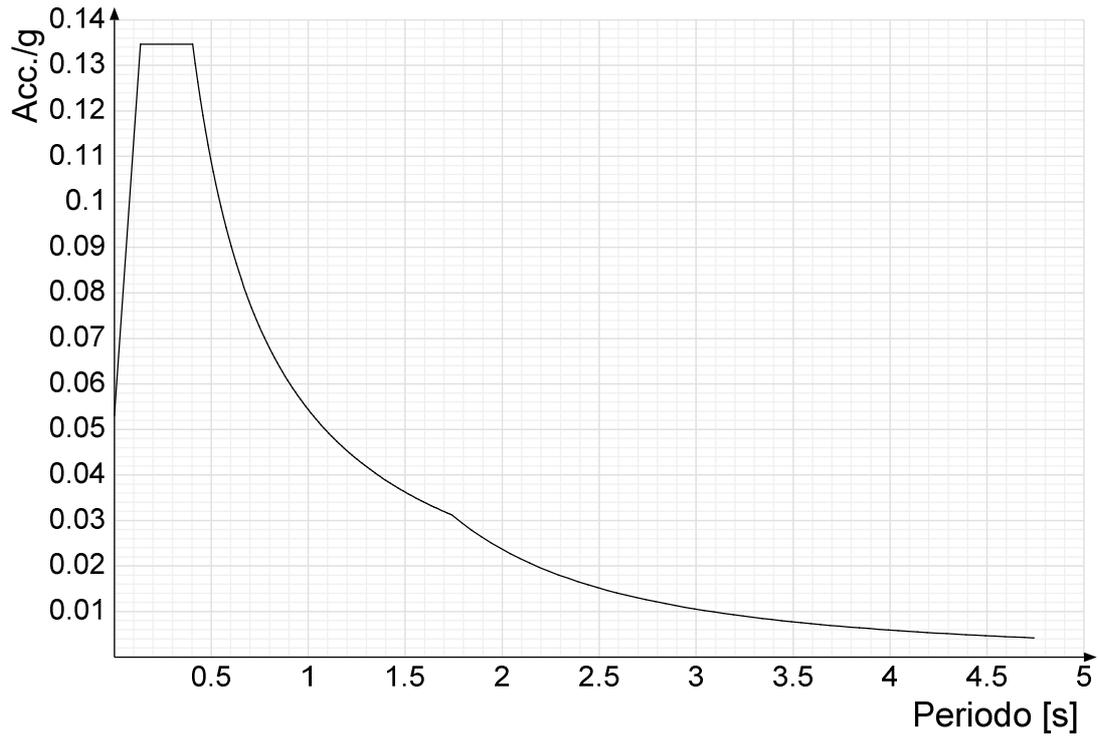
Spettro di risposta **elastico** in accelerazione delle componenti orizzontali **SLD** § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



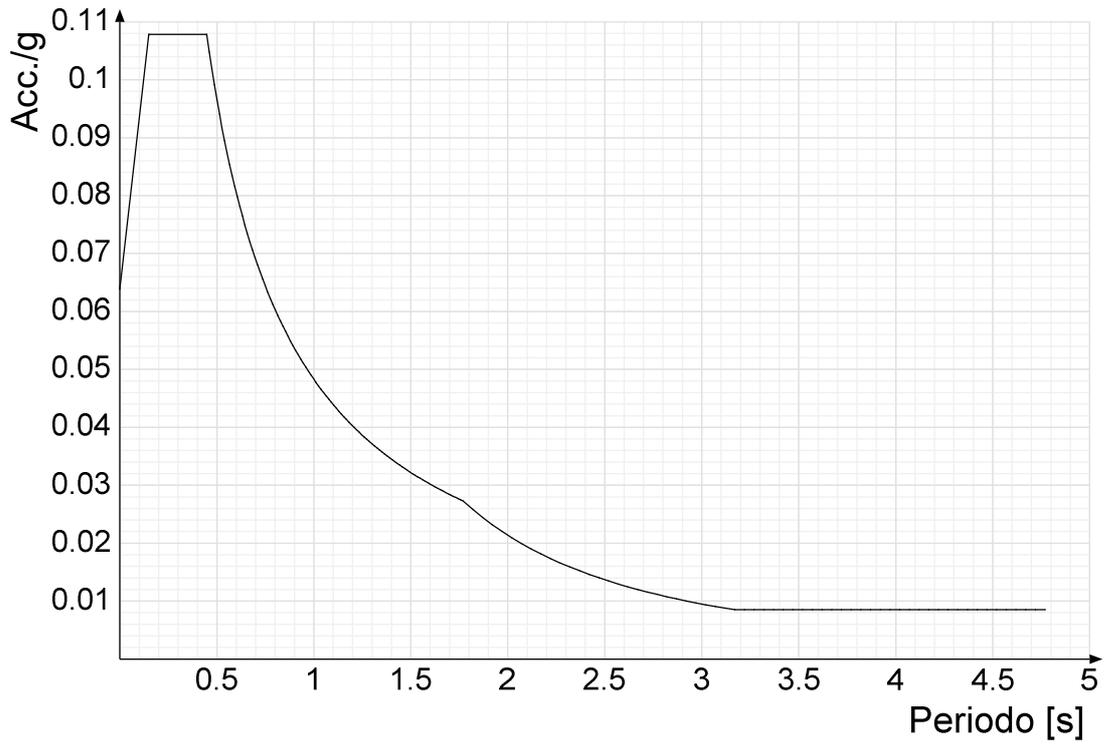
Spettro di risposta **elastico** in accelerazione delle componenti orizzontali **SLV** § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



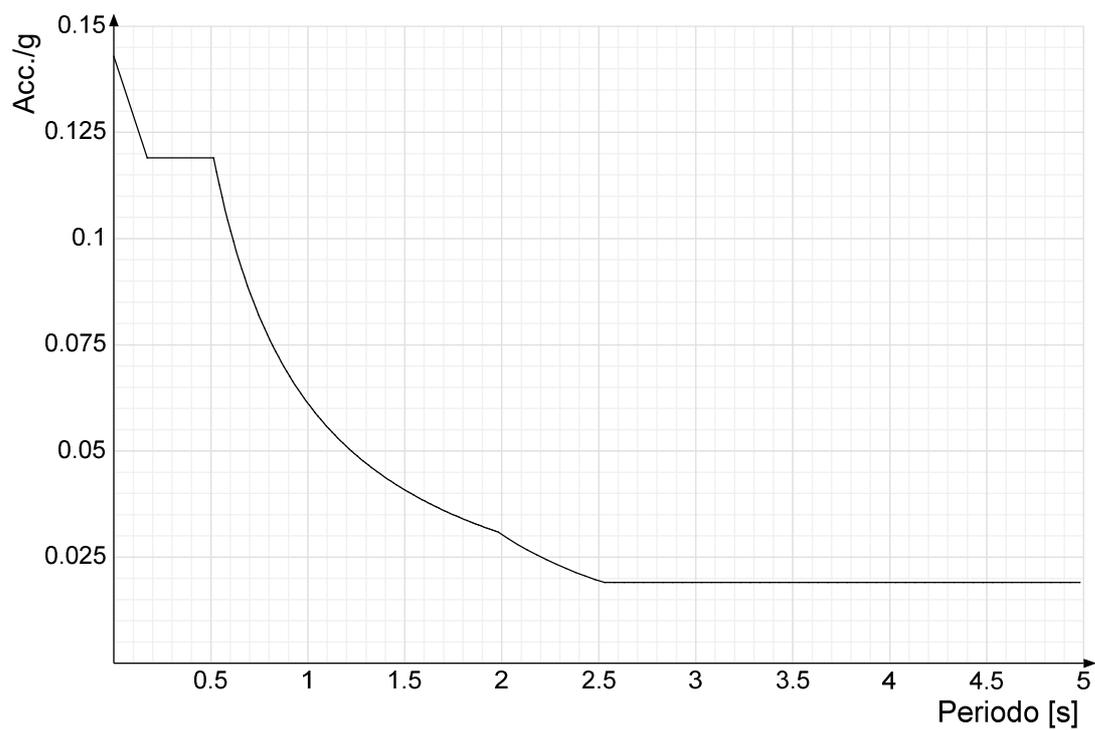
Spettro di risposta di **progetto** in accelerazione della componente orizzontale **SLO** § 3.2.3.5



Spettro di risposta di **progetto** in accelerazione della componente orizzontale **SLD** § 3.2.3.5

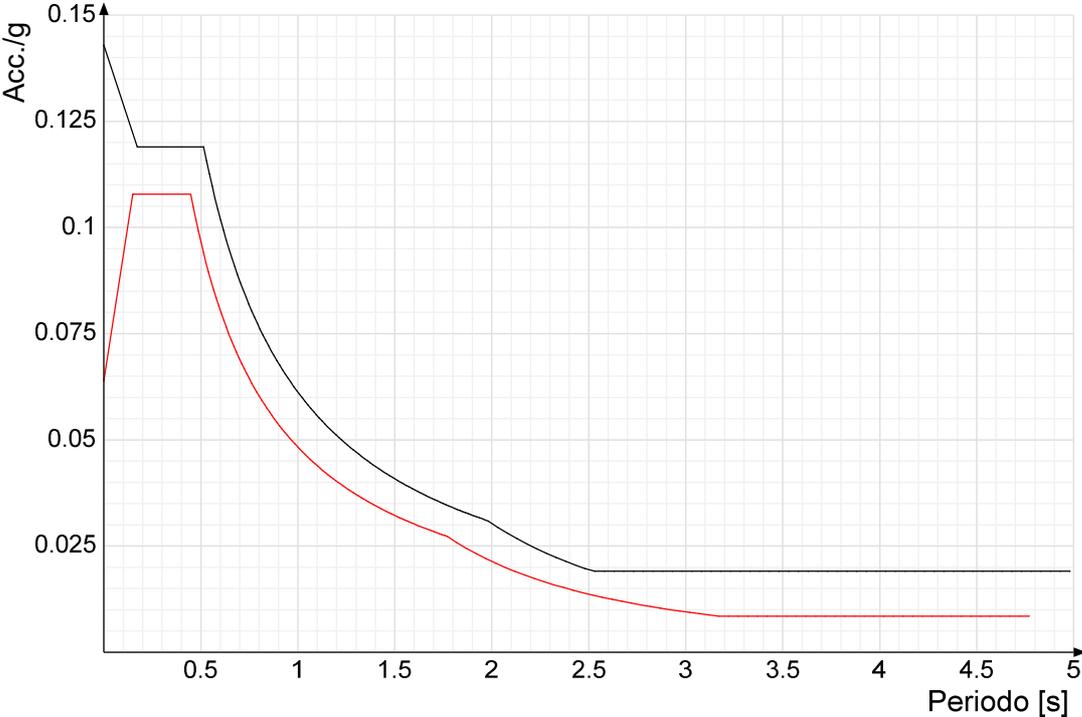


Spettro di risposta di **progetto** in accelerazione della componente orizzontale **SLV** § 3.2.3.5



### Confronti spettri SLV-SLD

Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di **progetto** in accelerazione della componente orizzontale SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente orizzontale SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



## 9.6 Modi Naturali di Vibrare della Struttura Edificio Principale

Traslazione X: 0.89097  
Traslazione Y: 0.859702  
Traslazione Z: 0  
Rotazione X: 0.961139  
Rotazione Y: 0.972476  
Rotazione Z: 0.858283

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z
<b>1</b>	<b>0.30273873</b>	0.184150581	<b>0.231121182</b>	0	0.318603688	0.244130746	0.165963554
<b>2</b>	<b>0.138815786</b>	<b>0.322295589</b>	<b>0.420785296</b>	0	0.547792252	0.392227225	0.596110164
<b>3</b>	<b>0.079550958</b>	<b>0.274860311</b>	0.092003945	0	0.067376801	0.208888936	0.001040462
4	0.060073856	0.017197853	0.033587998	0	0.013832002	0.045951899	0.012670372
5	0.049632091	0.091298523	0.000780488	0	0.006968969	0.081270522	0.006489186
6	0.02755834	0.001166716	0.081422923	0	0.006564954	0.000006495	0.076009164

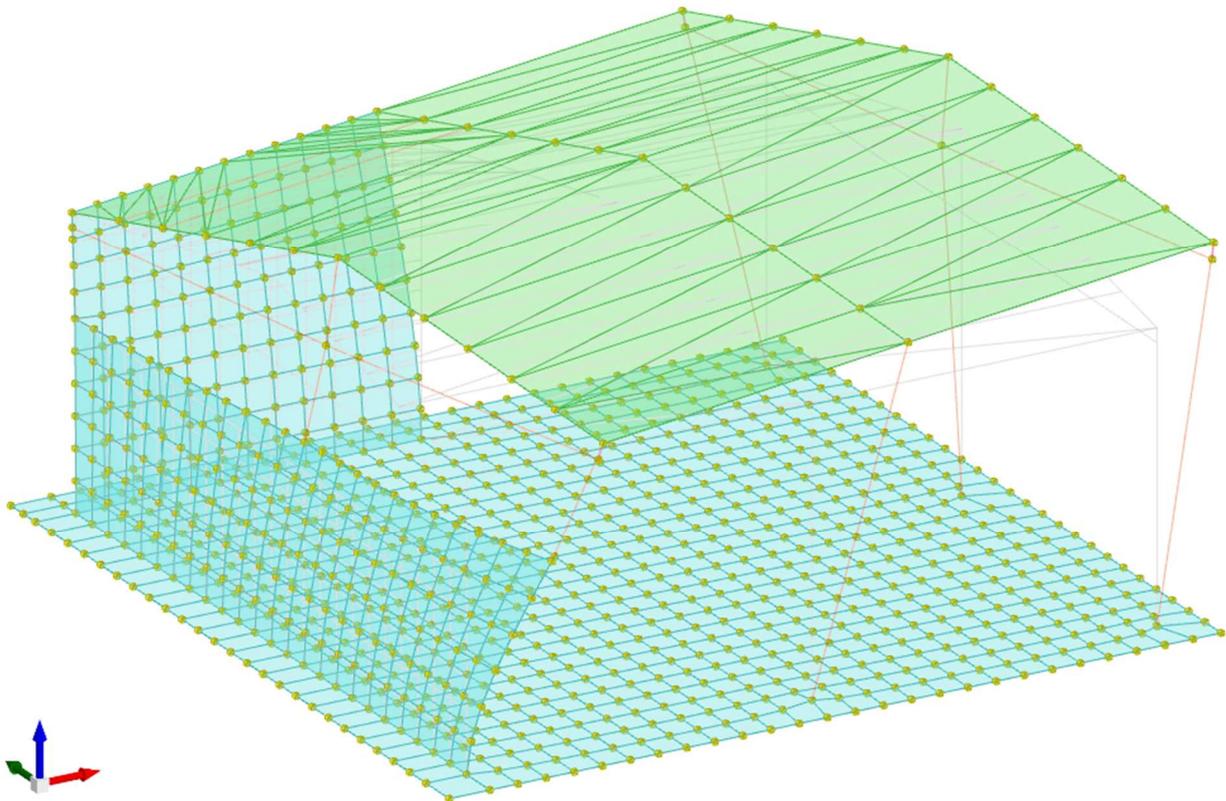


Figura 9-2: Modo Naturale n°1 – Massa sollecitata in direzione X=18% - Y = 23%

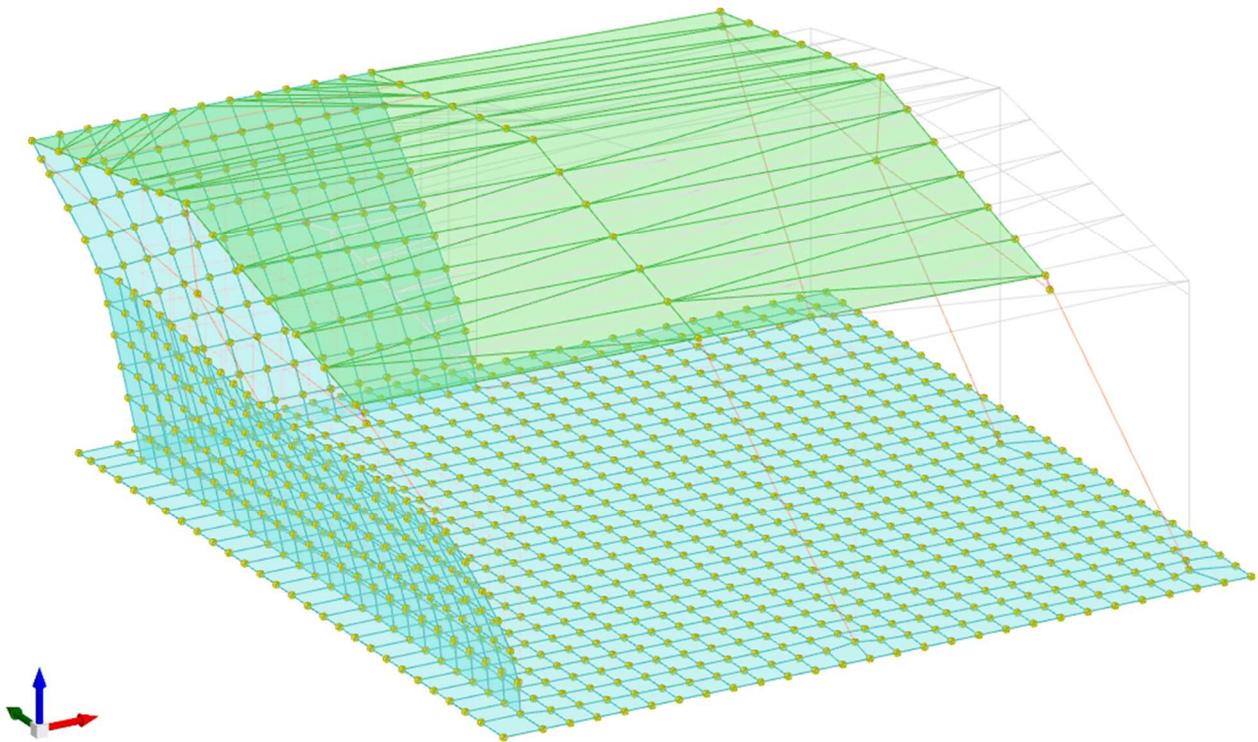


Figura 9-3: Modo Naturale n°2 – Massa sollecitata in direzione  $X=32\%$  -  $Y = 42\%$

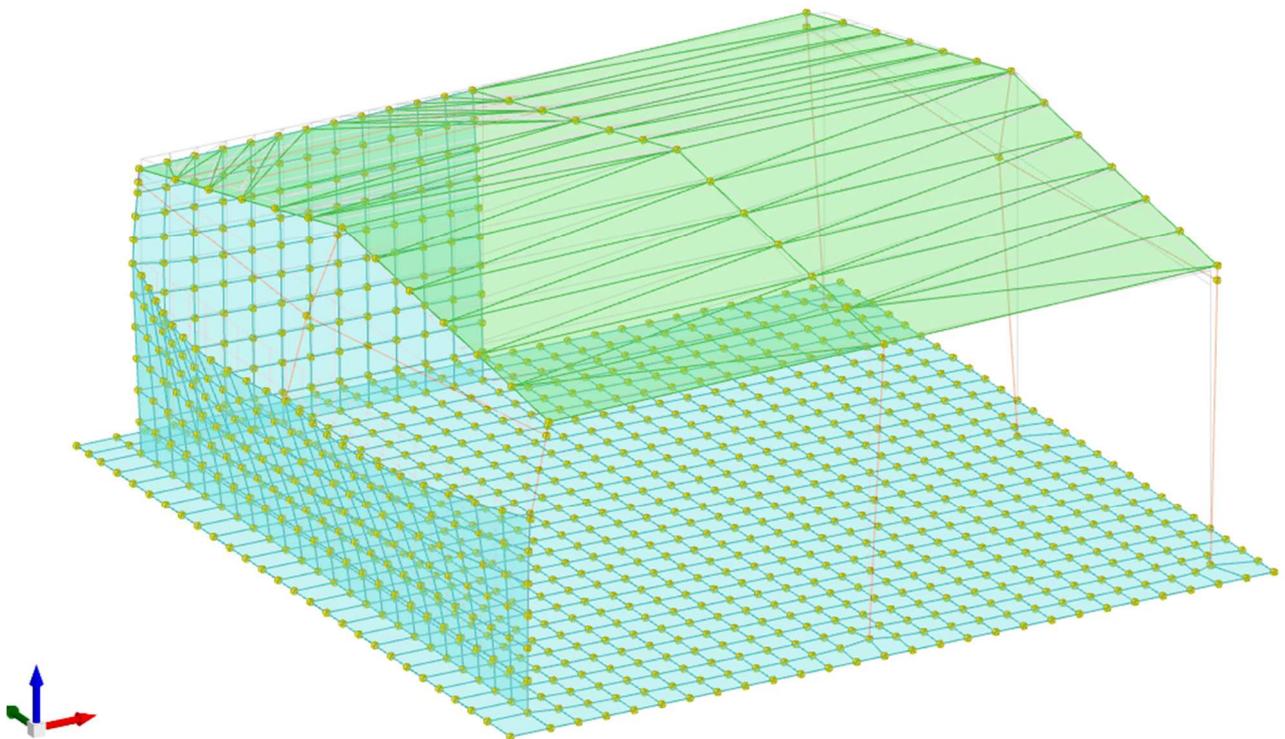


Figura 9-4: Modo Naturale n°3 – Massa sollecitata in direzione  $X = 27\%$  -  $Y=9\%$

## 10 TABULATI SISMICAD

---

### 10.1 Descrizione del software

---

#### 10.1.1 Descrizione Del Programma Sismicad

---

Si tratta di un programma di calcolo strutturale che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili. Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli: un pre processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore; il solutore agli elementi finiti; un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

#### 10.1.2 Schematizzazione Strutturale e Criteri Di Calcolo Delle Sollecitazioni

---

Il programma schematizza la struttura attraverso l'introduzione nell'ordine di fondazioni, poste anche a quote diverse, platee, platee nervate, plinti e travi di fondazione poggianti tutte su suolo elastico alla Winkler, di elementi verticali, pilastri e pareti in c.a. anche con fori, di orizzontamenti costituiti da solai orizzontali e inclinati (falde), e relative travi di piano e di falda; è ammessa anche l'introduzione di elementi prismatici in c.a. di interpiano con possibilità di collegamento in inclinato a solai posti a quote diverse. I nodi strutturali possono essere connessi solo a travi, pilastri e pareti, simulando così impalcati infinitamente deformabili nel piano, oppure a elementi lastra di spessore dichiarato dall'utente simulando in tal modo impalcati a rigidità finita. I nodi appartenenti agli impalcati orizzontali possono essere connessi rigidamente ad uno o più nodi principali giacenti nel piano dell'impalcato; generalmente un nodo principale coincide con il baricentro delle masse. Tale opzione, oltre a ridurre significativamente i tempi di elaborazione, elimina le approssimazioni numeriche connesse all'utilizzo di elementi lastra quando si richiede l'analisi a impalcati infinitamente rigidi. Per quanto concerne i carichi, in fase di immissione dati, vengono definite, in numero a scelta dell'utente, condizioni di carico elementari le quali, in aggiunta alle azioni sismiche e variazioni termiche, vengono combinate attraverso coefficienti moltiplicativi per fornire le combinazioni richieste per le verifiche successive. L'effetto di disassamento delle forze orizzontali, indotto ad esempio dai torcenti di piano per costruzioni in zona sismica, viene simulato attraverso l'introduzione di eccentricità planari aggiuntive le quali costituiscono ulteriori condizioni elementari di carico da cumulare e combinare secondo i criteri del paragrafo precedente. Tipologicamente sono ammessi sulle travi e sulle pareti carichi uniformemente distribuiti e carichi trapezoidali; lungo le aste e nei nodi di incrocio delle membrature sono anche definibili componenti di forze e coppie concentrate comunque dirette nello spazio. Sono previste distribuzioni di temperatura, di intensità a scelta

dell'utente, agenti anche su singole porzioni di struttura. Il calcolo delle sollecitazioni si basa sulle seguenti ipotesi e modalità: - travi e pilastri deformabili a sforzo normale, flessione deviata, taglio deviato e momento torcente. Sono previsti coefficienti riduttivi dei momenti di inerzia a scelta dell'utente per considerare la riduzione della rigidezza flessionale e torsionale per effetto della fessurazione del conglomerato cementizio. E' previsto un moltiplicatore della rigidezza assiale dei pilastri per considerare, se pure in modo approssimato, l'accorciamento dei pilastri per sforzo normale durante la costruzione. - le travi di fondazione su suolo alla Winkler sono risolte in forma chiusa tramite uno specifico elemento finito; - le pareti in c.a. sono analizzate schematizzandole come elementi lastra-piastra discretizzati con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; - le pareti in muratura possono essere schematizzate con elementi lastra-piastra con spessore flessionale ridotto rispetto allo spessore membranale.- I plinti su suolo alla Winkler sono modellati con la introduzione di molle verticali elastoplastiche. La traslazione orizzontale a scelta dell'utente è bloccata o gestita da molle orizzontali di modulo di reazione proporzionale al verticale. - I pali sono modellati suddividendo l'asta in più aste immerse in terreni di stratigrafia definita dall'utente. Nei nodi di divisione tra le aste vengono inserite molle assialsimmetriche elastoplastiche precaricate dalla spinta a riposo che hanno come pressione limite minima la spinta attiva e come pressione limite massima la spinta passiva modificabile attraverso opportuni coefficienti. - i plinti su pali sono modellati attraverso aste di rigidezza elevata che collegano un punto della struttura in elevazione con le aste che simulano la presenza dei pali;- le piastre sono discretizzate in un numero finito di elementi lastra-piastra con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; nel caso di platee di fondazione i nodi sono collegati al suolo da molle aventi rigidezze alla traslazione verticale ed richiesta anche orizzontale.- La deformabilità nel proprio piano di piani dichiarati non infinitamente rigidi e di falde (piani inclinati) può essere controllata attraverso la introduzione di elementi membranali nelle zone di solaio. - I disassamenti tra elementi asta sono gestiti automaticamente dal programma attraverso la introduzione di collegamenti rigidi locali.- Alle estremità di elementi asta è possibile inserire svincolamenti tradizionali così come cerniere parziali (che trasmettono una quota di ciò che trasmetterebbero in condizioni di collegamento rigido) o cerniere plastiche.- Alle estremità di elementi bidimensionali è possibile inserire svincolamenti con cerniere parziali del momento flettente avente come asse il bordo dell'elemento.- Il calcolo degli effetti del sisma è condotto, a scelta dell'utente, con analisi statica lineare, con analisi dinamica modale o con analisi statica non lineare, in accordo alle varie normative adottate. Le masse, nel caso di impalcati dichiarati rigidi sono concentrate nei nodi principali di piano altrimenti vengono considerate diffuse nei nodi giacenti sull'impalcato stesso. Nel caso di analisi sismica vengono anche controllati gli spostamenti di interpiano.

### 10.1.3 Verifiche Delle Membrature In Cemento Armato

---

Nel caso più generale le verifiche degli elementi in c.a. possono essere condotte col metodo delle tensioni ammissibili (D.M. 14-1-92) o agli stati limite in accordo al D.M. 09-01-96, al D.M. 14-01-08 o secondo Eurocodice 2. Le travi sono progettate e verificate a flessione retta e taglio; a richiesta è possibile la verifica per le sei componenti della sollecitazione. I pilastri ed i pali sono verificati per le sei componenti della sollecitazione. Per gli elementi bidimensionali giacenti in un medesimo piano è disponibile la modalità di verifica che consente di analizzare lo stato di verifica nei singoli nodi degli elementi. Nelle

verifiche (a presso flessione e punzonamento) è ammessa la introduzione dei momenti di calcolo modificati in base alle direttive dell'EC2, Appendice A.2.8. I plinti superficiali sono verificati assumendo lo schema statico di mensole con incastri posti a filo o in asse pilastro. Gli ancoraggi delle armature delle membrature in c.a. sono calcolati sulla base della effettiva tensione normale che ogni barra assume nella sezione di verifica distinguendo le zone di ancoraggio in zone di buona o cattiva aderenza. In particolare il programma valuta la tensione normale che ciascuna barra può assumere in una sezione sviluppando l'aderenza sulla superficie cilindrica posta a sinistra o a destra della sezione considerata; se in una sezione una barra assume per effetto dell'aderenza una tensione normale minore di quella ammissibile, il suo contributo all'area complessiva viene ridotto dal programma nel rapporto tra la tensione normale che la barra può assumere per effetto dell'aderenza e quella ammissibile. Le verifiche sono effettuate a partire dalle aree di acciaio equivalenti così calcolate che vengono evidenziate in relazione. A seguito di analisi inelastiche eseguite in accordo a OPCM 3431 o D.M. 14-01-08 vengono condotte verifiche di resistenza per i meccanismi fragili (nodi e taglio) e verifiche di deformabilità per i meccanismi duttili.

## 10.2 Preferenze di analisi

---

Normativa	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)	
Tipo di costruzione	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	
Vn	50	
Classe d'uso	III	
Vr	75	
Tipo di analisi	Lineare dinamica	
Considera sisma Z	Solo se $A_g \geq 0.15$ g, conformemente a §3.2.3.1	
Località	Padova; Latitudine ED50 45,387349° ; Longitudine ED50 11,859463°; Altitudine s.l.m. 15,54 m.	
Categoria del suolo	C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti	
Categoria topografica	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	
Ss orizzontale SLO	1.5	
Tb orizzontale SLO	0.135	[s]
Tc orizzontale SLO	0.404	[s]
Td orizzontale SLO	1.741	[s]
Ss orizzontale SLD	1.5	
Tb orizzontale SLD	0.149	[s]
Tc orizzontale SLD	0.448	[s]
Td orizzontale SLD	1.77	[s]
Ss orizzontale SLV	1.5	
Tb orizzontale SLV	0.172	[s]
Tc orizzontale SLV	0.515	[s]

Td orizzontale SLV	1.981	[s]
St	1	
PVr SLO (%)	81	
Tr SLO	45.16	
Ag/g SLO	0.0354	
Fo SLO	2.538	
Tc* SLO	0.24	[s]
PVr SLD (%)	63	
Tr SLD	75.43	
Ag/g SLD	0.0426	
Fo SLD	2.534	
Tc* SLD	0.28	[s]
PVr SLV (%)	10	
Tr SLV	711.84	
Ag/g SLV	0.0953	
Fo SLV	2.622	
Tc* SLV	0.345	[s]
Smorzamento viscoso (%)	5	
Classe di duttilità	CD"B"	
Rotazione del sisma	0	[deg]
Quota dello '0' sismico	0	[m]
Regolarità in pianta	No	
Regolarità in elevazione	Si	
Edificio C.A.	Si	
Tipologia C.A.	Strutture miste equivalenti a telai $q_0=3.0 \cdot a_u/a_1$	
au/a1 C.A.	Strutture a telaio di un piano $au/a_1=(1.0+1.1)/2$	
Edificio esistente	No	
Altezza costruzione	4.788	[m]
T1,x	0.13882	[s]
T1,y	0.13882	[s]
$\lambda$ SLO,x	0.85	
$\lambda$ SLO,y	0.85	
$\lambda$ SLD,x	0.85	
$\lambda$ SLD,y	0.85	
$\lambda$ SLV,x	0.85	
$\lambda$ SLV,y	0.85	
Limite spostamenti interpiano SLD	0.005	
Fattore di comportamento per sisma SLD X	1.5	
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1.5	
Fattore di comportamento per sisma SLV X	3.15	
Fattore di comportamento per sisma SLV Y	3.15	
Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3	

Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali)	1.1
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione	1.25

## 10.2.1 Normativa di verifica in uso

---

<b>Norma di verifica</b>	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
<b>Cemento armato</b>	Preferenze analisi di verifica in stato limite

## 10.2.2 Normativa di verifica C.A.

---

Coefficiente di omogeneizzazione	15	
$\gamma_s$ (fattore di sicurezza parziale per l'acciaio)	1.15	
$\gamma_c$ (fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo)	1.5	
Limite $\sigma_c/f_{ck}$ in combinazione rara	0.6	
Limite $\sigma_c/f_{ck}$ in combinazione quasi permanente	0.45	
Limite $\sigma_s/f_{yk}$ in combinazione rara	0.8	
Coefficiente di riduzione della $\tau$ per cattiva aderenza	0.7	
Dimensione limite fessure $w_1$ §4.1.2.2.4.1	0.02	[cm]
Dimensione limite fessure $w_2$ §4.1.2.2.4.1	0.03	[cm]
Dimensione limite fessure $w_3$ §4.1.2.2.4.1	0.04	[cm]
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con		
fattore $\eta$	No	
Copriferro secondo EC2	Si	

## 10.3 Preferenze di verifica

### 10.3.1 Preferenze FEM

Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	40	[cm]
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	40	[cm]
Dimensione massima ottimale suddivisioni archi finestre/porte (default)	40	[cm]
Tipo di mesh dei gusci (default)	Quadrilateri triangoli	o
Tipo di mesh imposta ai gusci	Specifico dell'elemento non utilizzato non utilizzata	
Metodo P-Delta		
Analisi buckling		
Rapporto spessore flessionale/membranale gusci muratura verticali	0.2	
Spessori membranale e flessionale pareti XLAM da sole tavole verticali	No	
Moltiplicatore rigidità connettori pannelli pareti legno a diaframma	1	
Tolleranza di parallelismo	4.99	[deg]
Tolleranza di unicità punti	10	[cm]
Tolleranza generazione nodi di aste	1	[cm]
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	4.99	[deg]
Tolleranza generazione nodi di gusci	4	[cm]
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	100	[cm]
Considera deformabilità a taglio negli elementi guscio	No	
Modello elastico pareti in muratura	Gusci	
Concentra masse pareti nei vertici	No	
Segno risultati analisi spettrale	Analisi statica	
Memoria utilizzabile dal solutore	8000000	
Metodo di risoluzione della matrice	Intel MKL PARDISO	
Scrivi commenti nel file di input	No	
Scrivi file di output in formato testo	No	
Solidi colle e corpi ruvidi (default)	Solidi reali	
Moltiplicatore rigidità molla torsionale applicata ad aste di fondazione	1	

### 10.3.2 Preferenze di analisi carichi superficiali

Detrazione peso proprio solai nelle zone di sovrapposizione	non applicata	
Metodo di ripartizione	a zone d'influenza	
Percentuale carico calcolato a trave continua	0	
Esegui smoothing diagrammi di carico	applicata	
Tolleranza smoothing altezza trapezi	0.00001	[kN/cm]
Tolleranza smoothing altezza media trapezi	0.00001	[kN/cm]

### 10.3.3 Preferenze del suolo

Fondazioni non modellate e struttura bloccata alla base	no	
Fondazioni bloccate orizzontalmente	si	
Considera peso sismico delle fondazioni	no	
Fondazioni superficiali e profonde su suolo elastoplastico	no	
Coefficiente di sottofondo verticale per fondazioni superficiali (default)	8000	[kN/m³]
Rapporto di coefficiente sottofondo orizzontale/verticale	0.5	

Pressione verticale limite sul terreno per abbassamento (default)	1000	[kN/m <sup>2</sup> ]
Pressione verticale limite sul terreno per innalzamento (default)	0.1	[kN/m <sup>2</sup> ]
Metodo di calcolo della K verticale	Vesic	
Metodo di calcolo della portanza e della pressione limite	Vesic	
Terreno laterale di riporto da piano posa fondazioni (default)	Argilla Limosa	
Dimensione massima della discretizzazione del palo (default)	2	[m]
Moltiplicatore coesione per pressione orizzontale limite nei pali	1	
Moltiplicatore spinta passiva per pressione orizzontale pali	1	
K punta palo (default)	40000	[kN/m <sup>3</sup> ]
Pressione limite punta palo (default)	1000	[kN/m <sup>2</sup> ]
Pressione per verifica schiacciamento fondazioni superficiali	212	[kN/m <sup>2</sup> ]
Calcola cedimenti fondazioni superficiali	no	
Spessore massimo strato	1	[m]
Profondità massima	30	[m]
Cedimento assoluto ammissibile	0.05	[m]
Cedimento differenziale ammissibile	0.05	[m]
Cedimento relativo ammissibile	0.05	[m]
Rapporto di inflessione F/L ammissibile	0.003333	
Rotazione rigida ammissibile	0.191	[deg]
Rotazione assoluta ammissibile	0.191	[deg]
Distorsione positiva ammissibile	0.191	[deg]
Distorsione negativa ammissibile	0.095	[deg]
Considera fondazioni compensate	no	
Coefficiente di riduzione della a Max attesa	0.3	
Condizione per la valutazione della spinta su pareti	Lungo termine	
Considera l'azione sismica del terreno anche su pareti sotto lo zero sismico	no	
Calcola cedimenti teorici pali	no	
Considera accorciamento del palo	si	
Distanza influenza cedimento palo	10	[m]
Distribuzione attrito laterale	Attrito laterale uniforme	
Ripartizione del carico	Ripartizione come da modello FEM	
Scelta terreno laterale	Media pesata degli strati coinvolti	
Scelta terreno punta	Media pesata degli strati coinvolti	
Cedimento assoluto ammissibile	0.05	[m]
Cedimento medio ammissibile	0.05	[m]
Cedimento differenziale ammissibile	0.05	[m]
Rotazione rigida ammissibile	0.191	[deg]
Trascura la coesione efficace in verifica allo scorrimento	si	
Considera inclinazione spinta del terreno contro pareti	no	
Esegui verifica a liquefazione	no	
Metodo di verifica liquefazione	Seed-Idriss (1982)	

Coeff. di sicurezza minimo a liquefazione	1.3
Magnitudo scaling factor per liquefazione	1

## 10.4 Azioni e carichi

### 10.4.1 Condizioni elementari di carico

Descrizione: Nome assegnato alla condizione elementare.

Psi0: Coefficiente moltiplicatore Psi0. Il valore è adimensionale.

Psi1: Coefficiente moltiplicatore Psi1. Il valore è adimensionale.

Psi2: Coefficiente moltiplicatore Psi2. Il valore è adimensionale.

Descrizione	Nome breve	Durata	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	Con segno
Pesi strutturali	Pesi	Permanente				
Permanenti portati	Port.	Permanente				
Variabile A	Variabile A	Media	0.7	0.5	0.3	
Neve	Neve	Media	0.5	0.2	0	
Variabile C	Variabile C	Media	0.7	0.7	0.6	
$\Delta T$	$\Delta T$	Media	0.6	0.5	0	No
Sisma X SLV	SLV X					
Sisma Y SLV	SLV Y					
Sisma Z SLV	SLV Z					
Eccentricità Y per sisma X SLV	EySx SLV					
Eccentricità X per sisma Y SLV	ExSy SLV					
Sisma X SLD	X SLD					
Sisma Y SLD	Y SLD					
Sisma Z SLD	Z SLD					
Eccentricità Y per sisma X SLD	EySx SLD					
Eccentricità X per sisma Y SLD	ExSy SLD					
Sisma X SLO	X SLO					
Sisma Y SLO	Y SLO					
Sisma Z SLO	Z SLO					
Eccentricità Y per sisma X SLO	EySx SLO					
Eccentricità X per sisma Y SLO	ExSy SLO					
Terreno sisma X SLV	Tr sLV X					
Terreno sisma Y SLV	Tr sLV Y					
Terreno sisma Z SLV	Tr sLV Z					
Terreno sisma X SLD	Tr x SLD					
Terreno sisma Y SLD	Tr y SLD					
Terreno sisma Z SLD	Tr z SLD					
Terreno sisma X SLO	Tr x SLO					
Terreno sisma Y SLO	Tr y SLO					
Terreno sisma Z SLO	Tr z SLO					
Rig Ux	Rig Ux					
Rig Uy	Rig Uy					
Rig Rz	Rig Rz					

## 10.4.2 Combinazioni di carico

Tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. Le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione, dove il valore della prima cella è da intendersi come moltiplicatore associato alla prima condizione elementare, la seconda cella si riferisce alla seconda condizione elementare e così via.

**Nome:** E' il nome esteso che contraddistingue la condizione elementare di carico.

**Nome breve:** E' il nome compatto della condizione elementare di carico, che viene utilizzato altrove nella relazione.

**Pesi:** Pesi strutturali

**Port.:** Permanenti portati

**Variabile A:** Variabile A

**Neve:** Neve

**Variabile C:** Variabile C

**$\Delta T$ :**  $\Delta T$

**X SLO:** Sisma X SLO

**Y SLO:** Sisma Y SLO

**Z SLO:** Sisma Z SLO

**EySx SLO:** Eccentricità Y per sisma X SLO

**ExSy SLO:** Eccentricità X per sisma Y SLO

**Tr x SLO:** Terreno sisma X SLO

**Tr y SLO:** Terreno sisma Y SLO

**Tr z SLO:** Terreno sisma Z SLO

**X SLD:** Sisma X SLD

**Y SLD:** Sisma Y SLD

**Z SLD:** Sisma Z SLD

**EySx SLD:** Eccentricità Y per sisma X SLD

**ExSy SLD:** Eccentricità X per sisma Y SLD

**Tr x SLD:** Terreno sisma X SLD

**Tr y SLD:** Terreno sisma Y SLD

**Tr z SLD:** Terreno sisma Z SLD

**SLV X:** Sisma X SLV

**SLV Y:** Sisma Y SLV

**SLV Z:** Sisma Z SLV

**EySx SLV:** Eccentricità Y per sisma X SLV

**ExSy SLV:** Eccentricità X per sisma Y SLV

**Tr sLV X:** Terreno sisma X SLV

**Tr sLV Y:** Terreno sisma Y SLV

**Tr sLV Z:** Terreno sisma Z SLV

**Rig Ux:** Rig Ux

**Rig Uy:** Rig Uy

**Rig Rz:** Rig Rz

Tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. Le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione, dove il valore della prima cella è da intendersi come moltiplicatore associato alla prima condizione elementare, la seconda cella si riferisce alla seconda condizione elementare e così via.

### 10.4.2.1 Famiglia SLU

Il nome compatto della famiglia è SLU.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	Neve	Variabile C	$\Delta T$
1	SLU 1	1	0.8	0	0	0	0
2	SLU 2	1	0.8	0	0	1.5	0
3	SLU 3	1	0.8	0	0.75	1.5	0
4	SLU 4	1	0.8	0	1.5	0	0

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	Neve	Variabile C	$\Delta T$
5	SLU 5	1	0.8	0	1.5	1.05	0
6	SLU 6	1	0.8	1.05	0	1.5	0
7	SLU 7	1	0.8	1.05	0.75	1.5	0
8	SLU 8	1	0.8	1.05	1.5	0	0
9	SLU 9	1	0.8	1.05	1.5	1.05	0
10	SLU 10	1	0.8	1.5	0	0	0
11	SLU 11	1	0.8	1.5	0	1.05	0
12	SLU 12	1	0.8	1.5	0.75	0	0
13	SLU 13	1	0.8	1.5	0.75	1.05	0
14	SLU 14	1	1.5	0	0	0	0
15	SLU 15	1	1.5	0	0	1.5	0
16	SLU 16	1	1.5	0	0.75	1.5	0
17	SLU 17	1	1.5	0	1.5	0	0
18	SLU 18	1	1.5	0	1.5	1.05	0
19	SLU 19	1	1.5	1.05	0	1.5	0
20	SLU 20	1	1.5	1.05	0.75	1.5	0
21	SLU 21	1	1.5	1.05	1.5	0	0
22	SLU 22	1	1.5	1.05	1.5	1.05	0
23	SLU 23	1	1.5	1.5	0	0	0
24	SLU 24	1	1.5	1.5	0	1.05	0
25	SLU 25	1	1.5	1.5	0.75	0	0
26	SLU 26	1	1.5	1.5	0.75	1.05	0
27	SLU 27	1.3	0.8	0	0	0	0
28	SLU 28	1.3	0.8	0	0	1.5	0
29	SLU 29	1.3	0.8	0	0.75	1.5	0
30	SLU 30	1.3	0.8	0	1.5	0	0
31	SLU 31	1.3	0.8	0	1.5	1.05	0
32	SLU 32	1.3	0.8	1.05	0	1.5	0
33	SLU 33	1.3	0.8	1.05	0.75	1.5	0
34	SLU 34	1.3	0.8	1.05	1.5	0	0
35	SLU 35	1.3	0.8	1.05	1.5	1.05	0
36	SLU 36	1.3	0.8	1.5	0	0	0
37	SLU 37	1.3	0.8	1.5	0	1.05	0
38	SLU 38	1.3	0.8	1.5	0.75	0	0
39	SLU 39	1.3	0.8	1.5	0.75	1.05	0
40	SLU 40	1.3	1.5	0	0	0	0
41	SLU 41	1.3	1.5	0	0	1.5	0
42	SLU 42	1.3	1.5	0	0.75	1.5	0
43	SLU 43	1.3	1.5	0	1.5	0	0
44	SLU 44	1.3	1.5	0	1.5	1.05	0
45	SLU 45	1.3	1.5	1.05	0	1.5	0

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	Neve	Variabile C	$\Delta T$
46	SLU 46	1.3	1.5	1.05	0.75	1.5	0
47	SLU 47	1.3	1.5	1.05	1.5	0	0
48	SLU 48	1.3	1.5	1.05	1.5	1.05	0
49	SLU 49	1.3	1.5	1.5	0	0	0
50	SLU 50	1.3	1.5	1.5	0	1.05	0
51	SLU 51	1.3	1.5	1.5	0.75	0	0
52	SLU 52	1.3	1.5	1.5	0.75	1.05	0

#### 10.4.2.2 Famiglia SLE rara

Il nome compatto della famiglia è SLE RA.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	Neve	Variabile C	$\Delta T$
1	SLE RA 1	1	1	0	0	0	0
2	SLE RA 2	1	1	0	0	1	0
3	SLE RA 3	1	1	0	0.5	1	0
4	SLE RA 4	1	1	0	1	0	0
5	SLE RA 5	1	1	0	1	0.7	0
6	SLE RA 6	1	1	0.7	0	1	0
7	SLE RA 7	1	1	0.7	0.5	1	0
8	SLE RA 8	1	1	0.7	1	0	0
9	SLE RA 9	1	1	0.7	1	0.7	0
10	SLE RA 10	1	1	1	0	0	0
11	SLE RA 11	1	1	1	0	0.7	0
12	SLE RA 12	1	1	1	0.5	0	0
13	SLE RA 13	1	1	1	0.5	0.7	0

#### 10.4.2.3 Famiglia SLE frequente

Il nome compatto della famiglia è SLE FR.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	Neve	Variabile C	$\Delta T$
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0	0
2	SLE FR 2	1	1	0	0	0.7	0
3	SLE FR 3	1	1	0	0.2	0	0
4	SLE FR 4	1	1	0	0.2	0.6	0
5	SLE FR 5	1	1	0.3	0	0.7	0
6	SLE FR 6	1	1	0.3	0.2	0	0
7	SLE FR 7	1	1	0.3	0.2	0.6	0
8	SLE FR 8	1	1	0.5	0	0	0
9	SLE FR 9	1	1	0.5	0	0.6	0

#### 10.4.2.4 Famiglia SLE quasi permanente

Il nome compatto della famiglia è SLE QP.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	Neve	Variabile C	$\Delta T$
1	SLE QP 1	1	1	0	0	0	0
2	SLE QP 2	1	1	0	0	0.6	0
3	SLE QP 3	1	1	0.3	0	0	0
4	SLE QP 4	1	1	0.3	0	0.6	0

#### 10.4.2.5 Famiglia SLO

Il nome compatto della famiglia è SLO.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	Neve	Variabile C	$\Delta T$	X SLO
1	SLO 1	1	1	0.3	0	0.6	0	-1
2	SLO 2	1	1	0.3	0	0.6	0	-1
3	SLO 3	1	1	0.3	0	0.6	0	-1
4	SLO 4	1	1	0.3	0	0.6	0	-1
5	SLO 5	1	1	0.3	0	0.6	0	-0.3
6	SLO 6	1	1	0.3	0	0.6	0	-0.3
7	SLO 7	1	1	0.3	0	0.6	0	-0.3
8	SLO 8	1	1	0.3	0	0.6	0	-0.3
9	SLO 9	1	1	0.3	0	0.6	0	0.3
10	SLO 10	1	1	0.3	0	0.6	0	0.3
11	SLO 11	1	1	0.3	0	0.6	0	0.3
12	SLO 12	1	1	0.3	0	0.6	0	0.3
13	SLO 13	1	1	0.3	0	0.6	0	1
14	SLO 14	1	1	0.3	0	0.6	0	1
15	SLO 15	1	1	0.3	0	0.6	0	1
16	SLO 16	1	1	0.3	0	0.6	0	1

Nome	Nome breve	Y SLO	Z SLO	EySx SLO	ExSy SLO	Tr x SLO	Tr y SLO	Tr z SLO
1	SLO 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLO 2	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLO 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLO 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLO 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLO 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLO 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLO 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLO 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLO 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLO 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLO 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLO 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0

Nome	Nome breve	Y SLO	Z SLO	EySx SLO	ExSy SLO	Tr x SLO	Tr y SLO	Tr z SLO
14	SLO 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLO 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLO 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

#### 10.4.2.6 Famiglia SLD

Il nome compatto della famiglia è SLD.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	Neve	Variabile C	$\Delta T$	X SLD
1	SLD 1	1	1	0.3	0	0.6	0	-1
2	SLD 2	1	1	0.3	0	0.6	0	-1
3	SLD 3	1	1	0.3	0	0.6	0	-1
4	SLD 4	1	1	0.3	0	0.6	0	-1
5	SLD 5	1	1	0.3	0	0.6	0	-0.3
6	SLD 6	1	1	0.3	0	0.6	0	-0.3
7	SLD 7	1	1	0.3	0	0.6	0	-0.3
8	SLD 8	1	1	0.3	0	0.6	0	-0.3
9	SLD 9	1	1	0.3	0	0.6	0	0.3
10	SLD 10	1	1	0.3	0	0.6	0	0.3
11	SLD 11	1	1	0.3	0	0.6	0	0.3
12	SLD 12	1	1	0.3	0	0.6	0	0.3
13	SLD 13	1	1	0.3	0	0.6	0	1
14	SLD 14	1	1	0.3	0	0.6	0	1
15	SLD 15	1	1	0.3	0	0.6	0	1
16	SLD 16	1	1	0.3	0	0.6	0	1

Nome	Nome breve	Y SLD	Z SLD	EySx SLD	ExSy SLD	Tr x SLD	Tr y SLD	Tr z SLD
1	SLD 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLD 2	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLD 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLD 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLD 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLD 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLD 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLD 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLD 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLD 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLD 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLD 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLD 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLD 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLD 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLD 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

#### 10.4.2.6.1 Famiglia SLV

Il nome compatto della famiglia è SLV.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	Neve	Variabile C	$\Delta T$	SLV X
1	SLV 1	1	1	0.3	0	0.6	0	-1
2	SLV 2	1	1	0.3	0	0.6	0	-1
3	SLV 3	1	1	0.3	0	0.6	0	-1
4	SLV 4	1	1	0.3	0	0.6	0	-1
5	SLV 5	1	1	0.3	0	0.6	0	-0.3
6	SLV 6	1	1	0.3	0	0.6	0	-0.3
7	SLV 7	1	1	0.3	0	0.6	0	-0.3
8	SLV 8	1	1	0.3	0	0.6	0	-0.3
9	SLV 9	1	1	0.3	0	0.6	0	0.3
10	SLV 10	1	1	0.3	0	0.6	0	0.3
11	SLV 11	1	1	0.3	0	0.6	0	0.3
12	SLV 12	1	1	0.3	0	0.6	0	0.3
13	SLV 13	1	1	0.3	0	0.6	0	1
14	SLV 14	1	1	0.3	0	0.6	0	1
15	SLV 15	1	1	0.3	0	0.6	0	1
16	SLV 16	1	1	0.3	0	0.6	0	1

Nome	Nome breve	SLV Y	SLV Z	EySx SLV	ExSy SLV	Tr sLV X	Tr sLV Y	Tr sLV Z
1	SLV 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLV 2	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLV 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLV 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLV 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLV 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLV 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLV 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLV 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLV 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLV 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLV 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLV 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLV 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLV 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLV 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

#### 10.4.2.7 Famiglia SLV fondazioni

Il nome compatto della famiglia è SLV FO.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa

famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	Neve	Variabile C	$\Delta T$	SLV X
1	SLV FO 1	1	1	0.3	0	0.6	0	-1.1
2	SLV FO 2	1	1	0.3	0	0.6	0	-1.1
3	SLV FO 3	1	1	0.3	0	0.6	0	-1.1
4	SLV FO 4	1	1	0.3	0	0.6	0	-1.1
5	SLV FO 5	1	1	0.3	0	0.6	0	-0.33
6	SLV FO 6	1	1	0.3	0	0.6	0	-0.33
7	SLV FO 7	1	1	0.3	0	0.6	0	-0.33
8	SLV FO 8	1	1	0.3	0	0.6	0	-0.33
9	SLV FO 9	1	1	0.3	0	0.6	0	0.33
10	SLV FO 10	1	1	0.3	0	0.6	0	0.33
11	SLV FO 11	1	1	0.3	0	0.6	0	0.33
12	SLV FO 12	1	1	0.3	0	0.6	0	0.33
13	SLV FO 13	1	1	0.3	0	0.6	0	1.1
14	SLV FO 14	1	1	0.3	0	0.6	0	1.1
15	SLV FO 15	1	1	0.3	0	0.6	0	1.1
16	SLV FO 16	1	1	0.3	0	0.6	0	1.1

Nome	Nome breve	SLV Y	SLV Z	EySx SLV	ExSy SLV	Tr sLV X	Tr sLV Y	Tr sLV Z
1	SLV FO 1	-0.33	0	-1.1	0.33	-1.1	-0.33	0
2	SLV FO 2	-0.33	0	1.1	-0.33	-1.1	-0.33	0
3	SLV FO 3	0.33	0	-1.1	0.33	-1.1	0.33	0
4	SLV FO 4	0.33	0	1.1	-0.33	-1.1	0.33	0
5	SLV FO 5	-1.1	0	-0.33	1.1	-0.33	-1.1	0
6	SLV FO 6	-1.1	0	0.33	-1.1	-0.33	-1.1	0
7	SLV FO 7	1.1	0	-0.33	1.1	-0.33	1.1	0
8	SLV FO 8	1.1	0	0.33	-1.1	-0.33	1.1	0
9	SLV FO 9	-1.1	0	-0.33	1.1	0.33	-1.1	0
10	SLV FO 10	-1.1	0	0.33	-1.1	0.33	-1.1	0
11	SLV FO 11	1.1	0	-0.33	1.1	0.33	1.1	0
12	SLV FO 12	1.1	0	0.33	-1.1	0.33	1.1	0
13	SLV FO 13	-0.33	0	-1.1	0.33	1.1	-0.33	0
14	SLV FO 14	-0.33	0	1.1	-0.33	1.1	-0.33	0
15	SLV FO 15	0.33	0	-1.1	0.33	1.1	0.33	0
16	SLV FO 16	0.33	0	1.1	-0.33	1.1	0.33	0

#### 10.4.2.8 Famiglia Calcolo rigidezza torsionale/flessionale di piano

Il nome compatto della famiglia è CRTFP.

Nome	Nome breve	Rig Ux	Rig Uy	Rig Rz
Rig. Ux+	CRTFP Ux+	1	0	0
Rig. Ux-	CRTFP Ux-	-1	0	0

Nome	Nome breve	Rig Ux	Rig Uy	Rig Rz
Rig. Uy+	CRTFP Uy+	0	1	0
Rig. Uy-	CRTFP Uy-	0	-1	0
Rig. Rz+	CRTFP Rz+	0	0	1
Rig. Rz-	CRTFP Rz-	0	0	-1

## 11 VERIFICHE DI RESISTENZA

---

Sono state calcolate le sollecitazioni impresse alla struttura dalle condizioni di carico più gravose tenuto conto dei procedimenti della scienza delle costruzioni. Le verifiche sono state condotte adottando il "Metodo Semiprobabilistico agli Stati Limite".

### 11.1 Semi-progetto e verifica delle sezioni

---

Le verifiche agli SLU a flessione e presso-tenso flessione sono effettuate sulla base del legame costitutivo parabola-rettangolo del calcestruzzo ed elastico-perfettamente plastico con deformazione ultima pari a quella massima di progetto. Le verifiche delle sollecitazioni relative agli SLE vengono effettuate utilizzando i diagrammi lineari per calcestruzzo ed acciaio con coefficiente di omogeneizzazione pari a 15. La verifica dell'ampiezza media delle fessure utilizza la procedura indicata nel § 4.1.2.2.4.6 del D.M. 17/01/2018.

### 11.2 Verifiche Su Setti

---

I setti sono stati definiti come pannelli di controvento verificati con comportamento dissipativo e verifica del taglio con il metodo dell'inclinazione variabile ovvero con inclinazione delle bielle tale da massimizzare il contributo di resistenza in base alle armature a taglio inserite e considerando gli effetti della azione dinamica aggiuntiva conseguente all'apertura di fessure orizzontali e di sollevamento del suolo come previsto dal par. 7.4.4.5.1.

L'armatura dei setti è costituita da barre di diametro 10 mm verticali a passo 25 cm su entrambi i lati dell'elemento ed armatura orizzontale di diametro 8 mm a passo 25 cm su entrambi i lati. Saranno poi presenti armature integrative agli angoli tra pareti ortogonali, oltre che a cerchiatura dei fori porta e finestra.

Le verifiche del pannello di controvento sono verifiche a pressoflessione e a taglio. Le verifiche a taglio possibili sono tre: compressione del diagonale, trazione del diagonale e scorrimento. Per strutture nuove e a parità di resistenza del calcestruzzo, lo stato di verifica di una parete in calcestruzzo è influenzato dai parametri sotto descritti.

- Verifica a taglio compressione del calcestruzzo è funzione della sezione, della classe di C.A. e dell'armatura longitudinale presente e viene riportata in relazione come "controllo dello sforzo normale massimo"

- Verifica a taglio trazione dell'armatura d'anima che è funzione delle barre orizzontali del setto considerate come se fossero delle staffe e viene riportata in relazione come "verifica a trazione del diagonale"

- Verifica a taglio di scorrimento è indispensabile aumentare sezione o passo delle barre di armatura verticali o introdurre armature inclinate. Poiché si è in presenza di pareti snelle non è necessario inserire armature inclinate a taglio. Viene riportata in relazione come "verifica a compressione del diagonale"

In tutti e tre i casi non è stato necessario intervenire con armatura specifica a taglio (tipo barre inclinate a 45°).

### 11.3 Verifiche Su Pilastrri

---

I pilastrri sono trattati come elementi principali nei confronti della resistenza alle forze orizzontali generate da eventi di carattere sismico, e saranno quindi verificati a pressoflessione e taglio oltre che allo stato limite di formazione delle fessure e di tensione sul calcestruzzo; la struttura è stata progettata con comportamento non dissipativo. Secondo la circolare esplicativa delle NTC18, al capitolo C7.2.2 'quando si opta per il comportamento NON dissipativo, le azioni sismiche sono più elevate, ma la duttilità necessaria è molto contenuta e dunque non è richiesta la progettazione in capacità e l'adozione dei dettagli costruttivi riportati al capitolo 7'. Sarà quindi sufficiente rispettare i particolari costruttivi prescritti al capitolo 4 delle NTC18 stesse.

### 11.4 Verifiche Su Travi e Orizzontamenti

---

Le travi e gli orizzontamenti sono verificate ai carichi statici, e dunque a pressoflessione e taglio nella loro direzione principale, oltre che allo stato limite di formazione delle fessure e di tensione sul calcestruzzo.

# 12 SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DEGLI ELEMENTI PORTANTI

## 12.1 Diagrammi di Sollecitazione su elementi beam e plate

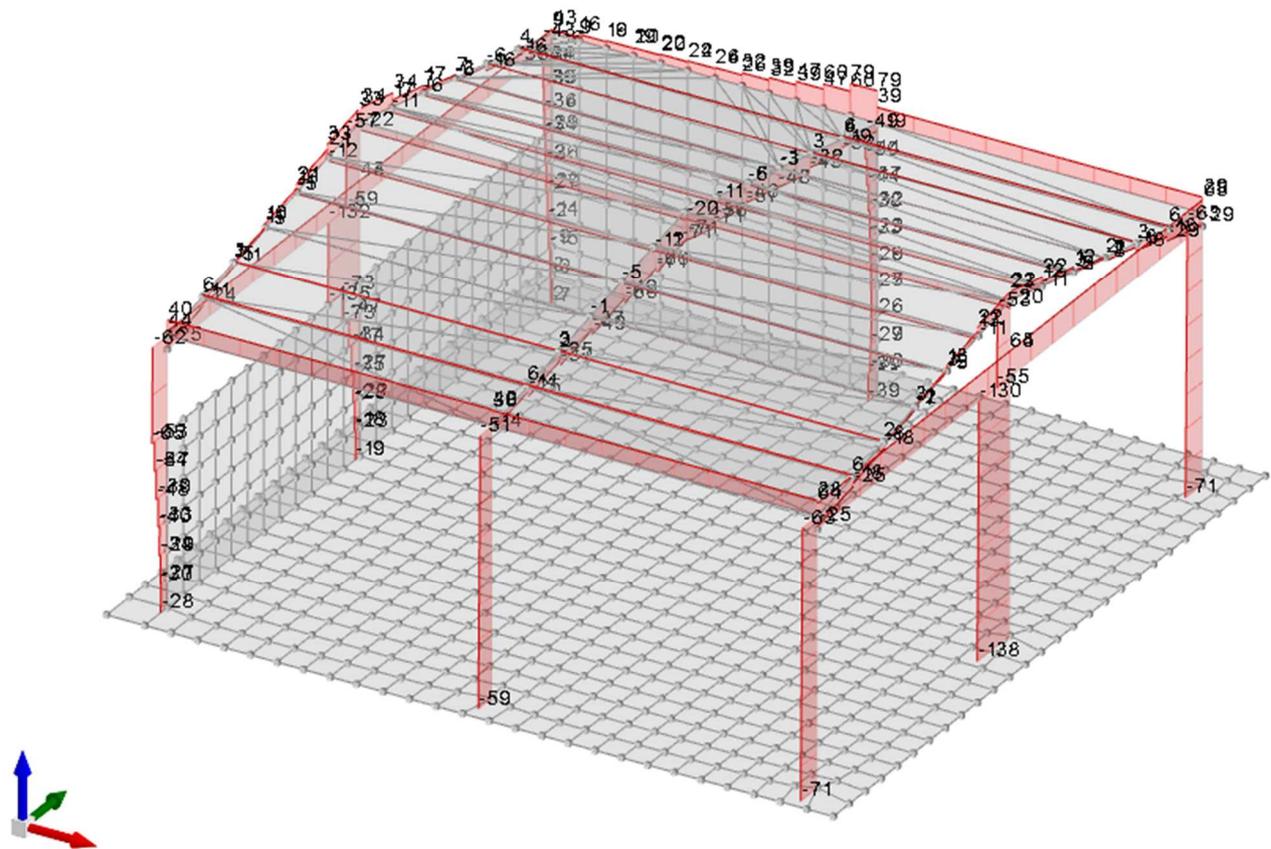


Figura 12-1: Involuppo delle sollecitazioni assiali massime (kN)

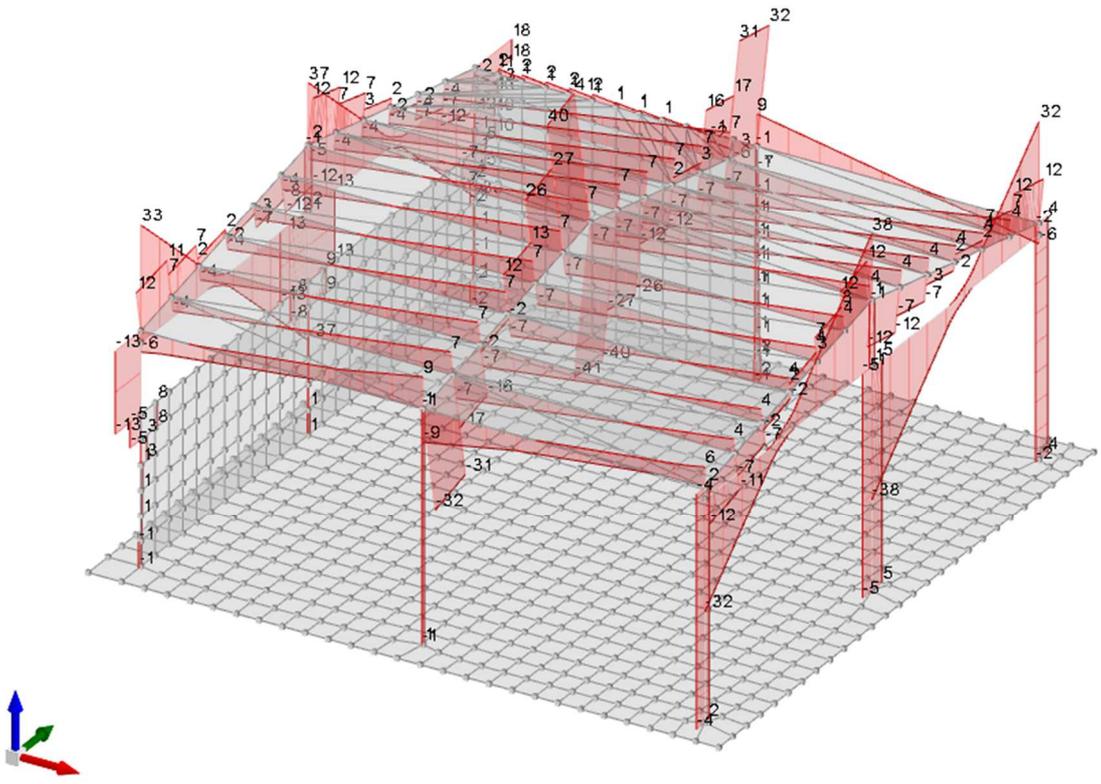


Figura 12-2: Involuppo delle sollecitazioni di taglio massime F3 (kN)

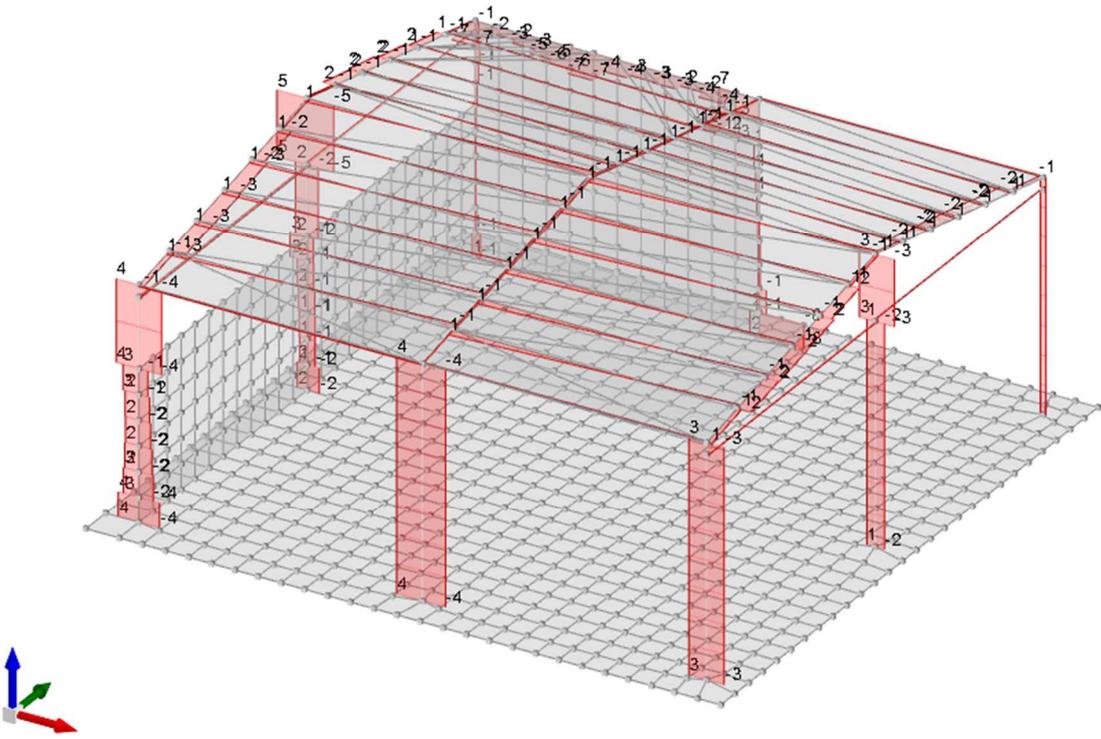


Figura 12-3: Involuppo delle sollecitazioni di taglio massime F2 (kN)



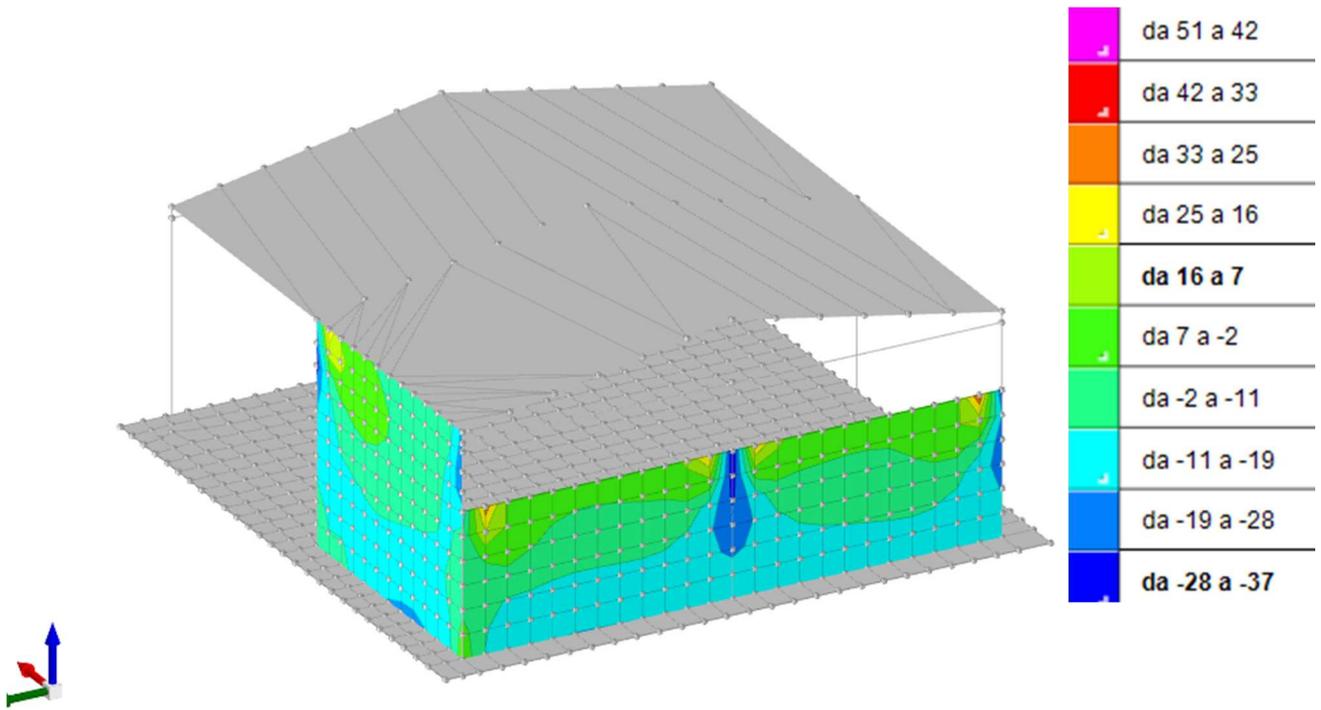


Figura 12-6: Involuppo delle sollecitazioni Fzz Massime per le Pareti in CA [kNm]

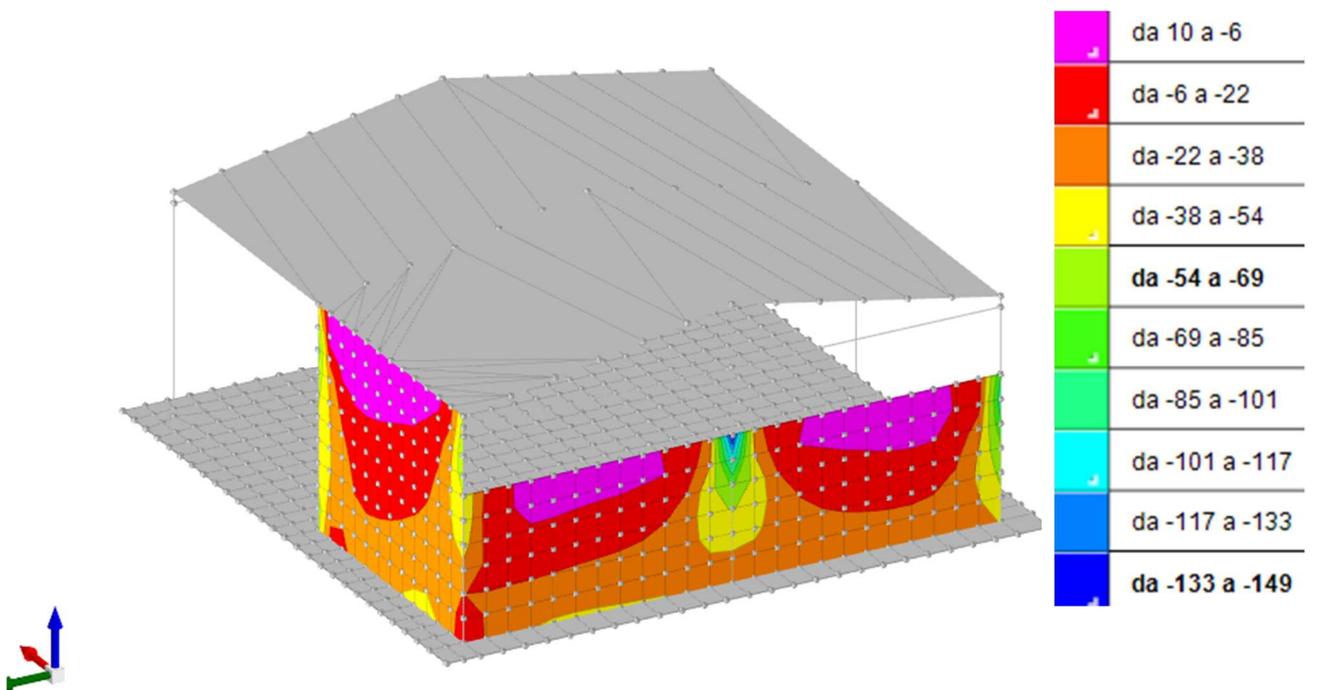


Figura 12-7: Involuppo delle sollecitazioni Fzz Minime per le Pareti in CA [kNm]

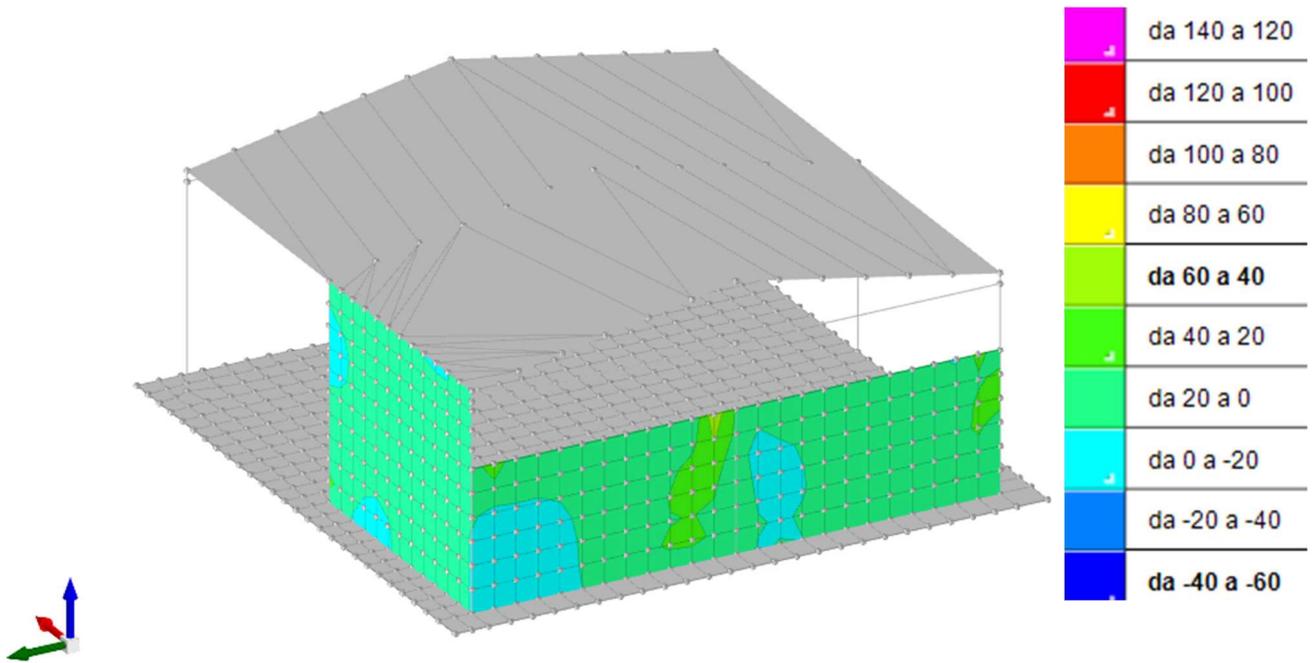


Figura 12-8: Involuppo delle sollecitazioni Foz Minime per le Pareti in CA [kN/m]

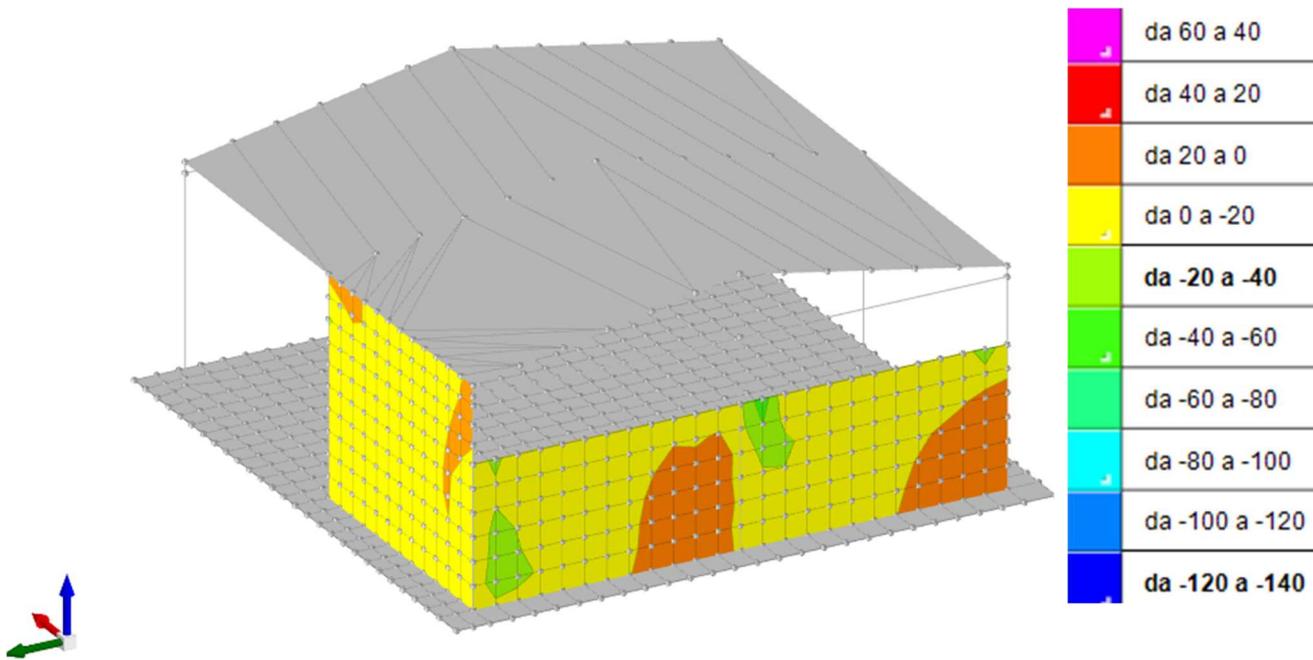


Figura 12-9: Involuppo delle sollecitazioni Foz Massime per le Pareti in CA [kN/m]

## 12.2 Verifiche Consuntive

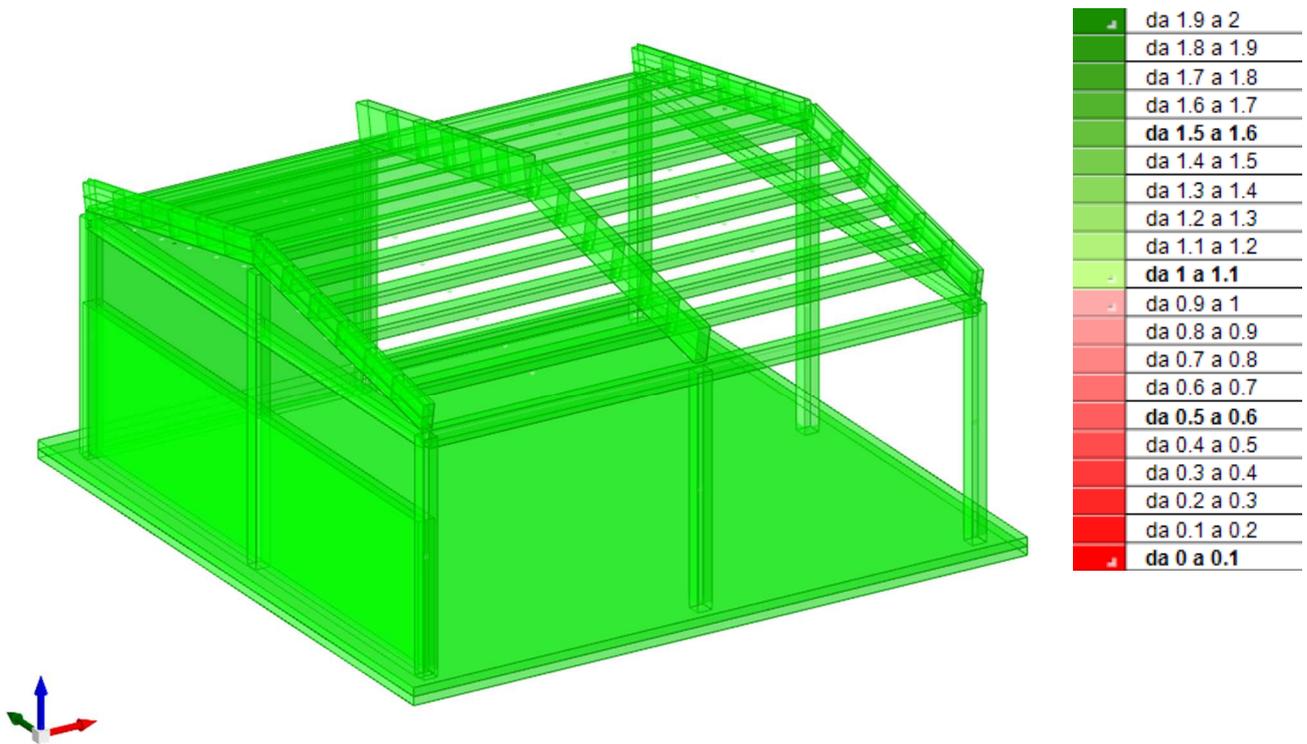


Figura 12-10: Sintesi delle verifiche sugli elementi portanti

## 12.2.1 Verifiche consuntive Pilastrati in C.A.

**Verifica:** Descrizione della verifica relativa che ne consente l'individuazione all'interno della struttura.

**Sicurezza minima:** Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza relativamente alle verifiche visualizzabili per tale elemento. Il valore è adimensionale.

**Verifica a flessione:** Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a flessione tra tutte le verifiche a flessione condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.

**Verifica a taglio:** Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a taglio tra tutte le verifiche a taglio condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.

**Nodo pilastri:** Visualizza il coefficiente di sicurezza per la verifica dei nodi. Il valore è adimensionale.

**I.R. Flessione PGA:** Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo dell'indicatore di rischio sismico, in termini di accelerazione di aggancio, relativamente alle verifiche visualizzabili per tale elemento. Il valore è adimensionale.

**I.R. Flessione TR:** Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo dell'indicatore di rischio sismico, in termini di periodo di ritorno, relativamente alla pressoflessione. Il valore è adimensionale.

**I.R. Taglio PGA:** Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo dell'indicatore di rischio sismico, in termini di accelerazione di aggancio, relativamente al taglio. Il valore è adimensionale.

**I.R. Taglio TR:** Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo dell'indicatore di rischio sismico, in termini di periodo di ritorno, relativamente al taglio. Il valore è adimensionale.

Verifica	Sicurezza minima	Verifica a flessione	Verifica a taglio	Nodo pilastri	I.R. Flessione PGA	I.R. Flessione TR	I.R. Taglio PGA	I.R. Taglio TR
Pilastrata A3	1.199	3.86	5.226	1.199	1.487	1.63	1.487	1.63
Pilastrata B1	1.113	7.585	6.326	1.113	1.487	1.63	1.487	1.63
Pilastrata B2	1.113	8.518	6.065	1.113	1.487	1.63	1.487	1.63
Pilastrata C3	1.199	4.196	5.25	1.199	1.487	1.63	1.487	1.63
Pilastrata C2	1.16	5.174	5.299	1.16	1.487	1.63	1.487	1.63
Pilastrata C1	2.278	3.775	5.13	2.278	1.487	1.63	1.487	1.63

## 12.2.2 Verifiche consuntive Pareti Debolmente Armate in C.A.

**Verifica:** Descrizione della verifica relativa che ne consente l'individuazione all'interno della struttura.

**Sicurezza minima:** Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza relativamente alle verifiche visualizzabili per tale elemento. Il valore è adimensionale.

**Verifica a flessione:** Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a flessione tra tutte le verifiche a flessione condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.

**Verifica a taglio:** Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a taglio tra tutte le verifiche a taglio condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.

**I.R. Flessione PGA:** Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo dell'indicatore di rischio sismico, in termini di accelerazione di aggancio, relativamente alle verifiche visualizzabili per tale elemento. Il valore è adimensionale.

**I.R. Flessione TR:** Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo dell'indicatore di rischio sismico, in termini di periodo di ritorno, relativamente alla pressoflessione. Il valore è adimensionale.

**I.R. Taglio PGA:** Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo dell'indicatore di rischio sismico, in termini di accelerazione di aggancio, relativamente al taglio. Il valore è adimensionale.

**I.R. Taglio TR:** Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo dell'indicatore di rischio sismico, in termini di periodo di ritorno, relativamente al taglio. Il valore è adimensionale.

Verifica	Sicurezza minima	Verifica a flessione	Verifica a taglio	I.R. Flessione PGA	I.R. Flessione TR	I.R. Taglio PGA	I.R. Taglio TR
Parete a "Fondazione - Falda 2"	8.048	10.069	8.048	1.487	1.63	1.487	1.63
Parete a "Fondazione - Tamponamenti"	9.551	9.669	9.551	1.487	1.63	1.487	1.63

## 12.2.3 Verifiche consuntive travate C.A.

**Verifica:** Descrizione della verifica relativa che ne consente l'individuazione all'interno della struttura.

**Sicurezza minima:** Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza relativamente alle verifiche visualizzabili per tale elemento. Il valore è adimensionale.

**Verifica a flessione:** Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a flessione tra tutte le verifiche a flessione condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.

**Verifica a taglio:** Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a taglio tra tutte le verifiche a taglio condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.

**Verifica di portanza:** Visualizza per ciascun elemento di verifica di fondazione il valore minimo del coefficiente di sicurezza per portanza. Il valore è adimensionale.

**Verifica di scorrimento:** Visualizza per ciascun elemento di verifica di fondazione il valore minimo del coefficiente di sicurezza per scorrimento. Il valore è adimensionale.

**I.R. Flessione PGA:** Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo dell'indicatore di rischio sismico, in termini di accelerazione di aggancio, relativamente alle verifiche visualizzabili per tale elemento. Il valore è adimensionale.

**I.R. Flessione TR:** Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo dell'indicatore di rischio sismico, in termini di periodo di ritorno, relativamente alla pressoflessione. Il valore è adimensionale.

**I.R. Taglio PGA:** Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo dell'indicatore di rischio sismico, in termini di accelerazione di aggancio, relativamente al taglio. Il valore è adimensionale.

**I.R. Taglio TR:** Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo dell'indicatore di rischio sismico, in termini di periodo di ritorno, relativamente al taglio. Il valore è adimensionale.

Verifica	Sicurezza minima	Verifica a flessione	Verifica a taglio	Verifica di portanza	Verifica di scorrimento	I.R. Flessione PGA	I.R. Flessione TR	I.R. Taglio PGA	I.R. Taglio TR
Trave a "Falda 2" B2-A3	1.114	1.365	1.114			1.487	1.63	1.487	1.63
Trave a "Falda 1" C1-B1	1.102	1.279	1.102			1.487	1.63	1.487	1.63
Trave a "Falda 1" C3-B2	1.096	1.339	1.096			1.487	1.63	1.487	1.63
Trave a "Falda 1" C1-C3	2.654	2.968	2.654			1.487	1.63	1.487	1.63
Trave a "Falda 2" B1-A1	1.079	1.325	1.079			1.487	1.63	1.487	1.63
Trave a "Falda 2" A1-A3	2.714	3.588	2.714			1.487	1.63	1.487	1.63

## 12.2.4 Verifiche consuntive Piastre C.A.

**Verifica:** Descrizione della verifica relativa che ne consente l'individuazione all'interno della struttura.

**Sicurezza minima:** Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza relativamente alle verifiche visualizzabili per tale elemento. Il valore è adimensionale.

**Verifica di portanza:** Visualizza per ciascun elemento di verifica di fondazione il valore minimo del coefficiente di sicurezza per portanza. Il valore è adimensionale.

**Verifica di scorrimento:** Visualizza per ciascun elemento di verifica di fondazione il valore minimo del coefficiente di sicurezza per scorrimento. Il valore è adimensionale.

**Flessione piastre/platee:** Visualizza per le piastre/platee il valore minimo del coefficiente di sicurezza per flessione. Il valore è adimensionale.

**Taglio piastre/platee:** Visualizza per le piastre/platee il valore minimo del coefficiente di sicurezza per taglio. Il valore è adimensionale.

**Punzonamento piastre/platee:** Visualizza per le piastre/platee il valore minimo del coefficiente di sicurezza per punzonamento. Il valore è adimensionale.

Verifica	Sicurezza minima	Verifica di portanza	Verifica di scorrimento	Flessione piastre/platee	Taglio piastre/platee	Punzonamento piastre/platee
Platea a "Fondazione"	1.341	2.711	15.887	1.341		5.024

## 12.2.5 Verifiche consuntive Fondazioni

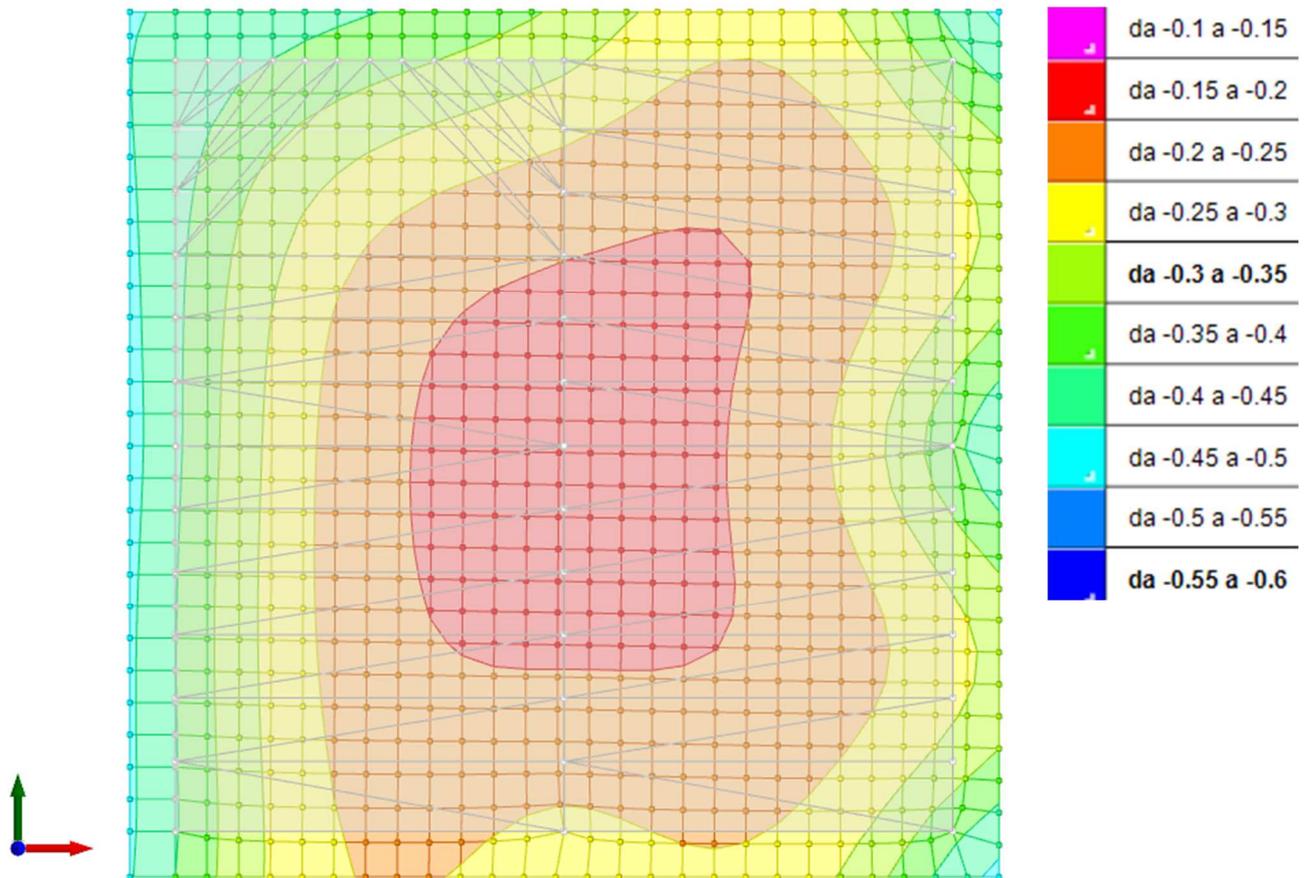


Figura 12-11: Pressioni Massime in fondazione Abitazione, involucro combinazioni SLU, SLD, SLV [daN/cm<sup>2</sup>]

Viste le caratteristiche del terreno, la pressione massima ammissibile in fondazione risulta pari a **1,40 daN/cm<sup>2</sup>**; si può osservare come nell'involucro delle combinazioni SLU, SLV ed SLD di massima pressione sul terreno, il limite imposto non venga raggiunto, si ritengono pertanto soddisfatte le verifiche.

## 12.3 Verifica effetti del secondo ordine

**Quota inferiore:** quota inferiore esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

**Quota superiore:** quota superiore esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

**Comb.:** combinazione.

**N.b.:** nome breve o compatto della combinazione di carico.

**Carico verticale:** carico verticale. [kN]

**Spostamento:** spostamento medio di interpiano. [m]

**Forza orizzontale totale:** forza orizzontale totale. [kN]

**Altezza del piano:** altezza del piano. [m]

**Theta:** coefficiente Theta formula [7.3.3] § 7.3.1. Il valore è adimensionale.

Quota inferiore	Quota superiore	Comb.	Carico verticale	Spostamento	Forza orizzontale totale	Altezza del piano	Theta
		N.b.					
Fondazione	Copertura Bassa	SLV 1	170.95	0.01222	20.78	4.01	0.025
Fondazione	Copertura Bassa	SLV 2	170.95	0.01222	20.78	4.01	0.025
Fondazione	Copertura Bassa	SLV 3	172.08	0.00668	23.82	4.01	0.012
Fondazione	Copertura Bassa	SLV 4	172.08	0.00668	23.82	4.01	0.012
Fondazione	Copertura Bassa	SLV 5	166.89	0.01259	19.72	4.01	0.027
Fondazione	Copertura Bassa	SLV 6	166.89	0.01259	19.72	4.01	0.027
Fondazione	Copertura Bassa	SLV 7	170.67	0.00738	22.9	4.01	0.014
Fondazione	Copertura Bassa	SLV 8	170.67	0.00738	22.9	4.01	0.014
Fondazione	Copertura Bassa	SLV 9	164.55	0.00728	22.9	4.01	0.013
Fondazione	Copertura Bassa	SLV 10	164.55	0.00728	22.9	4.01	0.013
Fondazione	Copertura Bassa	SLV 11	168.33	0.01259	19.72	4.01	0.027
Fondazione	Copertura Bassa	SLV 12	168.33	0.01259	19.72	4.01	0.027
Fondazione	Copertura Bassa	SLV 13	163.15	0.00648	23.82	4.01	0.011
Fondazione	Copertura Bassa	SLV 14	163.15	0.00648	23.82	4.01	0.011
Fondazione	Copertura Bassa	SLV 15	164.28	0.01212	20.78	4.01	0.024
Fondazione	Copertura Bassa	SLV 16	164.28	0.01212	20.78	4.01	0.024
Fondazione	Copertura Alta	SLV 1	12.49	0.01128	2.08	4.94	0.014
Fondazione	Copertura Alta	SLV 2	12.49	0.01128	2.08	4.94	0.014
Fondazione	Copertura Alta	SLV 3	12.7	0.00542	0.79	4.94	0.018

Quota inferiore	Quota superiore	Comb.	Carico verticale	Spostamento	Forza orizzontale totale	Altezza del piano	Theta
		N.b.					
Fondazione	Copertura Alta	SLV 4	12.7	0.00542	0.79	4.94	0.018
Fondazione	Copertura Alta	SLV 5	12.17	0.01303	4.5	4.94	0.007
Fondazione	Copertura Alta	SLV 6	12.17	0.01303	4.5	4.94	0.007
Fondazione	Copertura Alta	SLV 7	12.88	0.00849	4.06	4.94	0.005
Fondazione	Copertura Alta	SLV 8	12.88	0.00849	4.06	4.94	0.005
Fondazione	Copertura Alta	SLV 9	12.1	0.00843	4.06	4.94	0.005
Fondazione	Copertura Alta	SLV 10	12.1	0.00843	4.06	4.94	0.005
Fondazione	Copertura Alta	SLV 11	12.81	0.01301	4.5	4.94	0.008
Fondazione	Copertura Alta	SLV 12	12.81	0.01301	4.5	4.94	0.008
Fondazione	Copertura Alta	SLV 13	12.28	0.00514	0.79	4.94	0.016
Fondazione	Copertura Alta	SLV 14	12.28	0.00514	0.79	4.94	0.016
Fondazione	Copertura Alta	SLV 15	12.49	0.01116	2.08	4.94	0.014
Fondazione	Copertura Alta	SLV 16	12.49	0.01116	2.08	4.94	0.014

Il valore ottenuto in tabella considerando le differenti combinazioni SLV è un ordine di grandezza inferiore rispetto al massimo previsto da normativa, pertanto le non linearità geometriche possono essere trascurate.

$$\theta = \frac{P \cdot d_r}{V \cdot h} \leq 0,1 \quad (7.3.2)$$

## 12.4 Verifica Platea di Fondazione

---

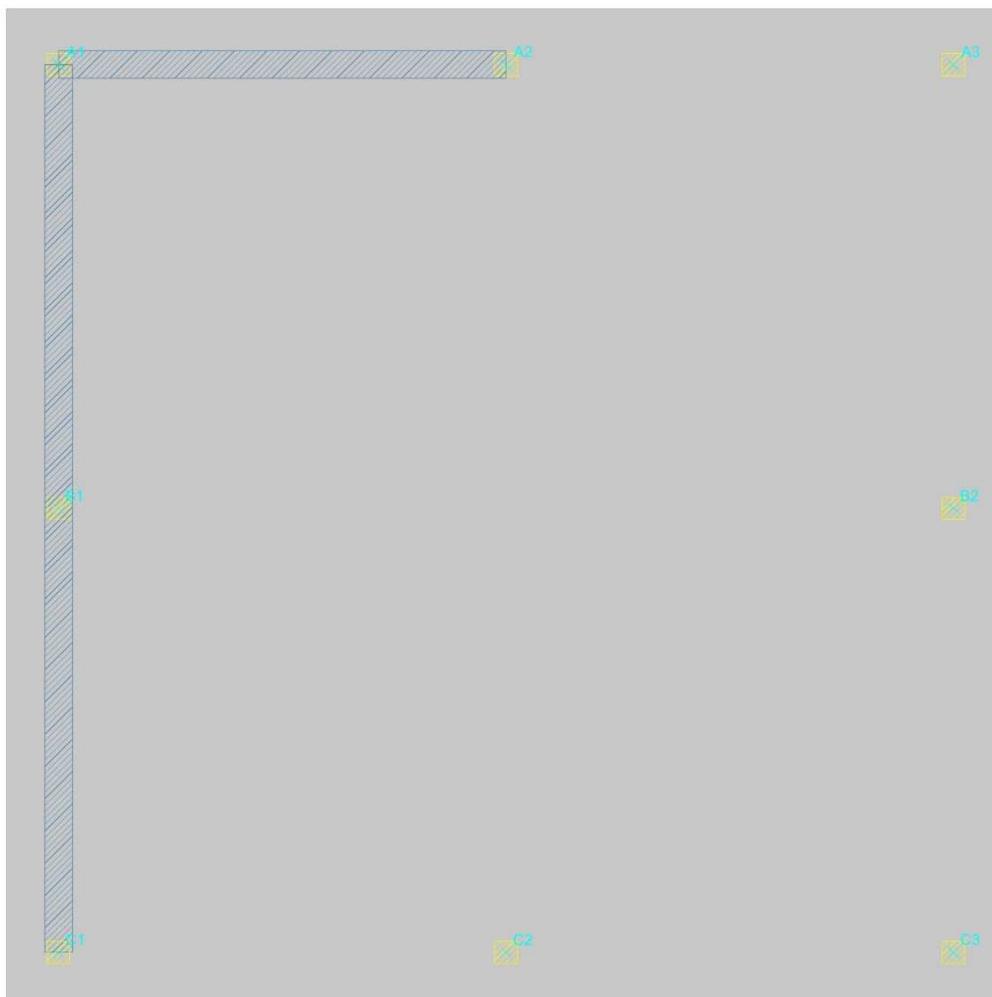
Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [m, kN, deg] ove non espressamente specificato.

**Nodo:** indice del nodo di verifica.  
**Dir.:** direzione della sezione di verifica.  
**B:** base della sezione rettangolare di verifica. [m]  
**H:** altezza della sezione rettangolare di verifica. [m]  
**A. sup.:** area barre armatura superiori. [m<sup>2</sup>]  
**C. sup.:** distanza media delle barre superiori dal bordo superiore della sezione. [m]  
**A. inf.:** area barre armatura inferiori. [m<sup>2</sup>]  
**C. inf.:** distanza media delle barre inferiori dal bordo inferiore della sezione. [m]  
**Comb.:** combinazione di verifica.  
**M:** momento flettente. [kN\*m]  
**N:** sforzo normale. [kN]  
**Mu:** momento flettente ultimo. [kN\*m]  
**Nu:** sforzo normale ultimo. [kN]  
**c.s.:** coefficiente di sicurezza.  
**Verifica:** stato di verifica.  
 **$\sigma_c$ :** tensione nel calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]  
 **$\sigma_{lim}$ :** tensione limite. [kN/m<sup>2</sup>]  
**Es/Ec:** coefficiente di omogenizzazione.  
 **$\sigma_f$ :** tensione nell'acciaio d'armatura. [kN/m<sup>2</sup>]  
**Nome:** nome attribuito alla zona di punzonamento.  
**Lato punzonante:** lato considerato come punzonante in verifica.  
**Verticali inferiori:** elementi punzonanti inferiori.  
**Verticali superiori:** elementi punzonanti superiori.  
**Zona:** nome della zona di punzonamento.  
**Lato:** lato su cui agisce l'azione punzonante.  
**ved:** tensione tangenziale per punzonamento. [kN/m<sup>2</sup>]  
**vr<sub>d,c</sub>:** resistenza a punzonamento. [kN/m<sup>2</sup>]  
**d:** media delle altezze utili nelle due direzioni ortogonali. [m]  
**Offset:** distanza del perimetro di verifica dall'area caricata. [m]  
**U1:** lunghezza efficace del perimetro di verifica. [m]  
**VE<sub>d</sub>:** forza netta di taglio-punzonamento. [kN]  
**Peso:** peso del blocco di cls e dell'eventuale carico superficiale. [kN]  
**Suolo:** reazione trasmessa dal suolo. [kN]  
 **$\beta$ :** formula per il calcolo del coefficiente.  
**M1:** momento di calcolo secondo l'asse principale di verifica 1. [kN\*m]  
**M2:** momento di calcolo secondo l'asse principale di verifica 2. [kN\*m]  
**W11:** w1 secondo l'asse principale di verifica 1. [m<sup>2</sup>]  
**W12:** w1 secondo l'asse principale di verifica 2. [m<sup>2</sup>]  
 **$\beta$ :** coefficiente per reazione eccentrica rispetto al perimetro di verifica.  
**Comb.:** combinazione.  
**F<sub>h</sub>:** componente orizzontale del carico. [kN]  
**F<sub>v</sub>:** componente verticale del carico. [kN]  
**C<sub>nd</sub>:** resistenza valutata a breve o lungo termine (BT - LT).  
**Ad:** adesione di progetto. [kN/m<sup>2</sup>]  
**Phi:** angolo di attrito di progetto. [deg]  
**R<sub>pl</sub>:** resistenza passiva laterale unitaria di progetto. [kN/m<sup>2</sup>]  
 **$\gamma_R$ :** coefficiente parziale sulla resistenza di progetto.  
**R<sub>d</sub>:** resistenza alla traslazione di progetto. [kN]  
**Ed:** azione di progetto. [kN]  
**R<sub>d</sub>/E<sub>d</sub>:** coefficiente di sicurezza allo scorrimento.  
**ID:** indice della verifica di capacità portante.  
**F<sub>x</sub>:** componente lungo x del carico. [kN]  
**F<sub>y</sub>:** componente lungo y del carico. [kN]  
**F<sub>z</sub>:** componente verticale del carico. [kN]

**Mx**: componente lungo x del momento. [kN\*m]  
**My**: componente lungo y del momento. [kN\*m]  
**ix**: inclinazione del carico in x. [deg]  
**iy**: inclinazione del carico in y. [deg]  
**ex**: eccentricità del carico in x. [m]  
**ey**: eccentricità del carico in y. [m]  
**B'**: larghezza efficace. [m]  
**L'**: lunghezza efficace. [m]  
**C**: coesione di progetto. [kN/m<sup>2</sup>]  
**Qs**: sovraccarico laterale da piano di posa. [kN/m<sup>2</sup>]  
**Rd**: resistenza alla rottura del complesso di progetto. [kN]  
**Ed**: azione di progetto (sforzo normale al piano di posa). [kN]  
**Rd/Ed**: coefficiente di sicurezza alla capacità portante.  
**N**:  
**Nq**: fattore di capacità portante per il termine di sovraccarico.  
**Nc**: fattore di capacità portante per il termine coesivo.  
**Ng**: fattore di capacità portante per il termine attritivo.  
**S**:  
**Sq**: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine di sovraccarico.  
**Sc**: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine coesivo.  
**Sg**: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine attritivo.  
**D**:  
**Dq**: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine di sovraccarico.  
**Dc**: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine coesivo.  
**Dg**: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine attritivo.  
**I**:  
**Iq**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine di sovraccarico.  
**Ic**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine coesivo.  
**Ig**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine attritivo.  
**B**:  
**Bq**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine di sovraccarico.  
**Bc**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine coesivo.  
**Bg**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine attritivo.  
**G**:  
**Gq**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine di sovraccarico.  
**Gc**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine coesivo.  
**Gg**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine attritivo.  
**P**:  
**Pq**: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine di sovraccarico.  
**Pc**: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine coesivo.  
**Pg**: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine attritivo.  
**E**:  
**Eq**: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine di sovraccarico.  
**Ec**: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine coesivo.  
**Eg**: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine attritivo.

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

## Geometria



### 12.4.1 Caratteristiche dei materiali

---

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C25/30 Rck 30000

### 12.4.2 Sistema di riferimento e direzioni di armatura

---

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (49.91; 9.624; 0), direzione dell'asse X = (0.01; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 0.01; 0).

Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.

### 12.4.3 Verifiche nei nodi

---

#### 12.4.3.1.1 Verifiche SLU flessione nei nodi

Piastra di fondazione con comportamento non dissipativo pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
394	X	0.5	0.3	0.000196	0.045	0.000196	0.045	SLU 43	16.7003	0	20.1793	0	1.2083	Si
378	X	1	0.3	0.000393	0.045	0.000393	0.045	SLU 43	33.2684	0	40.6388	0	1.2215	Si
366	X	0.5	0.3	0.000196	0.045	0.000196	0.045	SLU 43	15.9814	0	20.1793	0	1.2627	Si
403	X	0.96	0.3	0.000377	0.045	0.000377	0.045	SLU 43	25.519	0	38.8762	0	1.5234	Si
402	X	1	0.3	0.000393	0.045	0.000393	0.045	SLU 43	25.376	0	40.6388	0	1.6015	Si

#### 12.4.3.1.2 Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi

Piastra di fondazione con comportamento non dissipativo pertanto la verifica a pressoflessione viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
394	X	0.5	0.3	0.000196	0.045	0.000196	0.045	SLD 11	9.883	0	17.3446	0	1.755	Si
378	X	1	0.3	0.000393	0.045	0.000393	0.045	SLD 5	19.036	0	36.4361	0	1.9141	Si
366	X	0.5	0.3	0.000196	0.045	0.000196	0.045	SLD 5	8.3939	0	17.3446	0	2.0663	Si
403	X	0.96	0.3	0.000377	0.045	0.000377	0.045	SLD 11	14.2315	0	34.5994	0	2.4312	Si
57	Y	1	0.3	0.000393	0.035	0.000393	0.035	SLD 5	14.0927	0	37.8685	0	2.6871	Si

#### 12.4.3.1.3 Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{lim}$	Es/Ec	Verifica
394	X	0.5	0.3	0.000196	0.045	0.000196	0.045	SLE RA 4	11.6461	0	-1468	14940	15	Si
378	X	1	0.3	0.000393	0.045	0.000393	0.045	SLE RA 4	23.1695	0	-1460	14940	15	Si
366	X	0.5	0.3	0.000196	0.045	0.000196	0.045	SLE RA 4	11.1265	0	-1403	14940	15	Si
394	X	0.5	0.3	0.000196	0.045	0.000196	0.045	SLE QP 1	7.1813	0	-905	11205	15	Si
378	X	1	0.3	0.000393	0.045	0.000393	0.045	SLE QP 1	14.1607	0	-893	11205	15	Si

#### 12.4.3.1.4 Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	$\sigma_f$	$\sigma_{lim}$	Es/Ec	Verifica
394	X	0.5	0.3	0.000196	0.045	0.000196	0.045	SLE RA 4	11.6461	0	15415	360000	15	Si
378	X	1	0.3	0.000393	0.045	0.000393	0.045	SLE RA 4	23.1695	0	15334	360000	15	Si
366	X	0.5	0.3	0.000196	0.045	0.000196	0.045	SLE RA 4	11.1265	0	14727	360000	15	Si
403	X	0.96	0.3	0.000377	0.045	0.000377	0.045	SLE RA 4	17.7796	0	12258	360000	15	Si
402	X	1	0.3	0.000393	0.045	0.000393	0.045	SLE RA 4	17.6784	0	11699	360000	15	Si

### 12.4.3.1.5 Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

## 12.4.4 Verifiche punzonamento

### 12.4.4.1.1 Zone di punzonamento considerate

Nome	Lato punzonante	Verticali inferiori	Verticali superiori
ZFC2	Superiore		Pilastro C.A. a tronco Fondazione - Falda 1 filo C2
ZFC3	Superiore		Pilastro C.A. a tronco Fondazione - Falda 1 filo C3
ZFB2	Superiore		Pilastro C.A. a tronco Fondazione - Falda 1 filo B2
ZFA3	Superiore		Pilastro C.A. a tronco Fondazione - Falda 2 filo A3

### 12.4.4.1.2 Verifiche punzonamento U1 SLU

Zona	Lato	Comb.	ved	vrđ,c	d	Offset	U1	VEđ	Peso	Suolo	$\beta$	M1	M2	W11	W12	$\beta$	c.s.	Verifica
ZFB2	Sup.	SLU 43	142	449	0.26	0.52	3.282	-113.88	7.39	53.28	(6.39)	-0.8317	-3.6031	1.6575	1.1385	1.06	3.1647	Si
ZFA3	Sup.	SLU 43	85	478	0.26	0.488	2.205	-36.45	7.16	51.01	(6.39)	-3.4616	-3.5969	0.7696	0.7425	1.34	5.6205	Si
ZFC3	Sup.	SLU 43	82	478	0.26	0.488	2.166	-36.81	6.94	49.81	(6.39)	2.1347	-3.102	0.7289	0.7322	1.25	5.8418	Si
ZFC2	Sup.	SLV FO 5	90	1379	0.26	0.169	2.057	-15.17	1.43	4.75	(6.43)	2.5145	-10.5549			3.19	15.2576	Si

### 12.4.4.1.3 Verifiche punzonamento U1 SLD Resistenza

Zona	Lato	Comb.	ved	vrđ,c	d	Offset	U1	VEđ	Peso	Suolo	$\beta$	M1	M2	W11	W12	$\beta$	c.s.	Verifica
ZFB2	Sup.	SLD 5	80	512	0.26	0.456	3.083	-44.98	4.93	27.96	(6.39)	8.2487	-4.7926	1.4207	1.0162	1.43	6.3667	Si
ZFC3	Sup.	SLD 5	73	512	0.26	0.456	2.116	-12.2	5.08	30.68	(6.39)	7.557	-7.8683	0.6934	0.6967	3.31	6.9757	Si
ZFA3	Sup.	SLD 11	58	550	0.26	0.424	2.106	-13.36	5	31.54	(6.39)	-8.1966	-1.9831	0.6977	0.6717	2.39	9.4366	Si
ZFC2	Sup.	SLD 5	73	1260	0.26	0.185	2.157	-14.86	1.56	5.23	(6.43)	2.0019	-8.8147			2.76	17.2071	Si

## 12.4.5 Verifiche geotecniche

### 12.4.5.1 Dati geometrici dell'impronta di calcolo

Forma dell'impronta di calcolo: rettangolare di area equivalente

Centro impronta, nel sistema globale: 55.4; 15.1; -0.3

Lato minore B dell'impronta: 10.9

Lato maggiore L dell'impronta: 10.9

Area dell'impronta rettangolare di calcolo: 119.2

### 12.4.5.2 Verifica di scorrimento sul piano di posa

Coefficiente di sicurezza minimo per scorrimento 12.74

Comb.	Fh	Fv	Cnd	Ad	Phi	RPI	$\gamma R$	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
SLU 30	0	-2297.08	LT	2	10	0	1.1	628.38	0	1374847745.85	Si
SLV FO 13	46.15	-2045.16	LT	2	10	0	1.1	588	46.15	12.74	Si

### 12.4.5.3 Verifica di capacità portante sul piano di posa

Profondità massima del bulbo di rottura considerato: 7.1 m

Peso specifico efficace del terreno di progetto  $\gamma_s$ : 1500 daN/m<sup>3</sup>

Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo  $A_{max}$  per verifiche in SLD: 0.019

Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo  $A_{max}$  per verifiche in SLV: 0.043

Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 2.52

ID	Comb.	Fx	Fy	Fz	Mx	My	ix	iy	ex	ey	B'	L'	Cnd	C	Phi	Qs	$\gamma R$	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
1	SLU 42	0	0	-3226.12	-486.3374	-904.5846	0	0	-0.28	-0.15	10.34	10.64	LT	3	15	0	2.3	8126.46	3226.12	2.52	Si
2	SLV FO 7	-16.39	42.18	-2050.39	-541.4408	-784.9327	0	1	-0.38	-0.26	10.14	10.41	LT	3	15	0	2.3	7056.87	2050.39	3.44	Si
3	SLD 7	-10.86	30.98	-2049.83	-505.6648	-761.1875	0	1	-0.37	-0.25	10.16	10.45	LT	3	15	0	2.3	7383.45	2049.83	3.6	Si

Verifiche geotecniche di capacità portante - fattori utilizzati nel calcolo di Rd

ID	N			S			D			I			B			G			P			E		
	Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	Ic	Ig	Bq	Bc	Bg	Gq	Gc	Gg	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg
1	4	11	3	1.26	1.35	0.61	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	4	11	3	1.26	1.35	0.61	1	1	1	0.98	0.97	0.96	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.94	0.99	0.94
3	4	11	3	1.26	1.35	0.61	1	1	1	0.98	0.98	0.97	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.97	0.99	0.97

## 12.5 Pressioni massime sul terreno

**Nodo:** Nodo che interagisce col terreno.

**Ind.:** indice del nodo.

**Pressione minima:** situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo.

**Cont.:** nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima.

**uz:** spostamento massimo verticale del nodo. [m]

**Valore:** pressione minima sul terreno del nodo. [kN/m<sup>2</sup>]

**Pressione massima:** situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo.

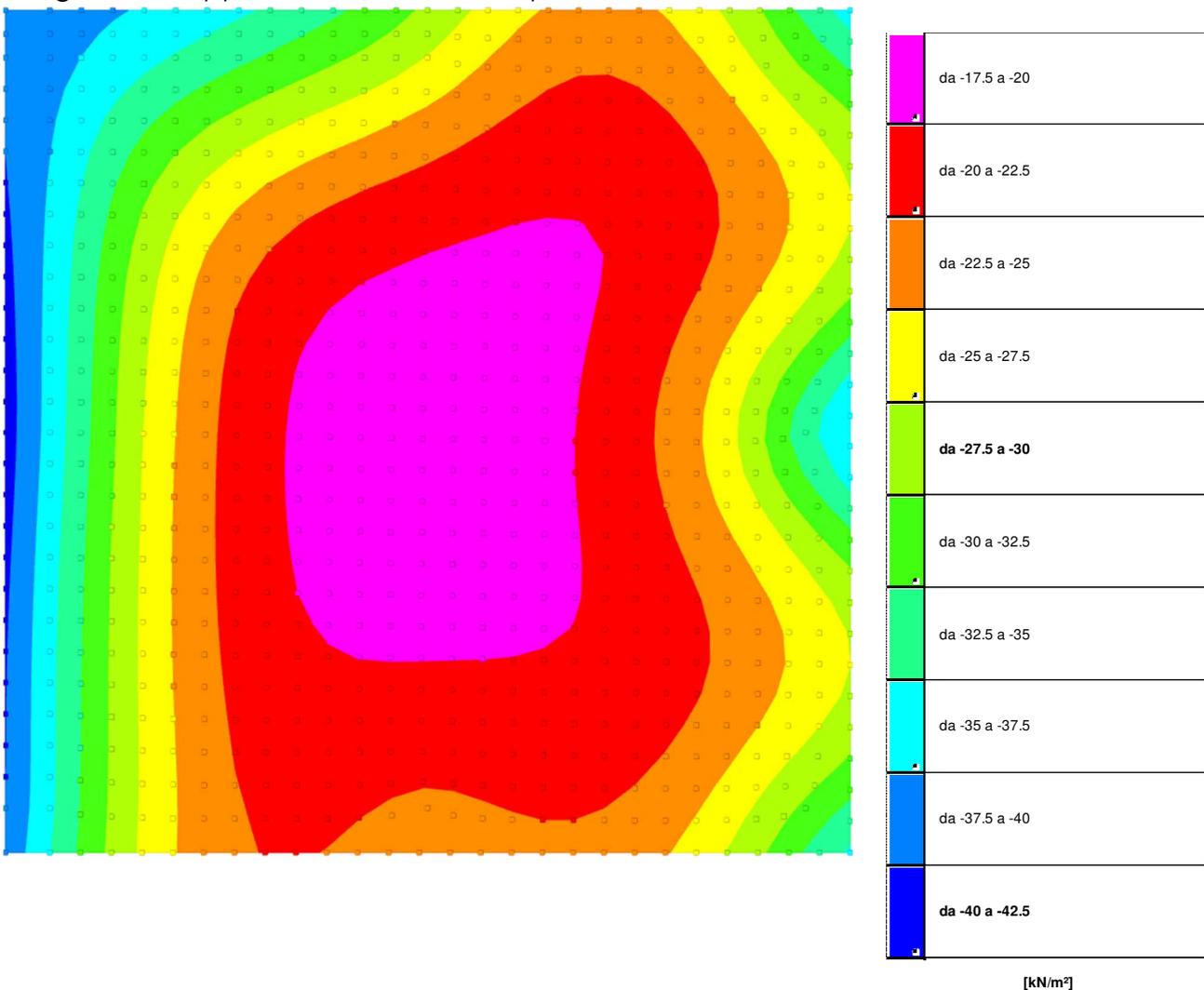
**Cont.:** nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima.

**uz:** spostamento minimo verticale del nodo. [cm]

**Valore:** pressione massima sul terreno del nodo. [kN/m<sup>2</sup>]

### 12.5.1 Pressioni Massime in SLU

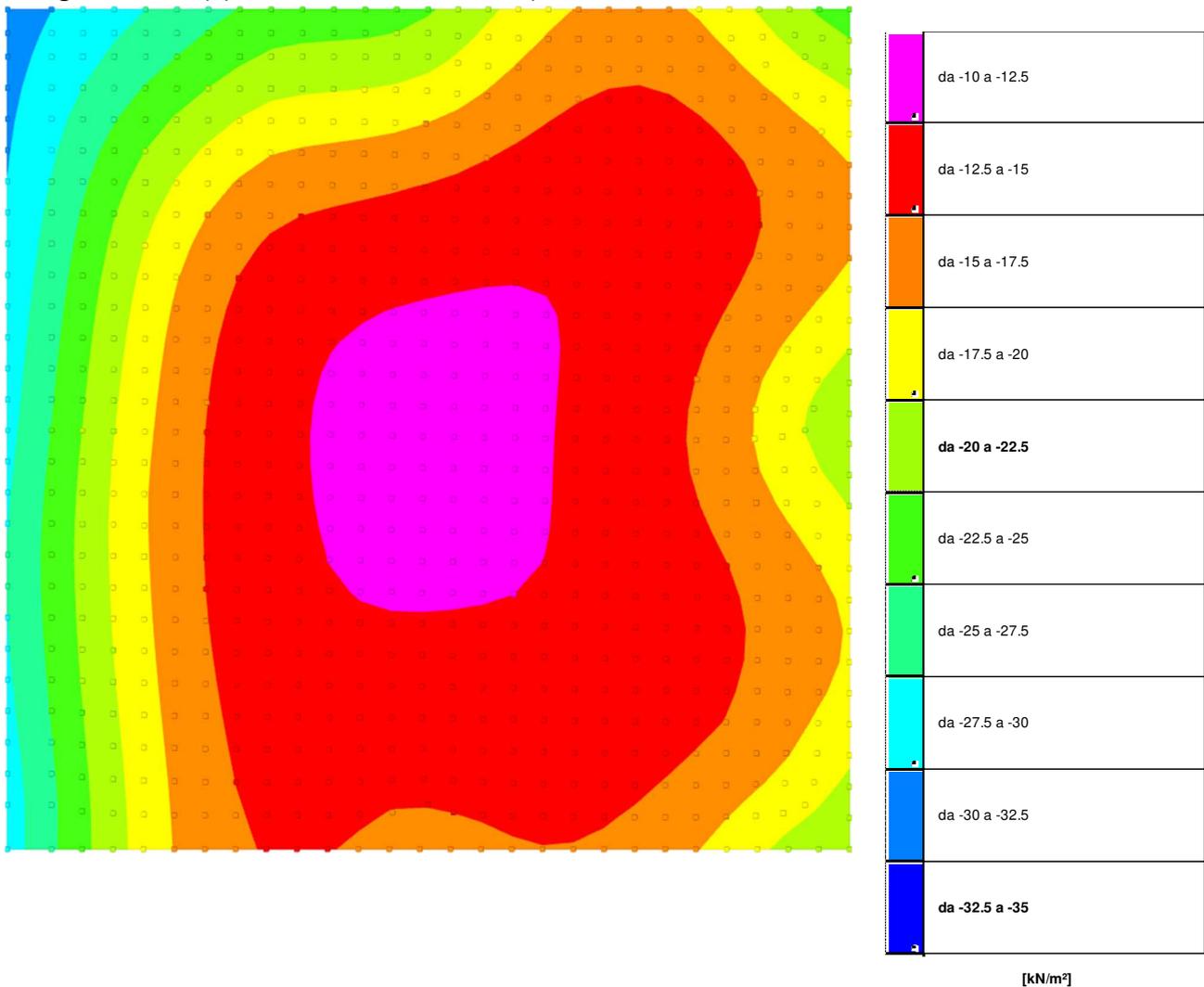
Si omettono i tabulati di calcolo in quanto poco rappresentativi; quanto segue raffigura l'involuppo delle distribuzioni di pressione sul terreno di fondazione:



**Compressione estrema massima -0.410 daN/cm<sup>2</sup>, nel contesto SLU 44.**

## 12.5.2 Pressioni Massime in SLV/SLVf/SLUEcc

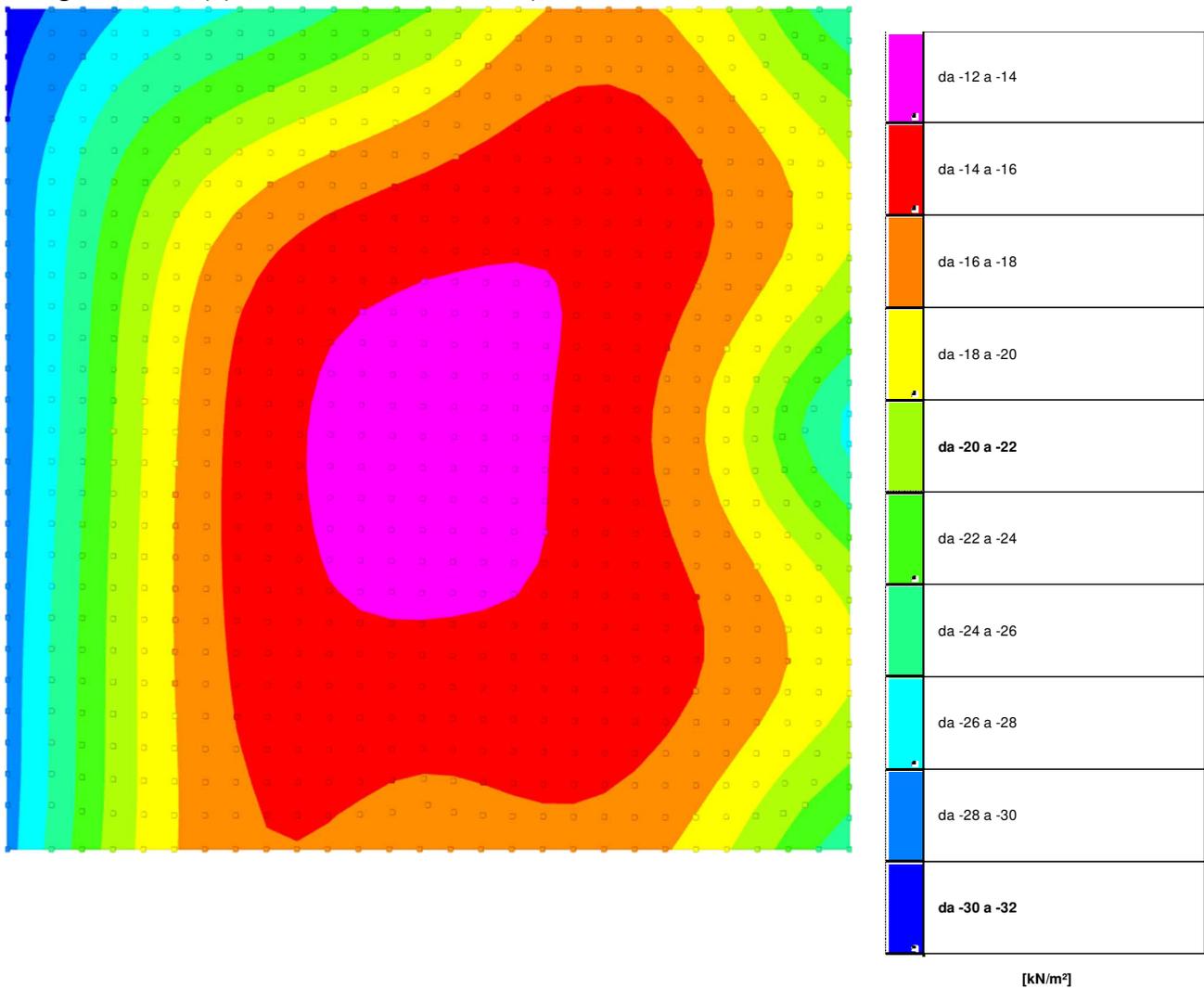
Si omettono i tabulati di calcolo in quanto poco rappresentativi; quanto segue raffigura l'involuppo delle distribuzioni di pressione sul terreno di fondazione:



**Compressione estrema massima -0.31 daN/cm<sup>2</sup>, nel contesto SLVf 3.**

### 12.5.3 Pressioni Massime in SLE/SLD

Si omettono i tabulati di calcolo in quanto poco rappresentativi; quanto segue raffigura l'involuppo delle distribuzioni di pressione sul terreno di fondazione:



**Compressione estrema massima -0.31, nel contesto SLO 7.**

## 12.6 Verifiche elementi trave C.A.

---

Si premette qui sotto la legenda impiegata per condurre le verifiche delle travi, e si riportano le verifiche dell'elemento più sollecitato. Tutti gli altri tabulati di calcolo sono conservati presso lo studio del professionista.

**N°:** indice progressivo della sezione.

**Descrizione:** descrizione della sezione.

**Tipo:** tipo di sezione.

**Base:** base della sezione. [m]

**Altezza:** altezza della sezione. [m]

**Copriferro sup.:** distanza del bordo della staffa dalla superficie superiore del getto. [m]

**Copriferro inf.:** distanza del bordo della staffa dalla superficie inferiore del getto. [m]

**Copriferro lat.:** distanza del bordo della staffa dalle superfici laterali del getto. [m]

**x:** distanza da asse appoggio sinistro. [m]

**A sup.:** area efficace di armatura longitudinale superiore. [m<sup>2</sup>]

**C.b. sup.:** distanza dal bordo del baricentro dell'armatura longitudinale superiore. [m]

**A inf.:** area efficace di armatura longitudinale inferiore. [m<sup>2</sup>]

**C.b. inf.:** distanza dal bordo del baricentro dell'armatura longitudinale inferiore. [m]

**M+ela:** momento flettente desunto dal solutore che tende le fibre inferiori. [kN\*m]

**Comb.:** combinazione.

**M+des:** momento flettente di progetto che tende le fibre inferiori. [kN\*m]

**M+ult:** momento ultimo per trazione delle fibre inferiori. [kN\*m]

**x/d:** rapporto tra posizione asse neutro e altezza utile.

**coeff:** coefficiente di sicurezza.

**M-ela:** momento flettente desunto dal solutore che tende le fibre superiori. [kN\*m]

**M-des:** momento flettente di progetto che tende le fibre superiori. [kN\*m]

**M-ult:** momento ultimo per trazione delle fibre superiori. [kN\*m]

**Verifica:** stato di verifica.

**A st:** area di staffe per unità di lunghezza. [m<sup>2</sup>]

**A sl:** area di armatura longitudinale tesa per valutazione resistenza taglio in assenza di armature a taglio. [m<sup>2</sup>]

**A sag:** area equivalente di barre piegate per unità di lunghezza. [m<sup>2</sup>]

**Vela:** taglio elastico. [kN]

**Vdes:** taglio di progetto. [kN]

**Vrd:** resistenza a taglio della sezione senza armature. [kN]

**Vrcd:** sforzo di taglio che produce il cedimento delle bielle. [kN]

**Vrzd:** resistenza a taglio per la presenza delle armature. [kN]

**Vult:** taglio ultimo. [kN]

**cotgθ:** cotg dell'angolo di inclinazione dei puntoni in calcestruzzo.

**Rara:** famiglia di combinazione di verifica.

**Mela:** momento elastico. [kN\*m]

**Mdes:** momento di progetto. [kN\*m]

**σ c:** tensione di compressione nel calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]

**σ c lim.:** tensione limite di compressione nel calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]

**σ f.:** tensione di trazione nell'acciaio. [kN/m<sup>2</sup>]

**σ f lim.:** tensione limite di trazione nell'acciaio. [kN/m<sup>2</sup>]

**Elastica+:** massima freccia a sezione interamente reagente di solo calcestruzzo. [m]

**Elastica-:** minima freccia a sezione interamente reagente di solo calcestruzzo. [m]

**Fess.+:** massima freccia a sezione fessurata ed omogeneizzata. [m]

**Fess.-:** minima freccia a sezione fessurata ed omogeneizzata. [m]

**Quasi permanente:** famiglia di combinazione di verifica.

**σ FRP:** tensione di trazione nell'FRP. [kN/m<sup>2</sup>]

**σ FRP lim.:** tensione limite di trazione nell'FRP. [kN/m<sup>2</sup>]

**Fess. viscosa+:** massima freccia a sezione fessurata ed omogeneizzata a viscosità esaurita. [m]

**Fess. viscosa-:** minima freccia a sezione fessurata ed omogeneizzata a viscosità esaurita. [m]

**l/f:** rapporto luce su freccia in combinazione quasi permanente.

**Bordo:** bordo interessato dalla fessura.

**Rara:** famiglia di combinazione per verifica inferiore.

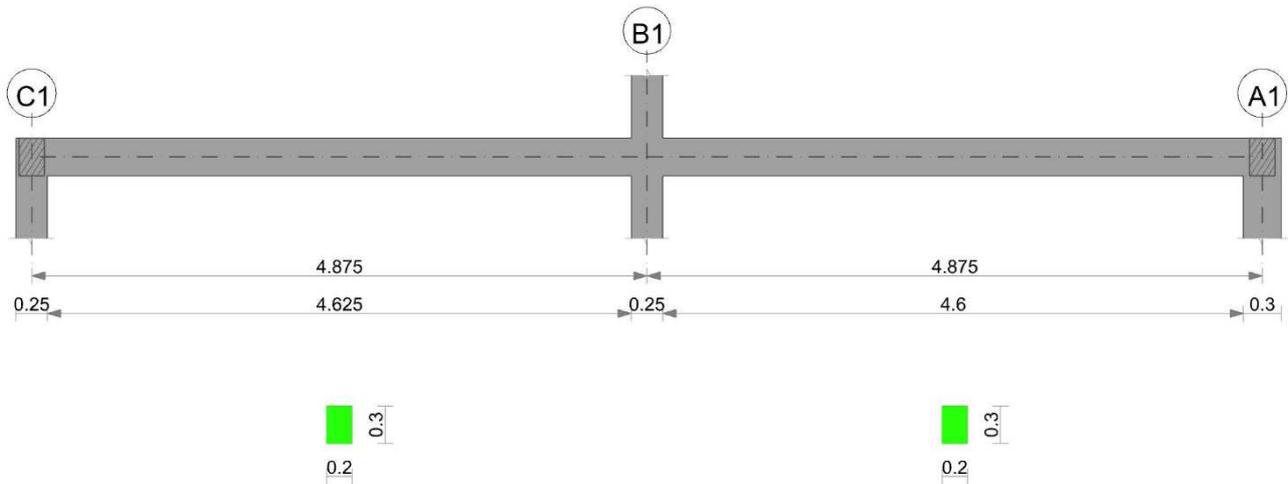
**Dmax:** distanza massima tra le fessure. [m]

**Esm:** dilatazione media delle barre di armatura.

**Wd**: valore di calcolo di apertura delle fessure. [m]  
**Comb**: combinazione.  
**Frequente**: famiglia di combinazione per verifica inferiore.  
**Quasi permanente**: famiglia di combinazione per verifica inferiore.  
**Frequente**: famiglia di combinazione di verifica.  
**Ascissa**: ascissa sezione di verifica. [m]  
**Lv**: luce di taglio considerata. [m]  
**x**: altezza della zona compressa della sezione. [m]  
**h**: altezza totale della sezione. [m]  
**p,tot**: percentuale geometrica totale di armatura longitudinale.  
 **$\theta,m$** : rotazione massima per la combinazione considerata.  
 **$\theta,y$** : rotazione di prima plasticizzazione.  
 **$\mu\Delta,pl$** : parte plastica della domanda di duttilità.  
**Vrd**: resistenza a taglio del calcestruzzo non staffato per la verifica nella direzione considerata. [kN]  
**VRcd(cot $\theta=1$ )**: resistenza a taglio delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata considerando il valore di cot $\theta$  unitario. [kN]  
**VRsd**: resistenza a taglio delle staffe per la verifica nella direzione considerata. [kN]  
**Vw**: contributo dell'armatura trasversale per la resistenza a taglio. [kN]  
**Vr**: resistenza a taglio in condizioni cicliche (formula [C8.7.2.8]). [kN]  
**Vu**: resistenza a taglio in condizioni sismiche. [kN]  
**Ved**: sollecitazione tagliante. [kN]  
**Ned**: sollecitazione di sforzo normale. [kN]  
**Comb.**: combinazione di verifica.  
**x**: ascissa relativa. [m]  
**taglio negativo**: valori per taglio negativo.  
**contr. grav.**: contributo azioni gravitazionali. [kN]  
**contr. mom. res.**: contributo dei momenti resistenti. [kN]  
**taglio positivo**: valori per taglio positivo.  
**T gravità**: taglio dovuto ai carichi gravitazionali. [kN]  
**T sisma**: taglio dovuto a sisma. [kN]  
**T ultimo**: taglio ultimo. [kN]  
**Comb.**: combinazione per indicatore minimo per taglio.  
**Pga**: pga per taglio.  
**Tr**: tempo di ritorno per taglio.  
**Ind. taglio**: indicatore di rischio per taglio.  
**M gravità**: momento dovuto ai carichi gravitazionali. [kN\*m]  
**M sisma**: momento dovuto a sisma. [kN\*m]  
**M ultimo**: momento ultimo. [kN\*m]  
**Comb.**: combinazione per indicatore minimo per momento.  
**Pga**: pga per momento.  
**Tr**: tempo di ritorno per momento.  
**Ind. momento**: indicatore di rischio per momento.  
**Ver**: stato di verifica.  
**campata**: campata.  
**appoggio**: appoggio.  
**momento positivo**: momento resistente positivo. [kN\*m]  
**momento negativo**: momento resistente negativo. [kN\*m]

## 12.6.1 Trave a "Copertura Bassa" C1-A1

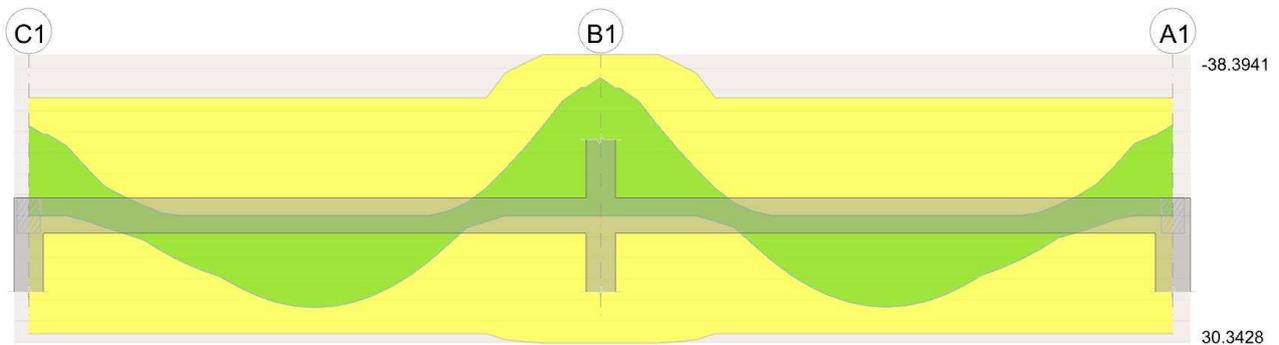
### Geometria



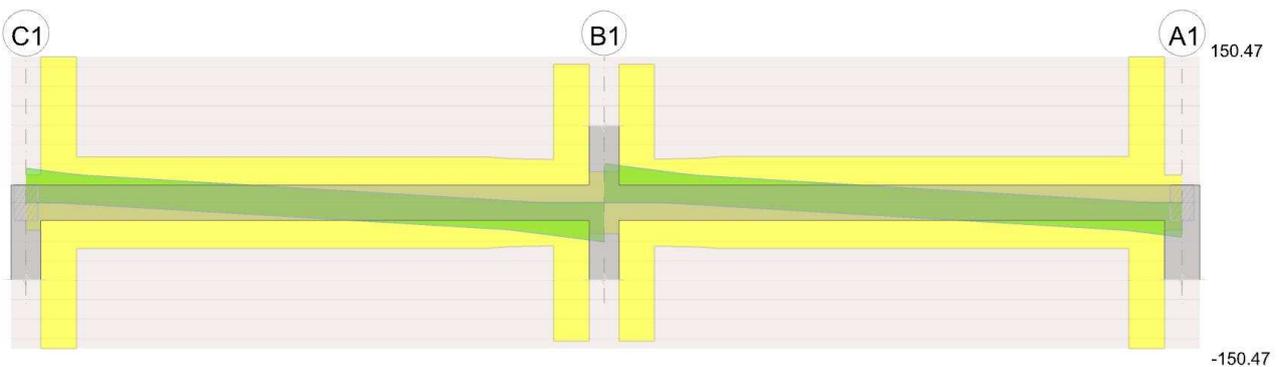
### 12.6.1.1 Elenco delle sezioni

N°	Descrizione	Tipo	Base	Altezza	Copriferro sup.	Copriferro inf.	Copriferro lat.
1	R 20x30	Rettangolare	0.2	0.3	0.03	0.03	0.03

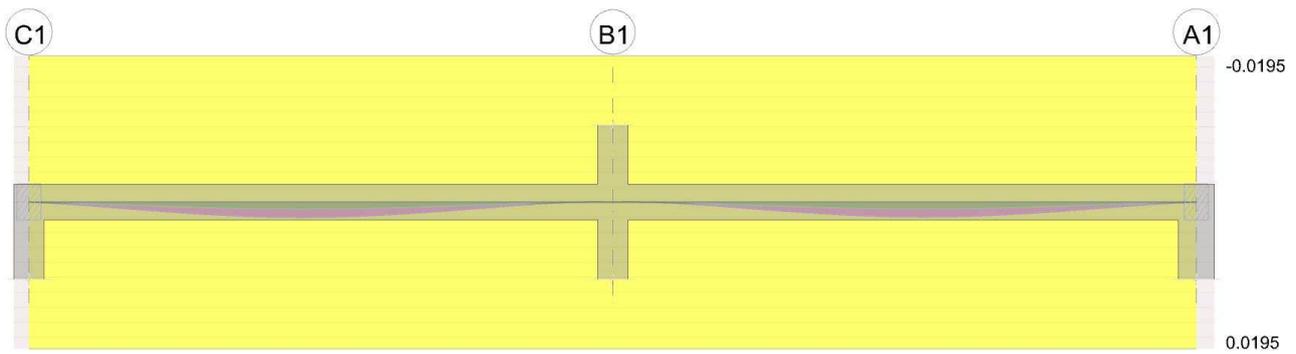
### Diagramma verifica stato limite ultimo flessione



### Diagramma verifica stato limite ultimo taglio



### Diagramma verifica stato limite esercizio quasi permanente freccia



### 12.6.1.2 Campata 1 tra i fili C1 - B1, sezione R 20x30, asta 51; campata a comportamento dissipativo

#### 12.6.1.2.1 Verifiche a flessione in famiglia SLU

x	A sup.	C.b. sup.	A inf.	C.b. inf.	M+ela	Comb.	M+des	M+ult	x/d	coef	M-ela	Comb.	M-des	M-ult	x/d	coef	Verifica
0	0.000308	0.045	0.000308	0.045							-23.5757	SLU 44	-21.4036	-28.0917	0.187	1.31	Si
0.13	0.000308	0.045	0.000308	0.045							-19.3163	SLU 44	-19.3163	-28.0917	0.187	1.45	Si
2.44	0.000308	0.045	0.000308	0.045	16.5339	SLU 43	21.8433	28.0917	0.187	1.29							Si
4.75	0.000462	0.058	0.000308	0.045							-30.5237	SLU 43	-30.5237	-38.3941	0.24	1.26	Si
4.88	0.000462	0.058	0.000308	0.045							-35.3889	SLU 43	-32.9139	-38.3941	0.24	1.17	Si

#### 12.6.1.2.2 Verifiche a flessione in famiglia SLV

x	A sup.	C.b. sup.	A inf.	C.b. inf.	M+ela	Comb.	M+des	M+ult	x/d	coef	M-ela	Comb.	M-des	M-ult	x/d	coef	Verifica
0	0.000308	0.045	0.000308	0.045							-15.4537	SLV 9	-14.3296	-28.0917	0.187	1.96	Si
0.13	0.000308	0.045	0.000308	0.045							-13.2453	SLV 9	-13.2453	-28.0917	0.187	2.12	Si
2.44	0.000308	0.045	0.000308	0.045	8.2513	SLV 7	8.5094	28.0917	0.187	3.3							Si
4.75	0.000462	0.058	0.000308	0.045							-17.8802	SLV 7	-17.8802	-38.3941	0.24	2.15	Si
4.88	0.000462	0.058	0.000308	0.045							-20.3867	SLV 7	-19.1135	-38.3941	0.24	2.01	Si

#### 12.6.1.2.3 Verifiche SLD Resistenza a flessione

x	A sup.	C.b. sup.	A inf.	C.b. inf.	M+ela	Comb.	M+des	M+ult	x/d	coef	M-ela	Comb.	M-des	M-ult	x/d	coef	Verifica
---	--------	-----------	--------	-----------	-------	-------	-------	-------	-----	------	-------	-------	-------	-------	-----	------	----------

x	A sup.	C.b. sup.	A inf.	C.b. inf.	M+ela	Comb.	M+des	M+ult	x/d	coef	M-ela	Comb.	M-des	M-ult	x/d	coef	Verifica
0	0.000308	0.045	0.000308	0.045							-14.7377	SLD 9	-13.6301	-28.0917	0.187	2.06	Si
0.13	0.000308	0.045	0.000308	0.045							-12.5624	SLD 9	-12.5624	-28.0917	0.187	2.24	Si
2.44	0.000308	0.045	0.000308	0.045	8.1809	SLD 7	8.4088	28.0917	0.187	3.34							Si
4.75	0.000462	0.058	0.000308	0.045							-17.3378	SLD 7	-17.3378	-38.3941	0.24	2.21	Si
4.88	0.000462	0.058	0.000308	0.045							-19.8113	SLD 7	-18.5546	-38.3941	0.24	2.07	Si

#### 12.6.1.2.4 Verifiche a taglio in famiglia SLU

x	A st	A sl	A sag	Vela	Comb.	Vdes	Vrd	Vrcd	Vrsd	Vult	cotgθ	coeff	Verifica
0	0	0.000308	0	35.33	SLU 44	35.33	28.48	161.91	0	28.48	1	0.81	Si
0.13	0.0000168	0.000308	0	33.4	SLU 44	33.4	28.48	161.91	150.47	150.47	1	4.51	Si
2.44	0.0000052	0.000308	0	-2.42	SLU 43	-2.42	-28.48	-161.91	-47.1	-47.1	1	19.44	Si
4.75	0.0000168	0.000462	0	-38.24	SLU 43	-38.24	-31.86	-153.45	-142.6	-142.6	1	3.73	Si
4.88	0	0.000462	0	-40.18	SLU 43	-40.18	-31.86	-153.45	0	-31.86	1	0.79	Si

#### 12.6.1.2.5 Verifiche a taglio in famiglia SLV

x	A st	A sl	A sag	Vela	Comb.	Vdes	Vrd	Vrcd	Vrsd	Vult	cotgθ	coeff	Verifica
0	0	0.000308	0	18.26	Ger.	31.69	28.48	161.91	0	28.48	1	0.9	Si
0.13	0.0000168	0.000308	0	17.35	Ger.	30.78	28.48	161.91	150.47	150.47	1	4.89	Si
2.44	0.0000052	0.000308	0	0.47	Ger.	13.9	28.48	161.91	47.1	47.1	1	3.39	Si
2.44	0.0000052	0.000308	0	-2.85	Ger.	-15.81	-28.48	-161.91	-47.1	-47.1	1	2.98	Si
4.75	0.0000168	0.000462	0	-19.73	Ger.	-32.69	-31.86	-153.45	-142.6	-142.6	1	4.36	Si
4.88	0	0.000462	0	-20.65	Ger.	-33.61	-31.86	-153.45	0	-31.86	1	0.95	Si

#### 12.6.1.2.6 Verifiche SLD Resistenza a taglio

x	A st	A sl	A sag	Vela	Comb.	Vdes	Vrd	Vrcd	Vrsd	Vult	cotgθ	coeff	Verifica
0	0	0.000308	0	18	SLD 9	18	28.48	161.91	0	28.48	1	1.58	Si
0.13	0.0000168	0.000308	0	17.08	SLD 9	17.08	28.48	161.91	150.47	150.47	1	8.81	Si
2.44	0.0000052	0.000308	0	0.2	SLD 9	0.2	28.48	161.91	47.1	47.1	1	233.41	Si
2.44	0.0000052	0.000308	0	-2.59	SLD 7	-2.59	-28.48	-161.91	-47.1	-47.1	1	18.21	Si
4.75	0.0000168	0.000462	0	-19.47	SLD 7	-19.47	-31.86	-153.45	-142.6	-142.6	1	7.32	Si
4.88	0	0.000462	0	-20.38	SLD 7	-20.38	-31.86	-153.45	0	-31.86	1	1.56	Si

#### 12.6.1.2.7 Verifiche delle tensioni in esercizio

x	Rara							Quasi permanente							Verifica
	Mela	Comb.	Mdes	σ c	σ c lim.	σ f.	σ f lim.	Mela	Comb.	Mdes	σ c	σ c lim.	σ FRP	σ FRP lim.	
0	-16.5631	5	-15.0352	6659	14940	217466	360000	-10.9685	2	-9.948	4406	11205	0	+∞	Si

x	Rara							Quasi permanente							Verifica
	Mela	Comb.	Mdes	$\sigma_c$	$\sigma_c$ lim.	$\sigma_f$	$\sigma_f$ lim.	Mela	Comb.	Mdes	$\sigma_c$	$\sigma_c$ lim.	$\sigma_{FRP}$	$\sigma_{FRP}$ lim.	
0.13	-13.567	5	-13.567	6009	14940	196230	360000	-8.9675	2	-8.9675	3972	11205	0	$+\infty$	Si
2.44	11.638	4	11.7327	5196	14940	169700	360000	7.8106	1	7.8791	3490	11205	0	$+\infty$	Si
4.75	-21.4976	4	-21.4976	8914	14940	240528	360000	-14.4834	1	-14.4834	6005	11205	0	$+\infty$	Si
4.88	-24.9223	4	-23.1801	9611	14940	259354	360000	-16.7826	1	-15.6131	6474	11205	0	$+\infty$	Si

### 12.6.1.2.8 Verifica di apertura delle fessure

x	Bordo	Rara				Frequente				Quasi permanente				Verifica
		Dmax	Esm	Wd	Comb	Dmax	Esm	Wd	Comb	Dmax	Esm	Wd	Comb	
0	superiore	0.242	0.00063	0.000154	5	0.242	0.00046	0.000112	4	0.242	0.00042	0.000102	2	Si
0.13	superiore	0.242	0.00057	0.000139	5	0.242	0.00042	0.000101	4	0.242	0.00038	0.000092	2	Si
2.44	inferiore	0.242	0.00049	0.00012	4	0.242	0.00036	0.000088	3	0.242	0.00033	0.00008	1	Si
4.75	superiore	0.201	0.00083	0.000167	4	0.201	0.00064	0.000128	3	0.201	0.00056	0.000113	1	Si
4.88	superiore	0.201	0.00092	0.000185	4	0.201	0.00071	0.000142	3	0.201	0.00062	0.000125	1	Si

### 12.6.1.2.9 Verifica di deformabilità

x	Rara				Frequente				Quasi permanente						Verifica	
	Elastica +	Elastica a-	Fess.+	Fess.-	Elastica +	Elastica a-	Fess.+	Fess.-	Elastica +	Elastica a-	Fess. viscosa +	Com b.	Fess. viscosa a-	Com b.		l/f
0.13	0.00006	0.00004	0.00005	0.00003	0.00005	0.00004	0.00004	0.00003	0.00004	0.00004	0.00008	1	0.00008	1	9999	Si
2.28	0.00135	0.00091	0.00141	0.00079	0.001	0.00091	0.00086	0.00079	0.00091	0.00091	0.002	1	0.002	1	2435	Si
2.44	0.00135	0.0009	0.00139	0.00079	0.00099	0.0009	0.00086	0.00079	0.0009	0.0009	0.00198	1	0.00198	1	2456	Si
4.75	0.00001	0.00001	-0.00002	-0.00006	0.00001	0.00001	-0.00002	-0.00003	0.00001	0.00001	-0.00005	1	-0.00005	1	9999	Si

### 12.6.1.2.10 Verifiche taglio ciclico nel piano Circolare 7 21-01-19 §C8.7.2.3.5, [C8.7.2.8]

Ascissa	Lv	x	h	$\rho_{tot}$	$\theta_m$	$\theta_y$	$\mu_{\Delta,pl}$	Vrd	$V_{Rcd}(\cot\theta=1)$	$V_{Rsd}$	Vw	Vr	Vu	Ved	Ne d	Comb.	Verifica
0.25	0.658	0.048	0.3	0.01	0.00044	0.01269	0	28.48	161.91	150.47	150.47	148.6	150.47	30.78	9.73	SLV 1	Si
4.875	1.205	0.058	0.3	0.013	0.00133	0.01472	0	31.86	153.45	142.6	142.6	135.58	142.6	-32.69	9.73	SLV 1	Si

### 12.6.1.2.11 Valutazione dei tagli secondo gerarchia delle resistenze ( $\gamma_{rd}=1,1$ )

x	taglio negativo				taglio positivo			
	contr. grav.	Vdes	contr. mom. res.	Vela	contr. grav.	Vdes	contr. mom. res.	Vela
0	17.79	0	-14.38	14.94	17.79	31.69	12.63	18.26
0.13	16.88	0	-14.38	14.03	16.88	30.78	12.63	17.35

x	taglio negativo				taglio positivo			
	contr. grav.	Vdes	contr. mom. res.	Vela	contr. grav.	Vdes	contr. mom. res.	Vela
2.44	0	-15.81	-14.38	-2.85	0	13.9	12.63	0.47
4.75	-16.88	-32.69	-14.38	-19.73	-16.88	0	12.63	-16.41
4.88	-17.79	-33.61	-14.38	-20.65	-17.79	0	12.63	-17.33

### Indicatori di rischio sismico SLV

x	T gravità	T sisma	T ultimo	Comb.	Pga	Tr	Ind. taglio	M gravità	M sisma	M ultimo	Comb.	Pga	Tr	Ind. momento	Ver
0.13	15.69	1.66	150.47	SLV 9	0.21	2344	1.63	-8.9675	-4.2778	-28.0917	SLV 9	0.21	2344	1.63	Si
2.44	-1.19	-1.66	-47.1	SLV 7	0.21	2344	1.63	7.8791	0.6303	28.0917	SLV 7	0.21	2344	1.63	Si
4.75	-18.07	-1.66	-142.6	SLV 7	0.21	2344	1.63	-14.4834	-3.3967	-38.3941	SLV 7	0.21	2344	1.63	Si

### Indicatori di rischio sismico SLD resistenza

x	T gravità	T sisma	T ultimo	Comb.	Pga	Tr	Ind. taglio	M gravità	M sisma	M ultimo	Comb.	Pga	Tr	Ind. momento	Ver
0.13	15.69	1.39	150.47	SLD 9	0.21	2344	4.101	-8.9675	-3.5949	-28.0917	SLD 9	0.21	2344	4.101	Si
2.44	-1.19	-1.39	-47.1	SLD 7	0.21	2344	4.101	7.8791	0.5297	28.0917	SLD 7	0.21	2344	4.101	Si
4.75	-18.07	-1.39	-142.6	SLD 7	0.21	2344	4.101	-14.4834	-2.8544	-38.3941	SLD 7	0.21	2344	4.101	Si

## 12.6.1.3 Campata 2 tra i fili B1 - A1, sezione R 20x30, asta 50; campata a comportamento dissipativo

### 12.6.1.3.1 Verifiche a flessione in famiglia SLU

x	A sup.	C.b. sup.	A inf.	C.b. inf.	M+ela	Comb.	M+des	M+ult	x/d	coef	M-ela	Comb.	M-des	M-ult	x/d	coef	Verifica
0	0.00046 2	0.05 8	0.00030 8	0.04 5							- 35.164 5	SLU 44	- 32.700 7	- 38.394 1	0.24	1.17	Si
0.1 3	0.00046 2	0.05 8	0.00030 8	0.04 5							- 30.321 7	SLU 44	- 30.321 7	- 38.394 1	0.24	1.27	Si
2.4 4	0.00030 8	0.04 5	0.00030 8	0.04 5	16.320 7	SLU 44	21.728 1	28.091 7	0.18 7	1.29							Si
4.7 3	0.00030 8	0.04 5	0.00030 8	0.04 5							- 19.088 3	SLU 43	- 19.088 3	- 28.091 7	0.18 7	1.47	Si
4.8 8	0.00030 8	0.04 5	0.00030 8	0.04 5							- 24.226 5	SLU 43	- 21.577 5	- 28.091 7	0.18 7	1.3	Si

### 12.6.1.3.2 Verifiche a flessione in famiglia SLV

x	A sup.	C.b. sup.	A inf.	C.b. inf.	M+ela	Comb.	M+des	M+ult	x/d	coef	M-ela	Comb.	M-des	M-ult	x/d	coef	Verifica
0	0.00046 2	0.05 8	0.00030 8	0.04 5							- 20.185 4	SLV 9	- 18.920 3	- 38.394 1	0.24	2.03	Si
0.1 3	0.00046 2	0.05 8	0.00030 8	0.04 5							-17.695	SLV 9	-17.695	- 38.394 1	0.24	2.17	Si
2.4 4	0.00030 8	0.04 5	0.00030 8	0.04 5	8.137 9	SLV 9	8.3813	28.091 7	0.18 7	3.35							Si

x	A sup.	C.b. sup.	A inf.	C.b. inf.	M+ela	Comb.	M+des	M+ult	x/d	coef	M-ela	Comb.	M-des	M-ult	x/d	coef	Verifica
4.73	0.000308	0.045	0.000308	0.045							-12.982	SLV 7	-12.982	-28.0917	0.187	2.16	Si
4.88	0.000308	0.045	0.000308	0.045							-15.6386	SLV 7	-14.2727	-28.0917	0.187	1.97	Si

### 12.6.1.3.3 Verifiche SLD Resistenza a flessione

x	A sup.	C.b. sup.	A inf.	C.b. inf.	M+ela	Comb.	M+des	M+ult	x/d	coef	M-ela	Comb.	M-des	M-ult	x/d	coef	Verifica
0	0.000462	0.058	0.000308	0.045							-19.6201	SLD 9	-18.3712	-38.3941	0.24	2.09	Si
0.13	0.000462	0.058	0.000308	0.045							-17.1622	SLD 9	-17.1622	-38.3941	0.24	2.24	Si
2.44	0.000308	0.045	0.000308	0.045	8.0698	SLD 9	8.2835	28.0917	0.187	3.39							Si
4.73	0.000308	0.045	0.000308	0.045							-12.3198	SLD 7	-12.3198	-28.0917	0.187	2.28	Si
4.88	0.000308	0.045	0.000308	0.045							-14.9375	SLD 7	-13.591	-28.0917	0.187	2.07	Si

### 12.6.1.3.4 Verifiche a taglio in famiglia SLU

x	A st	A sl	A sag	Vela	Comb.	Vdes	Vrd	Vrcd	Vrsd	Vult	cotgθ	coeff	Verifica
0	0	0.000462	0	40	SLU 44	40	31.86	153.45	0	31.86	1	0.8	Si
0.13	0.0000168	0.000462	0	38.06	SLU 44	38.06	31.86	153.45	142.6	142.6	1	3.75	Si
2.44	0.0000053	0.000308	0	2.24	SLU 44	2.24	28.48	161.91	47.4	47.4	1	21.12	Si
4.73	0.0000168	0.000308	0	-33.19	SLU 43	-33.19	-28.48	-161.91	-150.47	-150.47	1	4.53	Si
4.88	0	0.000308	0	-35.51	SLU 43	-35.51	-28.48	-161.91	0	-28.48	1	0.8	Si

### 12.6.1.3.5 Verifiche a taglio in famiglia SLV

x	A st	A sl	A sag	Vela	Comb.	Vdes	Vrd	Vrcd	Vrsd	Vult	cotgθ	coeff	Verifica
0	0	0.000462	0	20.52	Ger.	33.69	31.86	153.45	0	31.86	1	0.95	Si
0.13	0.0000168	0.000462	0	19.6	Ger.	32.78	31.86	153.45	142.6	142.6	1	4.35	Si
2.44	0.0000053	0.000308	0	2.72	Ger.	15.9	28.48	161.91	47.4	47.4	1	2.98	Si
2.44	0.0000053	0.000308	0	-0.51	Ger.	-13.97	-28.48	-161.91	-47.4	-47.4	1	3.39	Si
4.73	0.0000168	0.000308	0	-17.21	Ger.	-30.67	-28.48	-161.91	-150.47	-150.47	1	4.91	Si
4.88	0	0.000308	0	-18.3	Ger.	-31.77	-28.48	-161.91	0	-28.48	1	0.9	Si

### 12.6.1.3.6 Verifiche SLD Resistenza a taglio

x	A st	A sl	A sag	Vela	Comb.	Vdes	Vrd	Vrcd	Vrsd	Vult	cotgθ	coeff	Verifica
0	0	0.000462	0	20.26	SLD 9	20.26	31.86	153.45	0	31.86	1	1.57	Si
0.13	0.0000168	0.000462	0	19.34	SLD 9	19.34	31.86	153.45	142.6	142.6	1	7.37	Si
2.44	0.0000053	0.000308	0	2.46	SLD 9	2.46	28.48	161.91	47.4	47.4	1	19.24	Si

x	A st	A sl	A sag	Vela	Comb.	Vdes	Vrd	Vrcd	Vrsd	Vult	cotgθ	coeff	Verifica
2.44	0.0000053	0.000308	0	-0.25	SLD 7	-0.25	-28.48	-161.91	-47.4	-47.4	1	189.21	Si
4.73	0.0000168	0.000308	0	-16.95	SLD 7	-16.95	-28.48	-161.91	-150.47	-150.47	1	8.88	Si
4.88	0	0.000308	0	-18.04	SLD 7	-18.04	-28.48	-161.91	0	-28.48	1	1.58	Si

### 12.6.1.3.7 Verifiche delle tensioni in esercizio

x	Rara							Quasi permanente							Verifica
	Mela	Comb.	Mdes	σ c	σ c lim.	σ f.	σ f lim.	Mela	Comb.	Mdes	σ c	σ c lim.	σ FRP	σ FRP lim.	
0	-24.7631	5	-23.0288	9549	14940	257661	360000	-16.6682	2	-15.504	6429	11205	0	+∞	Si
0.13	-21.3541	5	-21.3541	8854	14940	238924	360000	-14.3798	2	-14.3798	5962	11205	0	+∞	Si
2.44	11.489	5	11.5693	5124	14940	167335	360000	7.7145	2	7.7732	3443	11205	0	+∞	Si
4.73	-13.4061	4	-13.4061	5937	14940	193903	360000	-8.8609	1	-8.8609	3924	11205	0	+∞	Si
4.88	-17.0203	4	-15.157	6713	14940	219228	360000	-11.275	1	-10.0303	4442	11205	0	+∞	Si

### 12.6.1.3.8 Verifica di apertura delle fessure

x	Bordo	Rara				Frequente				Quasi permanente				Verifica
		Dmax	Esm	Wd	Comb	Dmax	Esm	Wd	Comb	Dmax	Esm	Wd	Comb	
0	superiore	0.201	0.00091	0.000184	5	0.201	0.0007	0.000141	4	0.201	0.00062	0.000124	2	Si
0.13	superiore	0.201	0.00082	0.000165	5	0.201	0.00063	0.000127	4	0.201	0.00056	0.000112	2	Si
2.44	inferiore	0.242	0.00049	0.000118	5	0.242	0.00036	0.000087	4	0.242	0.00033	0.000079	2	Si
4.73	superiore	0.242	0.00056	0.000137	4	0.242	0.00041	0.0001	3	0.242	0.00037	0.000091	1	Si
4.88	superiore	0.242	0.00064	0.000155	4	0.242	0.00047	0.000113	3	0.242	0.00042	0.000102	1	Si

### 12.6.1.3.9 Verifica di deformabilità

x	Rara				Frequente				Quasi permanente						Verifica	
	Elastica +	Elastic a-	Fess.+	Fess.-	Elastica +	Elastic a-	Fess.+	Fess.-	Elastica +	Elastic a-	Fess. viscosa +	Com b.	Fess. viscosa a-	Com b.		l/f
0.13	0.00001	0	-0.00002	-0.00006	0.00001	0	-0.00002	-0.00002	0	0	-0.00005	1	-0.00005	1	9999	Si
2.44	0.00131	0.00088	0.00133	0.00077	0.00097	0.00088	0.00084	0.00077	0.00088	0.00088	0.00194	1	0.00194	1	2515	Si
2.6	0.00132	0.00089	0.00134	0.00077	0.00098	0.00089	0.00084	0.00077	0.00089	0.00089	0.00195	1	0.00195	1	2496	Si
4.73	0.000073	0.00005	0.00005	0.00004	0.00005	0.00005	0.00004	0.00004	0.00005	0.00005	0.00009	1	0.00009	1	9999	Si

### 12.6.1.3.10 Verifiche taglio ciclico nel piano Circolare 7 21-01-19 §C8.7.2.3.5, [C8.7.2.8]

Ascissa	Lv	x	h	ρ,tot	θ,m	θ,y	μΔ,pl	Vrd	VRcd(cotθ=1)	VRsd	Vw	Vr	Vu	Ved	Ned	Comb.	Verifica
5.125	1.049	0.058	0.3	0.013	0.00024	0.01472	0	31.86	153.45	142.6	142.6	138.28	142.6	32.78	14.06	SLV 1	Si
9.725	0.959	0.048	0.3	0.013	0.00158	0.01269	0	28.48	161.91	150.47	150.47	144.21	150.47	-30.67	14.06	SLV 1	Si

### 12.6.1.3.11 Valutazione dei tagli secondo gerarchia delle resistenze ( $\gamma_{rd} = 1,1$ )

x	taglio negativo				taglio positivo			
	contr. grav.	Vdes	contr. mom. res.	Vela	contr. grav.	Vdes	contr. mom. res.	Vela
0	17.79	0	-12.7	17.28	17.79	33.69	14.45	20.52
0.13	16.88	0	-12.7	16.37	16.88	32.78	14.45	19.6
2.44	0	-13.97	-12.7	-0.51	0	15.9	14.45	2.72
4.73	-16.7	-30.67	-12.7	-17.21	-16.7	0	14.45	-13.98
4.88	-17.79	-31.77	-12.7	-18.3	-17.79	0	14.45	-15.07

#### Indicatori di rischio sismico SLV

x	T gravità	T sisma	T ultimo	Comb.	Pga	Tr	Ind. taglio	M gravità	M sisma	M ultimo	Comb.	Pga	Tr	Ind. momento	Ver
0.13	17.99	1.62	142.6	SLV 9	0.21	2344	1.63	-14.3798	-3.3152	-38.3941	SLV 9	0.21	2344	1.63	Si
2.44	1.11	1.62	47.4	SLV 9	0.21	2344	1.63	7.7732	0.6081	28.0917	SLV 9	0.21	2344	1.63	Si
4.73	-15.59	-1.62	-150.47	SLV 7	0.21	2344	1.63	-8.8609	-4.1211	-28.0917	SLV 7	0.21	2344	1.63	Si

#### Indicatori di rischio sismico SLD resistenza

x	T gravità	T sisma	T ultimo	Comb.	Pga	Tr	Ind. taglio	M gravità	M sisma	M ultimo	Comb.	Pga	Tr	Ind. momento	Ver
0.13	17.99	1.36	142.6	SLD 9	0.21	2344	4.101	-14.3798	-2.7824	-38.3941	SLD 9	0.21	2344	4.101	Si
2.44	1.11	1.36	47.4	SLD 9	0.21	2344	4.101	7.7732	0.5104	28.0917	SLD 9	0.21	2344	4.101	Si
4.73	-15.59	-1.36	-150.47	SLD 7	0.21	2344	4.101	-8.8609	-3.4589	-28.0917	SLD 7	0.21	2344	4.101	Si

### 12.6.1.3.12 Momenti resistenti a filo appoggi

campata	x	appoggio	momento positivo	momento negativo
1	0.13	C1	28.0917	-28.0917
1	4.75	B1	30.3428	-38.3941
2	0.13	B1	30.3428	-38.3941
2	4.73	A1	28.0917	-28.0917

## 12.7 Verifiche elementi Pilastro in C.A.

---

Si premette qui sotto la legenda impiegata per condurre le verifiche dei pilastri, e si riportano le verifiche dell'elemento più sollecitato. Tutti gli altri tabulati di calcolo sono conservati presso lo studio del professionista.

**Q.inf.:** quota inferiore. [m]  
**Q.sup.:** quota superiore. [m]  
**Sezione:** sezione impiegata.  
**Esistente:** campata esistente.  
**Secondaria:** campata secondaria.  
**Dissipativa:** campata dissipativa.  
**Interna a parete:** campata adiacente ad una parete in c.a.  
**Sovraresistenza:** aliquota di sovraresistenza da assicurare in verifica.  
**Materiale CLS:** materiale calcestruzzo impiegato.  
**Materiale Acciaio:** materiale/i acciaio impiegato/i.  
**FC:** fattore di confidenza riferito al materiale CLS.  
**Posizione:** posizione della barra.  
**X:** ascissa relativa della barra rispetto al baricentro della sezione. [m]  
**Y:** ordinata relativa della barra rispetto al baricentro della sezione. [m]  
**Diametro:** diametro nominale della barra. [m]  
**Area:** area nominale della barra. [m<sup>2</sup>]  
**Q.inf.:** quota inferiore della barra. [m]  
**Q.sup.:** quota superiore della barra. [m]  
**Materiale:** materiale della barra.  
**Quota:** quota della sezione. [m]  
**As:** area complessiva delle armature verticali. [m<sup>2</sup>]  
**%:** percentuale di acciaio.  
**At:** area delle armature verticali destinata alla verifica di torsione. [m<sup>2</sup>]  
**Pos.:** posizioni barre longitudinali presenti nella sezione.  
**Mx:** momento Mx. [kN\*m]  
**My:** momento My. [kN\*m]  
**N:** sforzo normale. [kN]  
**MRdx:** momento resistente in direzione X. [kN\*m]  
**MRdy:** momento resistente in direzione Y. [kN\*m]  
**Comb.:** combinazione peggiore.  
**Coeff.s.:** coefficiente di sicurezza minimo.  
**Verifica:** stato di verifica.  
**a,x:** fattore amplificativo secondo Circolare 7 21-01-19 §C7.4.4.2.1 formula [C7.4.3] in direzione X.  
**a,y:** fattore amplificativo secondo Circolare 7 21-01-19 §C7.4.4.2.1 formula [C7.4.3] in direzione Y.  
**C.S.:** coefficiente di sicurezza minimo.  
**Nmin:** compressione massima. [kN]  
**Nlim:** compressione limite. [kN]  
**Comb.Nmin:** combinazione in cui si ottiene la compressione massima.  
**Ver.:** stato di verifica.  
**Molt.:** moltiplicatore delle azioni sismiche che attiva il meccanismo.  
**TR:** periodo di ritorno associato all'attivazione del meccanismo.  
**I.R.TR:** indicatore di rischio sismico in termini di periodo di ritorno.  
**PGA:** pga associata all'attivazione del meccanismo.  
**I.R.PGA:** indicatore di rischio sismico in termini di pga.  
**Staffe:** staffatura presente nella sezione.  
**Ved,x:** taglio di verifica per la direzione X. [kN]  
**Ved,y:** taglio di verifica per la direzione Y. [kN]  
**Ned:** sforzo normale di verifica. [kN]  
**Comb.V:** combinazione di verifica taglio.  
**Cot:** cotagente delle bielle compresse per la verifica critica.  
**Vres:** resistenza a taglio per la verifica. [kN]  
**c.s.V:** coefficiente di sicurezza taglio.  
**Mt:** momento torcente di verifica. [kN\*m]  
**As,t:** area di staffatura destinata alla torsione. [m<sup>2</sup>]

**Al,t**: area di barre longitudinali destinata alla torsione. [m<sup>2</sup>]

**Comb.Tor.**: combinazione di verifica torsione.

**Trcd**: resistenza a torsione delle bielle di calcestruzzo [4.1.27]. [kN\*m]

**Trsd**: resistenza a torsione in relazione al minimo di staffe necessario [4.1.28]. [kN\*m]

**Trld**: resistenza a torsione in relazione al minimo di barre longitudinali necessario [4.1.29]. [kN\*m]

**c.s.V-T**: coefficiente di sicurezza taglio-torsione.

**Q.inf.**: quota inferiore della campata. [m]

**Q.sup.**: quota superiore della campata. [m]

**Luce**: lunghezza del pilastro. [m]

**γRd**: coefficiente per gerarchia delle resistenze secondo D.M. 14-01-2008 §7.4.4.2.1.

**MRdx,inf**: momento resistente della sezione inferiore in direzione x. [kN\*m]

**MRdy,inf**: momento resistente della sezione inferiore in direzione y. [kN\*m]

**N,inf**: sforzo normale della sezione inferiore. [kN]

**MRdx,sup**: momento resistente della sezione superiore in direzione x. [kN\*m]

**MRdy,sup**: momento resistente della sezione superiore in direzione y. [kN\*m]

**N,sup**: sforzo normale della sezione superiore. [kN]

**Vpl,x**: taglio plastico in direzione x. [kN]

**Vpl,y**: taglio plastico in direzione y. [kN]

**Comb.**: combinazione di riferimento.

**σc,max**: tensione massima sul calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]

**σf,max**: tensione massima sull'acciaio. [kN/m<sup>2</sup>]

**Pilastrata**: pilastrata cui appartiene il nodo.

**Trave**: travatura convergente al nodo.

**Q.Nodo**: quota del nodo oggetto di verifica. [m]

**Escluso**: nodo escluso dalla verifica da parte dell'utente.

**Confinato**: nodo interamente confinato.

**Segnalazioni Nodo**: eventuali indicazioni relative alla verifica del nodo.

**Segnalazioni Trave**: eventuali indicazioni relative alla travatura.

**Angolo travatura**: angolo di inclinazione della travatura considerata rispetto all'asse X. [deg]

**Staffe**: staffe presenti nel nodo.

**Coperto**: indicazione di copertura del nodo da parte delle staffe.

**γRd**: fattore di sovrarresistenza secondo D.M. 14-01-2008 §7.4.4.3.1.

**fywd**: fyd delle staffe. [kN/m<sup>2</sup>]

**fcd**: resistenza di progetto a compressione del calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]

**fctd**: resistenza di progetto a trazione del calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]

**bc**: larghezza del pilastro misurata ortogonalmente alla travatura. [m]

**hc**: altezza del pilastro misurata ortogonalmente alla travatura. [m]

**bw**: larghezza della travatura. [m]

**bj**: larghezza di calcolo del nodo misurata ortogonalmente alla travatura. [m]

**hjc**: distanza fra le armature estreme del pilastro in direzione parallela alla travatura. [m]

**hjjw**: distanza tra le giaciture di armature superiori e inferiori della travatura. [m]

**η**:  $\eta = \alpha J * (1 - fcd/250)$ .

**Ag**: area della sezione orizzontale del nodo. [m<sup>2</sup>]

**Ash**: area di staffatura cmq/m. [m<sup>2</sup>]

**As1**: area dell'armatura superiore della travatura. [m<sup>2</sup>]

**As2**: area dell'armatura inferiore della travatura. [m<sup>2</sup>]

**fyd**: fyd dell'armatura della trave. [kN/m<sup>2</sup>]

**Pilastro**: pilastro cui appartiene il nodo.

**Tipo verifica**: tipo verifica secondo D.M. 17-01-18 NTC §7.4.4.3.

**Vc**: azione tagliante sul nodo derivante dal solo pilastro superiore. [kN]

**Vn**: azione tagliante effettiva sul nodo (in relazione allo stato di sollecitazione presente). [kN]

**Vjbd**: azione tagliante complessiva sul nodo secondo 7.4.6 oppure 7.4.7 utilizzata per formula 7.4.8 e 7.4.10. [kN]

**Vjhd**: azione tagliante complessiva sul nodo secondo 7.4.11 oppure 7.4.12. [kN]

**τ,7.4.10**: tensione di taglio sul nodo secondo formula 7.4.10. [kN/m<sup>2</sup>]

**v,d**: coefficiente  $\nu_{d} = N / (A_g * f_{cd})$ .

**Vr**: taglio resistente per formule 7.4.8, 7.4.11 o 7.4.12 ovvero tensione di taglio resistente secondo formula 7.4.10. [kN]

**τ,res,7.4.10**: tensione di taglio resistente secondo formula 7.4.10. [kN/m<sup>2</sup>]

**c.s.**: coefficiente di sicurezza.

**Comb.**: combinazione peggiore per la verifica.

**Segnalazioni**: eventuali indicazioni relative alla verifica.

**Moltiplicatore**: moltiplicatore delle azioni sismiche che attiva il meccanismo.

**Quota**: quota della sezione di verifica. [m]

$\lambda_x$ : snellezza per sbandamento in direzione X.

$\lambda_y$ : snellezza per sbandamento in direzione Y.

$\lambda_{limX}$ : snellezza limite in direzione X.

$\lambda_{limY}$ : snellezza limite in direzione Y.

**M 2° ord.:** la verifica viene effettuata considerando anche gli effetti del secondo ordine, se non richiesti la verifica viene comunque condotta considerando i momenti del 1° ordine.

**Nsd:** sforzo normale. [kN]

**M0ed,x:** momento del primo ordine che tiene conto dell'effetto delle imperfezioni in direzione X. [kN\*m]

**M2,x:** momento del secondo ordine in direzione X. [kN\*m]

**M0ed,y:** momento del primo ordine che tiene conto dell'effetto delle imperfezioni in direzione Y. [kN\*m]

**M2,y:** momento del secondo ordine in direzione y. [kN\*m]

**Mver,x:** momento di verifica in direzione X. [kN\*m]

**Mver,y:** momento di verifica in direzione Y. [kN\*m]

**C.s x:** coefficiente di sicurezza per sbandamento in direzione X.

**C.s y:** coefficiente di sicurezza per sbandamento in direzione Y.

**Risultato:** tipo di risultato esposto, può essere critico, in direzione X e in direzione Y.

**(5.38):** applicabilità delle verifiche in direzioni separate.

**(5.39):** coefficiente di sicurezza per i casi di non applicabilità delle verifiche su direzioni separate.

**a,n:** termine relativo alla disposizione delle armature trasversali nel piano della sezione.

**a,s:** termine relativo al passo delle staffe.

**a:** coefficiente di efficacia del confinamento.

**$\omega_{wd}$ :** rapporto meccanico di armatura trasversale per confinamento secondo D.M. 17-01-18 NTC §7.4.6.2.2.

**$\alpha_{\omega,wd}$ :** coefficiente di efficacia del confinamento per rapporto meccanico di armatura trasversale per confinamento secondo D.M. 17-01-18 NTC §7.4.6.2.2.

**v,d:** forza assiale adimensionalizzata.

**Ac:** area del calcestruzzo confinato. [m<sup>2</sup>]

**lim. [7.4.29]:** limite per dettagli costruttivi di duttilità secondo D.M. 17-01-18 NTC §7.4.6.2.2 formula [7.4.29].

**coeff. [7.4.29]:** coefficiente dei dettagli costruttivi di duttilità secondo D.M. 17-01-18 NTC §7.4.6.2.2 formula [7.4.29].

**comb. [7.4.29]:** combinazione peggiore dei dettagli costruttivi di duttilità secondo D.M. 17-01-18 NTC §7.4.6.2.2 formula [7.4.29].

**Quota:** quota di verifica. [m]

**Q.inf.:** quota inferiore dell'appoggio considerato per la valutazione della rotazione alla corda. [m]

**Q.sup.:** quota superiore dell'appoggio considerato per la valutazione della rotazione alla corda. [m]

**Dir.:** direzione di riferimento della verifica.

**Lv:** luce di taglio considerata. [m]

**x:** altezza della zona compressa della sezione. [m]

**h:** altezza totale della sezione. [m]

**p,tot:** percentuale geometrica totale di armatura longitudinale.

**$\theta_m$ :** rotazione massima per la combinazione considerata.

**$\theta_y$ :** rotazione di prima plasticizzazione.

**$\mu_{\Delta,pl}$ :** parte plastica della domanda di duttilità.

**VRd:** resistenza a taglio del calcestruzzo non staffato per la verifica nella direzione considerata. [kN]

**VRcd(cot $\theta$ =1):** resistenza a taglio delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata considerando il valore di cot $\theta$  unitario. [kN]

**VRsd:** resistenza a taglio delle staffe per la verifica nella direzione considerata. [kN]

**Vw:** contributo dell'armatura trasversale per la resistenza a taglio. [kN]

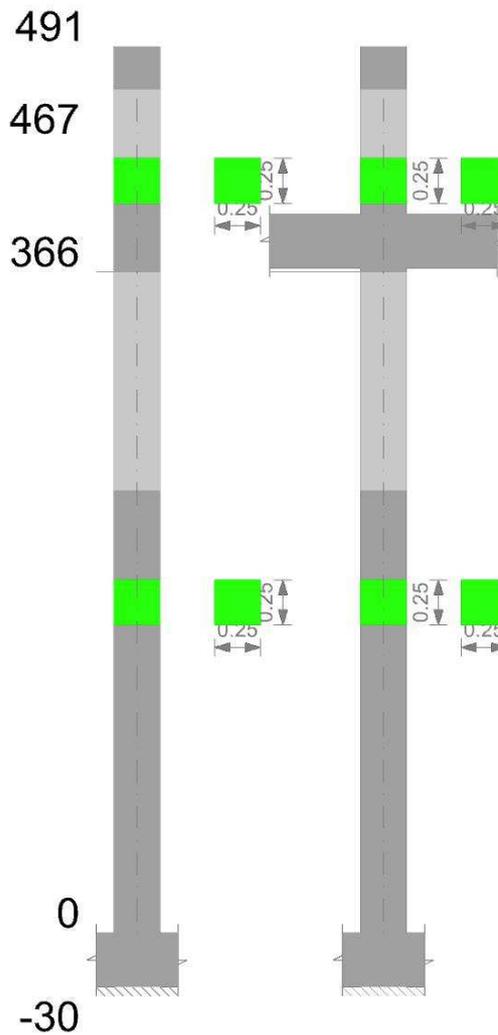
**VR:** resistenza a taglio in condizioni cicliche (formula [C8.7.2.8]). [kN]

**VR,f:** resistenza a taglio considerata in condizioni cicliche (secondo §C8.7.2.3.5). [kN]

**VEd:** sollecitazione tagliante. [kN]

**NEd:** sollecitazione di sforzo normale. [kN]

Geometria



12.7.1.1 Dati della pilastrata

12.7.1.1.1 Campate costituenti la pilastrata

Q.inf.	Q.sup.	Sezione	Esistente	Secondaria	Dissipativa	Interna a parete	Sovraresistenza	Materiale CLS	Materiale Acciaio	FC
0	3.66	R 25x25_1	No	No	Si	No		C28/35	B450C	
3.66	4.67	R 25x25_1	No	No	Si	No		C28/35	B450C	

12.7.1.1.2 Disposizione delle armature longitudinali

Posizione	X	Y	Diametro	Area	Q.inf.	Q.sup.	Sezione	Materiale
p.1	-0.0735	-0.0735	0.016	0.0002011	-0.15	0	R 25x25_1	B450C
p.1	0.0735	-0.0735	0.016	0.0002011	-0.15	0	R 25x25_1	B450C
p.1	0.0735	0.0735	0.016	0.0002011	-0.15	0	R 25x25_1	B450C
p.1	-0.0735	0.0735	0.016	0.0002011	-0.15	0	R 25x25_1	B450C

Posizione	X	Y	Diametro	Area	Q.inf.	Q.sup.	Sezione	Materiale
p.2	-0.0735	-0.0735	0.016	0.0002011	0	2.7	R 25x25_1	B450C
p.2	0.0735	-0.0735	0.016	0.0002011	0	2.7	R 25x25_1	B450C
p.2	0.0735	0.0735	0.016	0.0002011	0	2.7	R 25x25_1	B450C
p.2	-0.0735	0.0735	0.016	0.0002011	0	2.7	R 25x25_1	B450C
p.3	-0.0735	-0.0735	0.016	0.0002011	2.7	4.51	R 25x25_1	B450C
p.3	0.0735	-0.0735	0.016	0.0002011	2.7	4.51	R 25x25_1	B450C
p.3	0.0735	0.0735	0.016	0.0002011	2.7	4.51	R 25x25_1	B450C
p.3	-0.0735	0.0735	0.016	0.0002011	2.7	4.51	R 25x25_1	B450C

### 12.7.1.2 Controlli geometrici NTC18

Nessuna anomalia

### 12.7.1.3 Verifiche delle sezioni

#### 12.7.1.3.1 Verifica a pressoflessione in SLU

Quota	As	%	At	Pos.	Mx	My	N	MRdx	MRdy	Comb.	Coeff.s.	Verifica
0	0.000804	2.6	0.00000002	1,2	-0.4235	-1.6924	-21.17	-11.085	-44.3018	SLU 43	26.178	Si
0.31	0.000804	2.6	0.00000002	1,2	-0.5148	-1.4888	-25.74	-13.623	-39.3977	SLU 44	26.463	Si
0.61	0.000804	1.3	0.00000002	2	0.5024	-1.3823	-25.12	14.0013	-38.5225	SLU 44	27.869	Si
0.92	0.000804	1.3	0.00000003	2	-0.6317	-1.2827	-31.58	-16.1491	-32.794	SLU 44	25.566	Si
1.22	0.000804	1.3	0.00000003	2	-0.8138	-1.2046	-40.69	-17.9841	-26.6219	SLU 43	22.1	Si
1.53	0.000804	1.3	0.00000003	2	0.8013	-1.166	-40.06	18.0706	-26.2954	SLU 43	22.552	Si
1.83	0.000804	1.3	0.00000002	2	-1.0973	-1.2053	-54.87	-19.3044	-21.2042	SLU 43	17.592	Si
2.14	0.000804	1.3	0.00000002	2	1.7185	-1.7185	-85.93	19.6394	-19.6394	SLU 44	11.428	Si
2.44	0.000804	1.3	0.00000002	2	1.7061	-1.7061	-85.31	19.6394	-19.6394	SLU 44	11.511	Si
2.45	0.000804	1.3	0.00000002	2	3.1727	-3.1727	-158.63	19.6394	-19.6394	SLU 44	6.19	Si
2.55	0.000804	1.3	0.00000002	2	3.1684	-3.1684	-158.42	19.6394	-19.6394	SLU 44	6.198	Si
2.75	0.000804	2.6	0.00000002	2,3	3.1607	-3.1607	-158.03	19.6394	-19.6394	SLU 44	6.214	Si
3.05	0.000804	2.6	0.00000002	2,3	3.1485	-3.1485	-157.42	19.6394	-19.6394	SLU 44	6.238	Si
3.36	0.000804	1.3	0.00000002	3	-3.1359	-3.1359	-156.79	-19.6394	-19.6394	SLU 44	6.263	Si
3.54	0.000804	1.3	0.00000002	3	-3.1285	-3.1285	-156.42	-19.6394	-19.6394	SLU 44	6.278	Si
3.66	0.000804	1.3	0.00000002	3	-3.1235	-3.1235	-156.17	-19.6394	-19.6394	SLU 44	6.288	Si
3.66	0.000804	1.3	0.00000008	3	-1.5199	-1.5199	-75.99	-19.6394	-19.6394	SLU 43	12.922	Si
4	0.000804	1.3	0.00000008	3	-1.5062	-1.5062	-75.31	-19.6394	-19.6394	SLU 43	13.039	Si
4.33	0.000804	1.3	0.00000008	3	-1.4925	-1.4925	-74.63	-19.6394	-19.6394	SLU 43	13.158	Si
4.67	0.000758	1.3	0.00000008	3	1.4791	-1.4791	-73.95	19.3807	-19.3807	SLU 43	13.103	Si

#### 12.7.1.3.2 Verifica a pressoflessione in SLV con sollecitazioni da gerarchia secondo formula [C7.4.3]

Quota	As	%	At	Pos.	$\alpha_x$	$\alpha_y$	Mx	My	N	MRdx	MRdy	Comb.	C.S.	Nmin	Nlim	Comb.Nmin	Ver.
0	0.000804	2.6	0.00000004	1,2			-0.0036	3.7913	-10.84	-0.0344	-35.9336	SLV 15	9.478	11.25	668.76	SLV 3	Si

Quot a	As	%	At	Pos .	a, x	a, y	Mx	My	N	MRdx	MRdy	Comb .	C.S.	Nmi n	Nlim	Comb.Nmi n	Ver .
0.31	0.00080 4	2. 6	0.0000000 6	1,2			0.002 7	- 3.138 1	-12.5	0.0349	- 39.995 4	SLV 15	12.74 5	12.9 8	668.7 6	SLV 3	Si
0.61	0.00080 4	1. 3	0.0000000 6	2			0.009 2	- 2.694 3	- 12.0 2	0.1427	- 41.828 8	SLV 15	15.52 5	12.5	668.7 6	SLV 3	Si
0.92	0.00080 4	1. 3	0.0000000 8	2			- 0.006 2	- 2.234 5	- 14.4 8	-0.1396	- 49.978 2	SLV 15	22.36 7	15.0 2	668.7 6	SLV 3	Si
1.22	0.00080 4	1. 3	0.0000001	2			- 0.046 3	- 1.882 2	- 18.4 2	-1.2593	- 51.184 1	SLV 11	27.19 4	18.6 1	668.7 6	SLV 3	Si
1.53	0.00080 4	1. 3	0.0000001	2			0.025 4	- 1.643 3	- 17.9 4	0.7729	- 50.021 1	SLV 11	30.43 9	18.1 3	668.7 6	SLV 3	Si
1.83	0.00080 4	1. 3	0.0000001	2			- 0.143 5	- 1.647 5	- 23.3 5	-3.989	- 45.796 8	SLV 15	27.79 8	24.1	668.7 6	SLV 7	Si
2.14	0.00080 4	1. 3	0.0000001	2			2.501 6	-1.619	- 35.5 9	35.898 8	- 23.232 8	SLV 13	14.35	36.8 7	668.7 6	SLV 7	Si
2.44	0.00080 4	1. 3	0.0000001	2			- 4.993 3	- 2.678 6	- 36.3 8	-37.169	-19.939	SLV 3	7.444	36.4	668.7 6	SLV 7	Si
2.45	0.00080 4	1. 3	0.0000002	2			- 7.552 2	- 3.021 1	- 66.5 9	- 42.100 7	- 16.841 7	SLV 3	5.575	67.0 8	668.7 6	SLV 5	Si
2.55	0.00080 4	1. 3	0.0000002	2			- 6.188 9	- 2.975 3	- 66.4 3	- 40.255 8	- 19.352 6	SLV 3	6.505	66.9 2	668.7 6	SLV 5	Si
2.75	0.00080 4	2. 6	0.0000002	2,3			- 3.680 4	- 2.954 6	- 66.1 3	- 32.207 9	- 25.856 7	SLV 3	8.751	66.6 2	668.7 6	SLV 5	Si
3.05	0.00080 4	2. 6	0.0000002	2,3			0.133 6	- 3.048 3	- 66.1 2	1.6877	- 38.502 6	SLV 1	12.63 1	66.1 5	668.7 6	SLV 5	Si
3.36	0.00080 4	1. 3	0.0000002	3			4.325 8	- 2.307 7	- 65.1 8	37.530 9	- 20.021 8	SLV 3	8.676	65.6 7	668.7 6	SLV 5	Si
3.54	0.00080 4	1. 3	0.0000002	3			6.715 8	- 2.324 6	- 64.8 9	43.762 3	- 15.147 6	SLV 3	6.516	65.3 8	668.7 6	SLV 5	Si
3.66	0.00080 4	1. 3	0.0000002	3			- 9.078 3	- 1.521 7	- 64.7 6	- 47.867 3	-8.0237	SLV 9	5.273	65.1 9	668.7 6	SLV 5	Si
3.66	0.00080 4	1. 3	0.0000001	3			- 1.298 5	-3.119	- 27.2 6	- 17.319 5	- 41.602 5	SLV 5	13.33 8	27.2 6	668.7 6	SLV 5	Si
4	0.00080 4	1. 3	0.0000001	3			- 1.041 7	- 2.240 2	- 26.7 3	- 18.673 8	- 40.159 1	SLV 5	17.92 6	26.7 3	668.7 6	SLV 5	Si
4.33	0.00080 4	1. 3	0.0000001	3			- 0.786 1	- 2.062 5	- 26.2 1	- 15.826 4	- 41.522 6	SLV 5	20.13 2	26.2 1	668.7 6	SLV 5	Si

Quota	As	%	At	Pos.	$\alpha_x$	$\alpha_y$	Mx	My	N	MRdx	MRdy	Comb.	C.S.	Nmin	Nlim	Comb.Nmin	Ver.
4.67	0.000758	1.3	0.0000001	3			-0.4905	3.4996	-23.87	-6.5361	46.633	SLV 15	13.325	25.69	668.76	SLV 5	Si

### 12.7.1.3.3 Verifica a pressoflessione in SLD

Quota	As	%	At	Pos.	Mx	My	N	MRdx	MRdy	Comb.	Coeff.s.	Verifica
0	0.000804	2.6	0.00000004	1,2	-0.0087	-3.2947	-10.87	-0.0985	-37.4598	SLD 15	11.37	Si
0.31	0.000804	2.6	0.00000005	1,2	-0.0001	-2.7498	-12.54	-0.001	-42.2469	SLD 15	15.363	Si
0.61	0.000804	1.3	0.00000005	2	0.0094	-2.3912	-12.07	0.1747	-44.2678	SLD 15	18.513	Si
0.92	0.000804	1.3	0.00000007	2	0.0054	-2.0611	-14.83	0.136	-52.2798	SLD 11	25.365	Si
1.22	0.000804	1.3	0.00000009	2	-0.0404	-1.7524	-18.39	-1.1622	-50.4226	SLD 11	28.773	Si
1.53	0.000804	1.3	0.00000009	2	0.0203	-1.5365	-17.91	0.6495	-49.211	SLD 11	32.029	Si
1.83	0.000804	1.3	0.00000001	2	-0.1173	-1.4556	-23.4	-3.5388	-43.9034	SLD 15	30.162	Si
2.14	0.000804	1.3	0.00000001	2	2.0853	-1.3416	-35.69	34.8914	-22.4482	SLD 13	16.732	Si
2.44	0.000804	1.3	0.00000001	2	-4.3771	-1.8115	-36.3	-41.3763	-17.1234	SLD 7	9.453	Si
2.45	0.000804	1.3	0.00000018	2	-6.6223	-2.0286	-65.64	-44.5773	-13.6556	SLD 7	6.731	Si
2.55	0.000804	1.3	0.00000018	2	-5.4272	-1.9509	-65.47	-42.3228	-15.2136	SLD 7	7.798	Si
2.75	0.000804	2.6	0.00000018	2,3	-3.0412	-2.2798	-66.06	-31.4474	-23.5739	SLD 3	10.34	Si
3.05	0.000804	2.6	0.00000018	2,3	0.1076	-2.3493	-65.98	1.5158	-33.0975	SLD 1	14.088	Si
3.36	0.000804	1.3	0.00000018	3	-3.9705	-1.2867	-65.17	-40.3213	-13.0667	SLD 9	10.155	Si
3.54	0.000804	1.3	0.00000018	3	-6.1682	-1.3618	-64.88	-46.2474	-10.2103	SLD 9	7.498	Si
3.66	0.000804	1.3	0.00000018	3	-7.6514	-1.4154	-64.69	-48.1591	-8.9087	SLD 9	6.294	Si
3.66	0.000804	1.3	0.00000001	3	-1.1483	-2.61	-27.13	-18.1646	-41.2856	SLD 5	15.818	Si
4	0.000804	1.3	0.00000001	3	-0.9125	-1.9982	-26.6	-18.1442	-39.7339	SLD 5	19.885	Si
4.33	0.000804	1.3	0.00000001	3	-0.677	-1.811	-26.08	-15.2345	-40.7548	SLD 5	22.504	Si
4.67	0.000758	1.3	0.00000001	3	-0.3753	2.6699	-24	-6.7855	48.2748	SLD 15	18.081	Si

### 12.7.1.3.4 Verifica di duttilità secondo D.M. 17-01-18 NTC §7.4.6.2.2

Quota	$\alpha_n$	$\alpha_s$	$\alpha$	$\omega_{wd}$	$\alpha\omega_{wd}$	$v_d$	Ac	lim. [7.4.29]	coeff. [7.4.29]	comb. [7.4.29]	Verifica
2.45	0.5555	0.7492	0.4162	0.8731	0.3634	0.126	0.0324	0.1674	2.171	SLV 5	Si

### 12.7.1.3.5 Indicatori di rischio sismico a pressoflessione in SLV

Quota	Molt.	TR	I.R.TR	PGA	I.R.PGA	Comb.	Ver.
0	9.877	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 15	Si
0.31	12.279	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 15	Si
0.61	14.711	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 15	Si
0.92	18.71	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 15	Si
1.22	24.189	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 11	Si
1.53	29.275	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 15	Si
1.83	28.912	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 15	Si
2.14	11.781	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 9	Si
2.44	5.635	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 9	Si

Quota	Molt.	TR	I.R.TR	PGA	I.R.PGA	Comb.	Ver.
2.45	4.056	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 7	Si
2.55	4.903	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 7	Si
2.75	7.918	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 7	Si
3.05	13.627	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 15	Si
3.36	7.05	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 7	Si
3.54	4.575	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 7	Si
3.66	3.684	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 9	Si
3.66	8.939	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 15	Si
4	13.363	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 11	Si
4.33	13.422	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 15	Si
4.67	8.324	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 15	Si

#### 12.7.1.3.6 Indicatori di rischio sismico a pressoflessione in SLD Resistenza

Quota	Molt.	TR	I.R.TR	PGA	I.R.PGA	Comb.	Ver.
0	11.986	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 15	Si
0.31	14.799	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 15	Si
0.61	17.499	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 15	Si
0.92	21.525	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 11	Si
1.22	27.096	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 11	Si
1.53	32.931	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 11	Si
1.83	35.884	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 15	Si
2.14	14.037	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 9	Si
2.44	6.729	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 9	Si
2.45	4.842	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 7	Si
2.55	5.874	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 7	Si
2.75	9.555	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 7	Si
3.05	19.073	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 15	Si
3.36	8.383	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 7	Si
3.54	5.443	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 7	Si
3.66	4.384	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 9	Si
3.66	11.62	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 15	Si
4	15.15	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 11	Si
4.33	15.473	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 11	Si
4.67	11.049	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 15	Si

#### 12.7.1.3.7 Verifica a taglio-torsione in famiglia SLU

Quota	Staffe	Ved. x	Ved. y	Ned	Comb. V	Co t	Vres	c.s.V	Mt	As,t	Al,t	Comb.T or.	Trcd	Trsd	Trld	c.s. V-T	Ver .
0	2X/2Y ø8/18. 8	0.78	0.31	- 21.17	SLU 43	2.5	93.21	119.0 4	- 0.0002	0	0.000000 01	SLU 1	18.085 33	0.0002	0.0002	1.02	Si
0.31	2X/2Y ø8/18. 8	0.35	0.12	- 25.74	SLU 43	2.5	93.21	266.9 5	- 0.0003 6	0	0.000000 01	SLU 1	18.085 33	0.0003 6	0.0003 6	1.02	Si

Quota	Staffe	Ved. x	Ved. y	Ned	Comb. V	Co t	Vres	c.s.V	Mt	As,t	Al,t	Comb.T or.	Trcd	Trsd	Trld	c.s. V-T	Ver .
0.61	2X/2Y ø8/18.8	0.35	0.12	- 25.12	SLU 43	2.5	93.21	266.95	- 0.00036	0	0.00000001	SLU 1	18.08533	0.00036	0.00036	1.02	Si
0.92	2X/2Y ø8/18.8	0.26	0.11	- 31.58	SLU 43	2.5	93.21	356.82	- 0.00047	0	0.00000001	SLU 1	18.08533	0.00047	0.00047	1.02	Si
1.22	2X/2Y ø8/18.8	0.13	0.1	- 40.69	SLU 44	2.5	93.21	741.6	- 0.0005	0	0.00000001	SLU 1	18.08533	0.0005	0.0005	1.02	Si
1.53	2X/2Y ø8/18.8	0.13	0.1	- 40.06	SLU 44	2.5	93.21	741.6	- 0.0005	0	0.00000001	SLU 1	18.08533	0.0005	0.0005	1.02	Si
1.83	2X/2Y ø8/18.8	-0.19	0.07	- 54.87	SLU 43	2.5	93.21	491.59	- 0.0005	0	0.00000001	SLU 1	18.08533	0.0005	0.0005	1.02	Si
2.14	2X/2Y ø8/18.8	-0.94	0.5	- 85.93	SLU 43	2.5	93.21	99.62	- 0.00047	0	0.00000001	SLU 1	18.08533	0.00047	0.00047	1.02	Si
2.44	2X/2Y ø8/18.8	-0.94	0.5	- 85.31	SLU 43	2.5	93.21	99.62	- 0.00047	0	0.00000001	SLU 1	18.08533	0.00047	0.00047	1.02	Si
2.45	2X/2Y ø10/4.8	-0.94	-0.72	- 85.29	SLU 43	1	199.03	212.71	- 0.00047	0	0.00000001	SLU 1	18.08533	0.00047	0.00047	1.02	Si
2.55	2X/2Y ø10/4.8	0.95	-0.72	- 158.42	SLU 44	1	212.09	224.38	0.00014	0	0	SLU 1	18.08533	0.00014	0.00014	1.02	Si
2.75	2X/2Y ø10/4.8	0.95	-0.72	- 158.03	SLU 44	1	212.02	224.3	0.00014	0	0	SLU 1	18.08533	0.00014	0.00014	1.02	Si
3.05	2X/2Y ø10/4.8	0.95	-0.72	- 157.42	SLU 44	1	211.91	224.19	0.00014	0	0	SLU 1	18.08533	0.00014	0.00014	1.02	Si
3.36	2X/2Y ø10/4.8	0.95	-0.72	- 156.79	SLU 44	1	211.8	224.07	0.00014	0	0	SLU 1	18.08533	0.00014	0.00014	1.02	Si
3.54	2X/2Y ø10/4.8	0.95	-0.72	- 156.42	SLU 44	1	211.73	224	0.00014	0	0	SLU 1	18.08533	0.00014	0.00014	1.02	Si
3.66	2X/2Y ø10/4.8	0.95	-0.72	- 156.17	SLU 44	1	211.69	223.95	0.00014	0	0	SLU 1	18.08533	0.00014	0.00014	1.02	Si
3.66	2X/2Y ø8/18.7	0.69	0.82	- 75.99	SLU 43	2.5	94.08	114.39	0.00143	0.00000001	0.00000004	SLU 1	18.08533	0.00143	0.00143	1.02	Si
4	2X/2Y ø8/18.7	0.69	0.82	- 75.31	SLU 43	2.5	94.08	114.39	0.00143	0.00000001	0.00000004	SLU 1	18.08533	0.00143	0.00143	1.02	Si
4.33	2X/2Y ø8/11.3	0.69	0.82	- 74.63	SLU 43	2.3	143.63	174.65	0.00143	0.00000001	0.00000004	SLU 1	18.08533	0.00143	0.00143	1.02	Si
4.67	2X/2Y ø8/11.3	0.69	0.82	- 73.95	SLU 43	2.3	143.63	174.65	0.00143	0.00000001	0.00000004	SLU 1	18.08533	0.00143	0.00143	1.02	Si

### 12.7.1.3.8 Verifica a taglio-torsione in famiglia SLV

Quota	Staffe	Ved. x	Ved. y	Ned	Comb. V	Co t	Vres	c.s. V	Mt	As,t	Al,t	Comb.T or.	Trcd	Trsd	Trld	c.s.V -T	Ver .
0	2X/2Y ø8/18. 8	18.7 1	18.71	- 11.1 3	SLV 1- Ger.	2.5	93.2	4.98	- 0.0014 7	0.000000 01	0.000000 04	SLV 1	18.0853 3	0.0014 7	0.0014 7	1.02	Si
0.31	2X/2Y ø8/18. 8	18.7 1	18.71	- 12.8 4	SLV 1- Ger.	2.5	93.19	4.98	- 0.0020 6	0.000000 01	0.000000 06	SLV 1	18.0853 3	0.0020 6	0.0020 6	1.02	Si
0.61	2X/2Y ø8/18. 8	18.7 1	18.71	- 12.3 6	SLV 1- Ger.	2.5	93.19	4.98	- 0.0020 6	0.000000 01	0.000000 06	SLV 1	18.0853 3	0.0020 6	0.0020 6	1.02	Si
0.92	2X/2Y ø8/18. 8	18.7 1	18.71	- 14.8 7	SLV 1- Ger.	2.5	93.18	4.98	- 0.0028 2	0.000000 02	0.000000 08	SLV 1	18.0853 3	0.0028 2	0.0028 2	1.02	Si
1.22	2X/2Y ø8/18. 8	18.7 1	18.71	- 18.4 2	SLV 1- Ger.	2.5	93.18	4.98	- 0.0033 7	0.000000 02	0.000000 09	SLV 1	18.0853 3	0.0033 7	0.0033 7	1.02	Si
1.53	2X/2Y ø8/18. 8	18.7 1	18.71	- 17.9 4	SLV 1- Ger.	2.5	93.18	4.98	- 0.0033 7	0.000000 02	0.000000 09	SLV 1	18.0853 3	0.0033 7	0.0033 7	1.02	Si
1.83	2X/2Y ø8/18. 8	18.7 1	18.71	- 23.8 7	SLV 1- Ger.	2.5	93.17	4.98	- 0.0036 9	0.000000 03	0.000000 1	SLV 1	18.0853 3	0.0036 9	0.0036 9	1.02	Si
2.14	2X/2Y ø8/18. 8	18.7 1	18.71	- 36.5 6	SLV 1- Ger.	2.5	93.17	4.98	- 0.0038 7	0.000000 03	0.000000 11	SLV 1	18.0853 3	0.0038 7	0.0038 7	1.02	Si
2.44	2X/2Y ø8/18. 8	18.7 1	18.71	- 36.0 8	SLV 1- Ger.	2.5	93.17	4.98	- 0.0038 7	0.000000 03	0.000000 11	SLV 1	18.0853 3	0.0038 7	0.0038 7	1.02	Si
2.45	2X/2Y ø10/4. 8	18.7	18.7	- 35.3 8	SLV 5- Ger.	1	190.1 1	10.1 6	- 0.0038 7	0.000000 01	0.000000 11	SLV 1	18.0853 3	0.0038 7	0.0038 7	1.02	Si
2.55	2X/2Y ø10/4. 8	18.7	18.7	- 66.4 3	SLV 3- Ger.	1	195.6 6	10.4 6	- 0.0064 7	0.000000 01	0.000000 18	SLV 1	18.0853 3	0.0064 7	0.0064 7	1.02	Si
2.75	2X/2Y ø10/4. 8	18.7	18.7	- 66.1 3	SLV 3- Ger.	1	195.6	10.4 6	- 0.0064 7	0.000000 01	0.000000 18	SLV 1	18.0853 3	0.0064 7	0.0064 7	1.02	Si
3.05	2X/2Y ø10/4. 8	18.7	18.7	- 65.6 6	SLV 3- Ger.	1	195.5 2	10.4 6	- 0.0064 7	0.000000 01	0.000000 18	SLV 1	18.0853 3	0.0064 7	0.0064 7	1.02	Si
3.36	2X/2Y ø10/4. 8	18.7	18.7	- 65.1 8	SLV 3- Ger.	1	195.4 3	10.4 5	- 0.0064 7	0.000000 01	0.000000 18	SLV 1	18.0853 3	0.0064 7	0.0064 7	1.02	Si
3.54	2X/2Y ø10/4. 8	18.7	18.7	- 64.8 9	SLV 3- Ger.	1	195.3 8	10.4 5	- 0.0064 7	0.000000 01	0.000000 18	SLV 1	18.0853 3	0.0064 7	0.0064 7	1.02	Si
3.66	2X/2Y ø10/4. 8	18.7	18.7	- 64.7	SLV 3- Ger.	1	195.3 5	10.4 5	- 0.0064 7	0.000000 01	0.000000 18	SLV 1	18.0853 3	0.0064 7	0.0064 7	1.02	Si
3.66	2X/2Y ø8/18. 7	18.7 1	18.71	- 27.2 2	SLV 1- Ger.	2.5	94.1	5.03	- 0.0008 3	0.000000 01	0.000000 02	SLV 1	18.0853 3	0.0008 3	0.0008 3	1.02	Si
4	2X/2Y ø8/18. 7	64.3 6	64.36	- 26.7 3	SLV 5- Ger.	2.5	94.1	1.46	- 0.0008 3	0.000000 01	0.000000 02	SLV 1	18.0853 3	0.0008 3	0.0008 3	1.02	Si

Quota	Staffe	Ved. x	Ved. y	Ned	Comb. V	Co t	Vres	c.s. V	Mt	As,t	Al,t	Comb.T or.	Trcd	Trsd	Trld	c.s.V -T	Ver .
4.33	2X/2Y ø8/11. 3	64.3 6	64.36	- 26.2 1	SLV 5- Ger.	2.2	137.4 1	2.13	- 0.0008 3	0	0.000000 02	SLV 1	18.0853 3	0.0008 3	0.0008 3	1.02	Si
4.67	2X/2Y ø8/11. 3	64.3 6	64.36	- 25.6 9	SLV 5- Ger.	2.2	137.4 1	2.13	- 0.0008 3	0	0.000000 02	SLV 1	18.0853 3	0.0008 3	0.0008 3	1.02	Si

#### 12.7.1.3.9 Verifica taglio ciclico secondo Circolare 7 21-01-19 §C8.7.2.3.5 formula [C8.7.2.8] in combinazione SLV

Quota	Q.in f.	Q.su p.	Di r.	Lv	x	h	p,tot	θ,m	θ,y	μΔ, pl	VRd	VRcd(cotθ =1)	VRsd	Vw	VR	VR,f	VEd	NEd	Com b.	Verifi ca
2.45	- 0.15	3.66	X	1.90 5	0.0 7	0.2 5	0.01 29	0.0014 29	0.0178 08	0	30.7 71	190.234	226.8 41	226.8 41	205.9 44	190.2 34	- 2.57 6	- 36.0 66	SLV 1	Si
2.45	- 0.15	3.66	Y	1.90 5	0.0 7	0.2 5	0.01 29	0.0000 17	0.0178 08	0	30.6 54	190.059	226.8 48	226.8 48	205.9 11	190.0 59	9.33	- 35.0 85	SLV 10	Si

#### 12.7.1.3.10 Tagli plastici secondo §7.4.4.2.1 [7.4.5] in combinazione SLV

Q.inf.	Q.sup.	Luce	γRd	MRdx,inf	MRdy,inf	N,inf	MRdx,sup	MRdy,sup	N,sup	Vpl,x	Vpl,y	Comb.
0	3.66	3.66	1.1	29.06		-11.13	33.18786		-65.157	18.708		SLV 2
0	3.66	3.66	1.1		29.06	-11.13		33.18786	-65.157		18.708	SLV 2
3.66	4.67	1.01	1.1	30.29311		-27.258	28.80443		-25.687	64.364		SLV 6
3.66	4.67	1.01	1.1		30.29311	-27.258		28.80443	-25.687		64.364	SLV 6

#### 12.7.1.3.11 Verifica a taglio-torsione in famiglia SLD Resistenza

Quota	Staffe	Ved. x	Ved. y	Ned	Comb. V	Co t	Vres	c.s. V	Mt	As,t	Al,t	Comb.T or.	Trcd	Trsd	Trld	c.s.V -T	Ver .
0	2X/2Y ø8/18. 8	2.02	0.7	- 10.8 7	SLD 15	2.5	93.21	46.1 4	- 0.0013 1	0.000000 01	0.000000 04	SLD 1	18.0853 3	0.0013 1	0.0013 1	1.02	Si
0.31	2X/2Y ø8/18. 8	1.27	0.23	- 12.5 4	SLD 15	2.5	93.2	73.3 8	- 0.0018 7	0.000000 01	0.000000 05	SLD 1	18.0853 3	0.0018 7	0.0018 7	1.02	Si
0.61	2X/2Y ø8/18. 8	1.27	0.23	- 12.0 7	SLD 15	2.5	93.2	73.3 8	- 0.0018 7	0.000000 01	0.000000 05	SLD 1	18.0853 3	0.0018 7	0.0018 7	1.02	Si
0.92	2X/2Y ø8/18. 8	1.21	0.2	- 14.5 2	SLD 15	2.5	93.2	77.1 3	- 0.0025 6	0.000000 02	0.000000 07	SLD 1	18.0853 3	0.0025 6	0.0025 6	1.02	Si
1.22	2X/2Y ø8/18. 8	1.11	0.26	- 18.0 3	SLD 15	2.5	93.19	83.5 8	- 0.0030 6	0.000000 02	0.000000 08	SLD 1	18.0853 3	0.0030 6	0.0030 6	1.02	Si
1.53	2X/2Y ø8/18. 8	1.11	0.26	- 17.5 5	SLD 15	2.5	93.19	83.5 8	- 0.0030 6	0.000000 02	0.000000 08	SLD 1	18.0853 3	0.0030 6	0.0030 6	1.02	Si
1.83	2X/2Y ø8/18. 8	-1.14	0.13	- 23.8 2	SLD 1	2.5	93.18	82.0 5	- 0.0033 5	0.000000 02	0.000000 09	SLD 1	18.0853 3	0.0033 5	0.0033 5	1.02	Si
2.14	2X/2Y ø8/18. 8	-1.94	7.87	- 35.6 7	SLD 9	2.5	93.19	11.8 5	- 0.0035 2	0.000000 02	0.000000 1	SLD 1	18.0853 3	0.0035 2	0.0035 2	1.02	Si

Quota	Staffe	Ved. x	Ved. y	Ned	Comb. V	Co t	Vres	c.s. V	Mt	As,t	Al,t	Comb.T or.	Trcd	Trsd	Trld	c.s.V -T	Ver .
2.44	2X/2Y ø8/18.8	-1.94	7.87	-35.2	SLD 9	2.5	93.19	11.85	-0.00352	0.00000002	0.00000001	SLD 1	18.08533	0.00352	0.00352	1.02	Si
2.45	2X/2Y ø10/4.8	2.42	-12.07	-66.58	SLD 9	1.1	195.45	16.2	-0.00352	0.00000001	0.00000001	SLD 1	18.08533	0.00352	0.00352	1.02	Si
2.55	2X/2Y ø10/4.8	2.42	-12.07	-66.42	SLD 9	1.1	195.42	16.19	-0.00579	0.00000001	0.00000016	SLD 1	18.08533	0.00579	0.00579	1.02	Si
2.75	2X/2Y ø10/4.8	2.42	-12.07	-66.12	SLD 9	1.1	195.37	16.19	-0.00579	0.00000001	0.00000016	SLD 1	18.08533	0.00579	0.00579	1.02	Si
3.05	2X/2Y ø10/4.8	2.42	-12.07	-65.65	SLD 9	1.1	195.29	16.18	-0.00579	0.00000001	0.00000016	SLD 1	18.08533	0.00579	0.00579	1.02	Si
3.36	2X/2Y ø10/4.8	2.42	-12.07	-65.17	SLD 9	1.1	195.27	16.17	-0.00579	0.00000001	0.00000016	SLD 1	18.08533	0.00579	0.00579	1.02	Si
3.54	2X/2Y ø10/4.8	2.42	-12.07	-64.88	SLD 9	1.1	195.15	16.17	-0.00579	0.00000001	0.00000016	SLD 1	18.08533	0.00579	0.00579	1.02	Si
3.66	2X/2Y ø10/4.8	2.42	-12.07	-64.69	SLD 9	1.1	195.12	16.17	-0.00579	0.00000001	0.00000016	SLD 1	18.08533	0.00579	0.00579	1.02	Si
3.66	2X/2Y ø8/18.7	4.1	0.95	-26.72	SLD 3	2.5	94.11	22.97	-0.00059	0	0.00000002	SLD 1	18.08533	0.00059	0.00059	1.02	Si
4	2X/2Y ø8/18.7	4.1	0.95	-26.19	SLD 3	2.5	94.11	22.97	-0.00059	0	0.00000002	SLD 1	18.08533	0.00059	0.00059	1.02	Si
4.33	2X/2Y ø8/11.3	4.1	0.95	-25.67	SLD 3	2.5	129.91	31.71	-0.00059	0	0.00000002	SLD 1	18.08533	0.00059	0.00059	1.02	Si
4.67	2X/2Y ø8/11.3	4.1	0.95	-25.15	SLD 3	2.5	129.85	31.69	-0.00059	0	0.00000002	SLD 1	18.08533	0.00059	0.00059	1.02	Si

### 12.7.1.3.12 Indicatori di rischio sismico a taglio in SLV

Quota	Molt.	TR	I.R.TR	PGA	I.R.PGA	Comb.	
0	46.527	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 15	Si
0.31	66.484	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 15	Si
0.61	66.484	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 15	Si
0.92	66.112	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 15	Si
1.22	66.112	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 15	Si
1.53	66.112	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 15	Si
1.83	63.016	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 1	Si
2.14	10.185	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 9	Si
2.44	10.185	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 9	Si
2.55	13.861	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 7	Si
2.75	13.861	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 7	Si
3.05	13.847	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 7	Si

Quota	Molt.	TR	I.R.TR	PGA	I.R.PGA	Comb.	
3.36	13.832	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 7	Si
3.54	13.832	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 7	Si
3.66	13.832	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 7	Si
3.66	17.56	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 3	Si
4	17.56	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 3	Si
4.33	25.885	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 13	Si
4.67	25.885	2344	1.63	0.213	1.487	SLV 13	Si

### 12.7.1.3.13 Indicatori di rischio sismico a taglio in SLD Resistenza

Quota	Molt.	TR	I.R.TR	PGA	I.R.PGA	Comb.	
0	59.201	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 15	Si
0.31	87.568	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 15	Si
0.61	87.568	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 15	Si
0.92	88.809	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 15	Si
1.22	90.545	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 15	Si
1.53	90.545	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 15	Si
1.83	88.561	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 1	Si
2.14	12.133	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 9	Si
2.44	12.133	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 9	Si
2.45	16.47	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 7	Si
2.55	16.47	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 7	Si
2.75	16.47	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 7	Si
3.05	16.47	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 7	Si
3.36	16.47	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 7	Si
3.54	16.439	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 7	Si
3.66	16.439	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 7	Si
3.66	25.764	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 3	Si
4	25.764	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 3	Si
4.33	35.392	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 13	Si
4.67	35.33	2344	4.101	0.213	3.329	SLD 13	Si

### 12.7.1.3.14 Verifica delle tensioni in combinazioni rara

Tensione limite del calcestruzzo 17430 kN/m<sup>2</sup>

Tensione limite dell'acciaio 360000 kN/m<sup>2</sup>

Coefficiente di omogeneizzazione impiegato 15

Quota	Mx	My	N	Comb.	$\sigma_{c,max}$	Mx	My	N	Comb.	$\sigma_{f,max}$	Verifica
0	-0.0396	-1.2294	-15.16	SLE RA 5	-609	-0.0396	-1.2294	-15.16	SLE RA 5	-6631	Si
0.31	-0.0141	-1.0809	-18.29	SLE RA 5	-596	-0.0141	-1.0809	-18.29	SLE RA 5	-6769	Si
0.61	0.0107	-1.0029	-17.81	SLE RA 5	-563	0.0107	-1.0029	-17.81	SLE RA 5	-6443	Si
0.92	-0.0006	-0.9299	-22.25	SLE RA 5	-596	-0.0006	-0.9299	-22.25	SLE RA 5	-7102	Si
1.22	-0.0052	-0.8723	-28.52	SLE RA 4	-663	-0.0052	-0.8723	-28.52	SLE RA 4	-8214	Si
1.53	0.0133	-0.8433	-28.04	SLE RA 5	-650	0.0133	-0.8433	-28.04	SLE RA 4	-8058	Si
1.83	-0.0044	-0.8704	-38.26	SLE RA 4	-793	-0.0044	-0.8704	-38.26	SLE RA 4	-10166	Si

Quota	Mx	My	N	Comb.	$\sigma_c, \max$	Mx	My	N	Comb.	$\sigma_f, \max$	Verifica
2.14	0.0951	-0.9795	-59.77	SLE RA 5	-1145	0.0951	-0.9795	-59.77	SLE RA 5	-15055	Si
2.44	0.1996	-1.1833	-59.29	SLE RA 5	-1238	0.1996	-1.1833	-59.29	SLE RA 5	-15829	Si
2.45	0.2948	-1.3226	-110.18	SLE RA 5	-1995	0.2948	-1.3226	-110.18	SLE RA 5	-26728	Si
2.55	0.2433	-1.2506	-110.02	SLE RA 5	-1953	0.2433	-1.2506	-110.02	SLE RA 5	-26347	Si
2.75	0.1485	-1.1182	-109.72	SLE RA 5	-1877	0.1485	-1.1182	-109.72	SLE RA 5	-25646	Si
3.05	-0.0005	-0.9101	-109.25	SLE RA 5	-1757	-0.0005	-0.9101	-109.25	SLE RA 5	-24547	Si
3.36	-0.1539	-0.6956	-108.76	SLE RA 5	-1731	-0.1539	-0.6956	-108.76	SLE RA 5	-24277	Si
3.54	-0.2442	-0.5695	-108.48	SLE RA 5	-1715	-0.2442	-0.5695	-108.48	SLE RA 5	-24119	Si
3.66	-0.3052	-0.4843	-108.29	SLE RA 5	-1705	-0.3052	-0.4843	-108.29	SLE RA 5	-24012	Si
3.66	-0.4644	-0.4858	-51.85	SLE RA 4	-999	-0.4644	-0.4858	-51.85	SLE RA 4	-13111	Si
4	-0.2715	-0.312	-51.32	SLE RA 4	-875	-0.2715	-0.312	-51.32	SLE RA 4	-11971	Si
4.33	-0.0785	-0.1382	-50.8	SLE RA 4	-751	-0.0785	-0.1382	-50.8	SLE RA 4	-10830	Si
4.67	0.1116	0.033	-50.28	SLE RA 5	-727	0.1116	0.033	-50.28	SLE RA 5	-10622	Si

#### 12.7.1.3.15 Verifica delle tensioni sul calcestruzzo in combinazioni quasi permanenti

Tensione limite del calcestruzzo 13073 kN/m<sup>2</sup>

Coefficiente di omogeneizzazione impiegato 15

Quota	Mx	My	N	Comb.	$\sigma_c, \max$	Verifica
0	-0.0457	-0.9628	-10.98	SLE QP 2	-470	Si
0.31	-0.0163	-0.844	-12.67	SLE QP 2	-445	Si
0.61	0.012	-0.7803	-12.19	SLE QP 2	-417	Si
0.92	-0.0005	-0.7199	-14.67	SLE QP 2	-427	Si
1.22	-0.007	-0.6713	-18.2	SLE QP 1	-461	Si
1.53	0.015	-0.6449	-17.72	SLE QP 2	-449	Si
1.83	0.0012	-0.6597	-23.61	SLE QP 2	-528	Si
2.14	0.0544	-0.7345	-36.23	SLE QP 2	-738	Si
2.44	0.1142	-0.8789	-35.75	SLE QP 2	-797	Si
2.45	0.1647	-0.9812	-66.11	SLE QP 2	-1253	Si
2.55	0.1354	-0.9221	-65.95	SLE QP 2	-1223	Si
2.75	0.0816	-0.8133	-65.65	SLE QP 2	-1167	Si
3.05	-0.003	-0.6423	-65.18	SLE QP 2	-1081	Si
3.36	-0.0901	-0.4662	-64.69	SLE QP 2	-1046	Si
3.54	-0.1413	-0.3625	-64.41	SLE QP 2	-1025	Si
3.66	-0.1759	-0.2926	-64.22	SLE QP 2	-1011	Si
3.66	-0.2904	-0.2933	-26.33	SLE QP 1	-540	Si
4	-0.1691	-0.1385	-25.81	SLE QP 1	-445	Si
4.33	-0.0478	0.0164	-25.28	SLE QP 2	-360	Si
4.67	0.0717	0.1689	-24.76	SLE QP 2	-413	Si

#### 12.7.1.3.16 Verifica di apertura delle fessure nella famiglia di combinazioni frequente

Fessurazione non presente

### 12.7.1.3.17 Verifica di apertura delle fessure nella famiglia di combinazioni quasi permanente

Fessurazione non presente

### 12.7.1.4 Verifiche nodi trave colonna

Verifiche dei nodi trave pilastro non presenti in quanto la verifica è non necessaria per la pilastrata.

### 12.7.1.5 Verifica di instabilità

Q.in f.	Q.su p.	Quota	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\lambda_{lim X}$	$\lambda_{lim Y}$	M 2° ord.	Nsd	Comb.	M0ed ,x	M2,x	M0ed, y	M2,y	Mver, x	Mver, y	C.s x	C.s y	Risultato	(5.3 8)	(5.3 9)	Ver .
- 0.15	4.71	2.554	67	67	64	64	Si	- 158.42	SLU 43	0.1216	8.1971	1.0541	8.2898	8.3187	- 9.3439	4.96	4.65	Min	No	3.35	Si
- 0.15	4.71	3.05	67	67	64	64	Si	- 157.42	SLU 43	0.1216	8.5301	1.0541	8.2212	8.6517	- 9.2752	4.87		X	Si		Si
- 0.15	4.71	3.66	67	67	100	100	No	- 64.63	SLD 3	0.4658	3.2528	0.7961	3.2886	6.8806	- 1.766	7.56	15.65	Min	No	6.7	Si
- 0.15	4.71	3.66	67	67	100	100	No	- 64.69	SLD 9	0.4046	3.2554	0.3692	3.3024	- 7.6514	- 1.4154	6.95		X	Si		Si
- 0.15	4.71	3.66	67	67	100	100	No	-64.7	SLV 3	0.5651	3.2555	1.134	3.282	8.3289	- 2.3436	6.4	14.31	Min	No	5.38	Si
- 0.15	4.71	3.66	67	67	100	100	No	- 64.76	SLV 9	0.4913	3.2582	0.3644	3.3024	- 9.0783	- 1.5217	5.74		X	Si		Si
- 0.15	4.71	2.554	67	67	64	64	Si	- 158.42	SLU 43	0.1216	8.1971	1.0541	8.2898	8.3187	- 9.3439	4.96	4.65	Min	No	3.35	Si
- 0.15	4.71	2.554	67	67	64	64	Si	- 158.42	SLU 44	0.1216	8.1971	1.0541	8.2898	8.3187	- 9.3439	4.96	4.65	Y	No	3.35	Si
- 0.15	4.71	3.66	67	67	100	100	No	- 64.63	SLD 3	0.4658	3.2528	0.7961	3.2886	6.8806	- 1.766	7.56	15.65	Min	No	6.7	Si
- 0.15	4.71	0	67	67	243	243	No	- 10.87	SLD 15	0.1845	0.5893	1.4395	0.5463	- 0.1845	- 3.2947		11.37	Y	Si		Si
- 0.15	4.71	3.66	67	67	100	100	No	-64.7	SLV 3	0.5651	3.2555	1.134	3.282	8.3289	- 2.3436	6.4	14.31	Min	No	5.38	Si
- 0.15	4.71	0	67	67	244	244	No	- 10.84	SLV 15	0.2463	0.5872	1.6619	0.5443	- 0.2463	- 3.7913		9.48	Y	Si		Si

### 12.7.1.6 Verifiche di gerarchia delle resistenze nei nodi trave pilastro

Verifiche di gerarchia delle resistenze nei nodi trave pilastro non presenti in quanto la verifica è non necessaria per la pilastrata

per il nodo Appoggio 366 in quanto nodo senza travi convergenti.

per il nodo Appoggio -15 in quanto elemento di base della pilastrata.

per il nodo Appoggio 479 in quanto elemento di estremità superiore alla pilastrata.



## 12.8 Verifiche Pareti Debolmente Armate in C.A:

---

Si premette qui sotto la legenda impiegata per condurre le verifiche dei setti e si riportano le verifiche dell'elemento più sollecitato. Tutti gli altri tabulati di calcolo sono conservati presso lo studio del professionista.

**nod.:** nodo del modello FEM  
**sez.:** tipo di sezione (o = orizzontale, v = verticale)  
**B:** base della sezione  
**H:** altezza della sezione  
**Af+:** area di acciaio dal lato B (inferiore per le piastre)  
**Af-:** area di acciaio dal lato A (superiore per le piastre)  
**c+:** copriferro dal lato B (inferiore per le piastre)  
**c-:** copriferro dal lato A (superiore per le piastre)  
**sc:** tensione sul calcestruzzo in esercizio  
**comb:** combinazione di carico  
**c.s.:** coefficiente di sicurezza  
**N:** sforzo normale di calcolo  
**M:** momento flettente di calcolo  
**Mu:** momento flettente ultimo  
**Nu:** sforzo normale ultimo  
**sf:** tensione sull'acciaio in esercizio  
**Wk:** apertura caratteristica delle fessure  
**Sm:** distanza media fra le fessure  
**st:** sigma a trazione nel calcestruzzo in condizioni non fessurate  
**fck:** resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo  
**gcd:** resistenza a compressione di calcolo del calcestruzzo  
**gcd:** resistenza a trazione di calcolo del calcestruzzo  
**Hcr:** altezza critica  
**q.Hcr:** \*quota della sezione alla altezza critica  
**hw:** altezza della parete  
**lw:** lunghezza della parete  
**n.p.:** numero di piani  
**hs:** altezza dell'interpiano  
**Mxd:** momento di progetto attorno all'asse x (fuori piano)  
**Myd:** momento di progetto attorno all'asse y (nel piano)  
**NEd:** sforzo normale di progetto  
**MEd:** Momento flettente di progetto di progetto  
**VEd:** sforzo di taglio di progetto  
**Ngrav.:** sforzo normale dovuto ai carichi gravitazionali  
**NReale.:** sforzo normale derivante dall'analisi  
**VRcd:** resistenza a taglio dovuta alle bielle di calcestruzzo  
**epsilon:** coefficiente di maggiorazione del taglio derivante dall'analisi  
**alphaS:**  $MEd/(VEd*lw)$  formula 7.4.15  
**At:** area tesa di acciaio  
**roh:** rapporto tra area della sezione orizzontale dell'armatura di anima e l'area della sezione di calcestruzzo  
**rov:** rapporto tra area della sezione verticale dell'armatura di anima e l'area della sezione di calcestruzzo  
**VRsd:** resistenza a taglio della sezione con armature  
**Somma(Asj)- Ai:** somma delle aree delle barre verticali che attraversano la superficie di scorrimento  
**csi:** altezza della parte compressa normalizzata all'altezza della sezione  
**Vdd:** contributo dell'effetto spinotto delle armature verticali  
**Vfd:** contributo della resistenza per attrito  
**Vid:** contributo delle armature inclinate presenti alla base  
**VRd,s:** valore di progetto della resistenza a taglio nei confronti dello scorrimento  
**M01:** momento flettente inferiore per verifica instabilità  
**M02:** momento flettente superiore per verifica instabilità  
**etot:** eccentricità complessiva EC2 12.6.5.2 (12.12)  
**Fi:** coefficiente riduttivo EC2 12.6.5.2 (12.11)  
**l0:** lunghezza libera di inflessione  
**beta:** coefficiente EC2 12.6.5.1 (12.9)

**Nrd:** resistenza di progetto EC2 12.6.5.2 (12.10)

**l,lim:** snellezza limite EC2 12.6.5.1 (4)

**At:** area di calcestruzzo del traverso in parete con blocco cassero in legno

**Vr,cls:** resistenza a taglio in assenza di armatura orizzontale in parete con blocco cassero in legno

**Mu:** momento resistente ultimo del singolo traverso in parete con blocco cassero in legno

**Hp:** resistenza a trazione dell'elemento teso in parete con blocco cassero in legno

**R:** fattore di efficienza in parete con blocco cassero in legno

**Vr,s:** contributo alla resistenza a taglio della armatura orizzontale in parete con blocco cassero in legno

**Vrd:** resistenza a taglio per trazione del diagonale in parete con blocco cassero in legno

**l:** luce netta della trave di collegamento

**h:** altezza della trave di collegamento

**b:** spessore della trave di collegamento

**d:** altezza utile della trave di collegamento

**Asi:** area complessiva della armatura a X

**M,plast:** momenti resistenti della trave a filo appoggio

**T,plast:** sforzi di taglio nella trave derivanti da gerarchia delle resistenze

## 12.8.1 Parete a "Fondazione - Falda 2"

Parete fra le coordinate in pianta (5536;1995) (5033;1995)

da quota -30 a quota 398

Valori in daN, cm

C25/30: rck 300

fyk 4500

Parete in blocchi cassero in legno mineralizzato, caratteristiche generali:

base dei traversi in calcestruzzo bt=13.5

altezza dei traversi in calcestruzzo ht=7

interasse verticale dei traversi in calcestruzzo it=25

lunghezza del singolo elemento orizzontale del graticcio costituente la parete l=5

dimensione dei montanti verticali in calcestruzzo ortogonale al piano della parete bm=15

dimensione dei montanti verticali in calcestruzzo parallela al piano della parete hm=20

interasse orizzontale dei montanti in calcestruzzo im=25

spessore equivalente =13

Pannello : Pannello da Filo A2 a Filo A1

Sezione a quota 0

Coordinate dei vertici

X	Y
-5535.7	-6.5
-5535.7	6.5
-5033.2	6.5
-5033.2	-6.5

Armature verticali

X	Y	∅	X	Y	∅	X	Y	∅	X	Y	∅	X	Y	∅
-5517.7	0.0	10	-5492.7	0.0	10	-5467.7	0.0	10	-5442.7	0.0	10	-5417.7	0.0	10
-5392.7	0.0	10	-5367.7	0.0	10	-5342.7	0.0	10	-5317.7	0.0	10	-5292.7	0.0	10
-5267.7	0.0	10	-5242.7	0.0	10	-5217.7	0.0	10	-5192.7	0.0	10	-5167.7	0.0	10
-5142.7	0.0	10	-5117.7	0.0	10	-5092.7	0.0	10	-5067.7	0.0	10	-5042.7	0.0	10

Sezione a quota 110

Coordinate dei vertici

X	Y
-5535.7	-6.5
-5535.7	6.5
-5033.2	6.5
-5033.2	-6.5

Armature verticali

X	Y	∅	X	Y	∅	X	Y	∅	X	Y	∅	X	Y	∅
-5517.7	0.0	10	-5492.7	0.0	10	-5467.7	0.0	10	-5442.7	0.0	10	-5417.7	0.0	10
-5392.7	0.0	10	-5367.7	0.0	10	-5342.7	0.0	10	-5317.7	0.0	10	-5292.7	0.0	10
-5267.7	0.0	10	-5242.7	0.0	10	-5217.7	0.0	10	-5192.7	0.0	10	-5167.7	0.0	10
-5142.7	0.0	10	-5117.7	0.0	10	-5092.7	0.0	10	-5067.7	0.0	10	-5042.7	0.0	10

Sezione a quota 220

Coordinate dei vertici

X	Y
-5535.7	-6.5

-5535.7 6.5  
 -5033.2 6.5  
 -5033.2 -6.5

Armature verticali

X	Y	ø	X	Y	ø	X	Y	ø	X	Y	ø	X	Y	ø
-5517.7	0.0	10	-5492.7	0.0	10	-5467.7	0.0	10	-5442.7	0.0	10	-5417.7	0.0	10
-5392.7	0.0	10	-5367.7	0.0	10	-5342.7	0.0	10	-5317.7	0.0	10	-5292.7	0.0	10
-5267.7	0.0	10	-5242.7	0.0	10	-5217.7	0.0	10	-5192.7	0.0	10	-5167.7	0.0	10
-5142.7	0.0	10	-5117.7	0.0	10	-5092.7	0.0	10	-5067.7	0.0	10	-5042.7	0.0	10

Sezione a quota 270

Coordinate dei vertici

X Y  
 -5535.7 -6.5  
 -5535.7 6.5  
 -5033.2 6.5  
 -5033.2 -6.5

Armature verticali

X	Y	ø	X	Y	ø	X	Y	ø	X	Y	ø	X	Y	ø
-5517.7	0.0	10	-5492.7	0.0	10	-5467.7	0.0	10	-5442.7	0.0	10	-5417.7	0.0	10
-5392.7	0.0	10	-5367.7	0.0	10	-5342.7	0.0	10	-5317.7	0.0	10	-5292.7	0.0	10
-5267.7	0.0	10	-5242.7	0.0	10	-5217.7	0.0	10	-5192.7	0.0	10	-5167.7	0.0	10
-5142.7	0.0	10	-5117.7	0.0	10	-5092.7	0.0	10	-5067.7	0.0	10	-5042.7	0.0	10

Sezione a quota 302

Coordinate dei vertici

X Y  
 -5535.7 -6.5  
 -5535.7 6.5  
 -5033.2 6.5  
 -5033.2 -6.5

Armature verticali

X	Y	ø	X	Y	ø	X	Y	ø	X	Y	ø	X	Y	ø
-5517.7	0.0	10	-5492.7	0.0	10	-5467.7	0.0	10	-5442.7	0.0	10	-5417.7	0.0	10
-5392.7	0.0	10	-5367.7	0.0	10	-5342.7	0.0	10	-5317.7	0.0	10	-5292.7	0.0	10
-5267.7	0.0	10	-5242.7	0.0	10	-5217.7	0.0	10	-5192.7	0.0	10	-5167.7	0.0	10
-5142.7	0.0	10	-5117.7	0.0	10	-5092.7	0.0	10	-5067.7	0.0	10	-5042.7	0.0	10

Sezione a quota 334

Coordinate dei vertici

X Y  
 -5535.7 -6.5  
 -5535.7 6.5  
 -5033.2 6.5  
 -5033.2 -6.5

Armature verticali

X	Y	ø	X	Y	ø	X	Y	ø	X	Y	ø	X	Y	ø
-5517.7	0.0	10	-5492.7	0.0	10	-5467.7	0.0	10	-5442.7	0.0	10	-5417.7	0.0	10
-5392.7	0.0	10	-5367.7	0.0	10	-5342.7	0.0	10	-5317.7	0.0	10	-5292.7	0.0	10
-5267.7	0.0	10	-5242.7	0.0	10	-5217.7	0.0	10	-5192.7	0.0	10	-5167.7	0.0	10
-5142.7	0.0	10	-5117.7	0.0	10	-5092.7	0.0	10	-5067.7	0.0	10	-5042.7	0.0	10

Verifica eseguita come parete estesa debolmente armata

I tagli sono stati incrementati di (q+1)/2

fcd	fctd	Hcr	q.Hcr	hw	Lw	n.p.	hs
141	12	233	203	428	503	2	203

## 12.8.1.1 Verifica a pressoflessione

quota	Mxd	Myd	Ned	Ngrav.	NReale	c.s.	comb
0	25803	-136425	-15259	-15259	-15259	43.2718	43 SLU
0	51729	58451	-3886	-9602	-8687	10.8972	5 SLV
0	45834	46253	-4048	-9602	-8849	13.8076	5 SLD
110	6953	-275618	-12320	-12320	-12320	64.3342	43 SLU
110	26308	157331	-3306	-7667	-7139	27.8524	5 SLV
110	23580	127854	-3410	-7667	-7243	34.2939	5 SLD
220	1512	-479509	-9385	-9385	-9385	79.8367	43 SLU
220	19930	108012	-2123	-5551	-4899	31.6329	9 SLV
220	16425	62028	-2225	-5551	-5001	49.9745	9 SLD
270	10378	-570621	-7700	-7700	-7700	62.5651	43 SLU
270	23769	-15787	-1883	-4484	-4125	24.1399	9 SLV
270	20078	-48732	-1944	-4484	-4186	31.2442	9 SLD
302	19179	-515296	-6407	-6407	-6407	42.1220	43 SLU
302	18904	-77873	-1515	-3611	-3320	27.2216	9 SLV
302	17157	-96999	-1566	-3611	-3371	31.0886	9 SLD
334	24538	-555764	-4449	-4449	-4449	23.0633	43 SLU
334	14241	-170188	-1038	-2413	-2245	27.7074	5 SLV
334	14069	-179323	-1072	-2413	-2279	28.0360	5 SLD

## 12.8.1.2 Verifica compressione del diagonale

quota	epsilon	VEd	VrEd comb
0	1.00	-302	186716 27 SLU
0	2.08	-4790	185542 3 SLV
0	1.00	-1739	185501 3 SLD
110	1.00	123	186416 17 SLU
110	2.08	5229	185064 13 SLV
110	1.00	1937	185065 13 SLD
220	1.00	195	186224 43 SLU
220	2.08	5155	184799 13 SLV
220	1.00	1949	184813 13 SLD
270	1.00	177	185887 43 SLU
270	2.08	4934	184744 13 SLV
270	1.00	1873	184751 13 SLD
302	1.00	148	185629 43 SLU
302	2.08	4858	184671 13 SLV
302	1.00	1843	184677 13 SLD
334	1.00	326	185237 43 SLU
334	2.08	4936	184556 13 SLV
334	1.00	1893	184563 13 SLD

### 12.8.1.3 Verifica trazione del diagonale

quota	At	VR, cls	Mu	Hp	R	fctd	VR, s	Vrd	VEd comb
0	94.5	5777	3624	1967	0.7	12.2	29139	34916	-302 27 SLU
0	94.5	5777	3624	1967	0.7	12.2	29139	34916	-4790 3 SLV
0	94.5	5777	3624	1967	0.7	12.2	29139	34916	-1739 3 SLD
110	94.5	5777	3624	1967	0.7	12.2	29139	34916	123 17 SLU
110	94.5	5777	3624	1967	0.7	12.2	29139	34916	5229 13 SLV
110	94.5	5777	3624	1967	0.7	12.2	29139	34916	1937 13 SLD
220	94.5	5777	3624	1967	0.7	12.2	29139	34916	195 43 SLU
220	94.5	5777	3624	1967	0.7	12.2	29139	34916	5155 13 SLV
220	94.5	5777	3624	1967	0.7	12.2	29139	34916	1949 13 SLD
270	94.5	5777	3624	1967	0.7	12.2	29139	34916	177 43 SLU
270	94.5	5777	3624	1967	0.7	12.2	29139	34916	4934 13 SLV
270	94.5	5777	3624	1967	0.7	12.2	29139	34916	1873 13 SLD
302	94.5	5777	3624	1967	0.7	12.2	29139	34916	148 43 SLU
302	94.5	5777	3624	1967	0.7	12.2	29139	34916	4858 13 SLV
302	94.5	5777	3624	1967	0.7	12.2	29139	34916	1843 13 SLD
334	94.5	5777	3624	1967	0.7	12.2	29139	34916	326 43 SLU
334	94.5	5777	3624	1967	0.7	12.2	29139	34916	4936 13 SLV
334	94.5	5777	3624	1967	0.7	12.2	29139	34916	1893 13 SLD

### 12.8.1.4 Verifica per scorrimento a taglio

quota	Somma (Asj)	csi	MEd	VEd	Vdd	Vid	Vfd	Vrd, s	comb
0	15.71	0.41	-151413	-3306	15173	0	17680	32854	1 SLV
0	15.71	1.00	-197324	-1739	15173	0	40636	55809	3 SLD

### 12.8.1.5 Instabilità secondo LLGG n.117 del 10.02.2011

quota	M01	M02	comb	c	nu	lw	lo	beta	l	l, lim
0	1189	-29599	43 SLU	1.66	0.0166	15	266	0.97	61	199
0	-16174	17867	11 SLV	0.79	0.0114	15	266	0.97	61	115
0	11020	-12313	11 SLD	0.81	0.0112	15	266	0.97	61	117
110	1189	-29599	43 SLU	1.66	0.0166	15	266	0.97	61	199
110	-16174	17867	11 SLV	0.79	0.0114	15	266	0.97	61	115
110	11020	-12313	11 SLD	0.81	0.0112	15	266	0.97	61	117
220	1189	-29599	43 SLU	1.66	0.0166	15	266	0.97	61	199
220	-16174	17867	11 SLV	0.79	0.0114	15	266	0.97	61	115
220	11020	-12313	11 SLD	0.81	0.0112	15	266	0.97	61	117
270	1942	-1965	1 SLU	0.71	0.0056	15	151	0.99	35	146
270	1694	-3101	15 SLV	1.15	0.0058	15	151	0.99	35	233
270	1773	-3592	15 SLD	1.21	0.0058	15	151	0.99	35	244
302	1942	-1965	1 SLU	0.71	0.0056	15	151	0.99	35	146
302	1694	-3101	15 SLV	1.15	0.0058	15	151	0.99	35	233
302	1773	-3592	15 SLD	1.21	0.0058	15	151	0.99	35	244
334	1942	-1965	1 SLU	0.71	0.0056	15	151	0.99	35	146
334	1694	-3101	15 SLV	1.15	0.0058	15	151	0.99	35	233
334	1773	-3592	15 SLD	1.21	0.0058	15	151	0.99	35	244

### 12.8.1.6 Moltiplicatore minimo delle condizioni sismiche per raggiungimento della rottura a taglio 6.116

Taglio trazione diagonale  
 Tempo di ritorno 2344 anni  
 PGA 0,2125418  
 I.R.PGA\_TAGLIO 1,487  
 I.R.TR\_TAGLIO 1,630

### 12.8.1.7 *Moltiplicatore minimo delle condizioni sismiche per raggiungimento della rottura a pressoflessione 8.9406*

Tempo di ritorno 2344 anni  
PGA 0,2125418  
I.R.PGA\_PRESSOFLESSIONE 1,487  
I.R.TR\_PRESSOFLESSIONE 1,630

Indicatori di rischio sismico  
Tr\_SLV/TrSLV,Rif 1,630  
PGASLV/aggancio SLV 1,487

## 12.9 Verifica travi di copertura in Legno

### 12.9.1 Travi Secondarie in legno – sezione 20x25

#### CLASSE DI RESISTENZA – INFORMAZIONI SUL LEGNAME

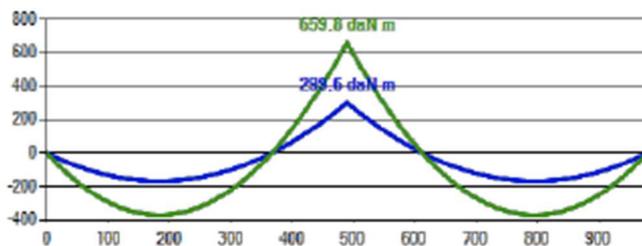
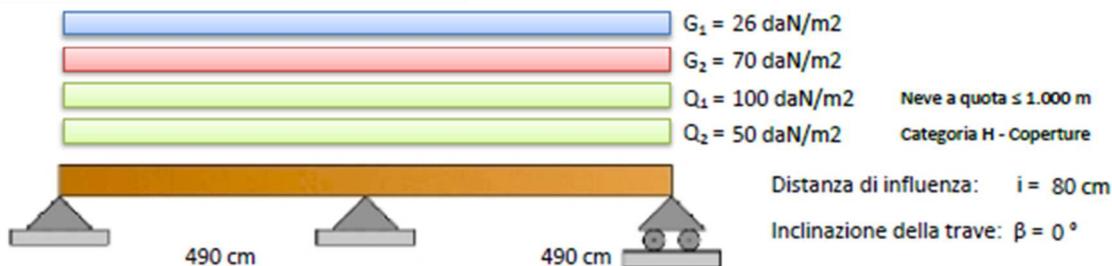
Tipologia del legname: Massiccio - C24 - Conifera - UNI EN 338:2016

$f_{m,g,k} = 24,0 \text{ MPa}$	$E_{0,g,mean} = 11\,000,0 \text{ MPa}$	$G_{g,mean} = 690,0 \text{ MPa}$
$f_{v,g,k} = 4,0 \text{ MPa}$	$E_{0,g,05} = 7\,400,0 \text{ MPa}$	$G_{g,05} = 464,2 \text{ MPa}$
$\rho_{g,k} = 350,0 \text{ kg/mc}$	$E_{90,g,mean} = 370,0 \text{ MPa}$	$\rho_{g,mean} = 420,0 \text{ kg/mc}$

#### CLASSE DI SERVIZIO E DI DURATA – COEFFICIENTE DI SICUREZZA

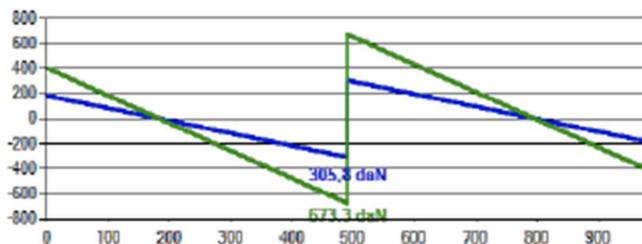
Classe di servizio: Classe di servizio 2 (ambiente umido)	$k_{ser} = 0,8$
Classe di durata del carico permanente: Permanente (più di 10 anni)	$k_{mod,G} = 0,6$
Classe di durata del carico variabile: Breve durata (meno di 1 settimana)	$k_{mod,Q} = 0,9$
Coefficiente moltiplicativo del carico permanente G2:	$\gamma_{G2} = 1,0 \div 1,3$
Coefficiente di sicurezza del materiale: no produzioni continuative	$\gamma_M = 1,5$

#### COMBINAZIONE DEI CARICHI – SOLLECITAZIONI



#### SOLLECITAZIONI IN CONDIZIONE I

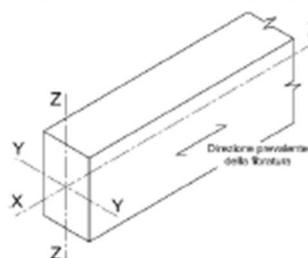
Carico momento max =  $99,8 \div 99,8 \text{ daN/m}$   
 Momento max =  $299,6 \text{ daN m}$   
 Posizione momento max =  $490,0 \text{ cm}$   
 Carico taglio max =  $99,8 \div 99,8 \text{ daN/m}$   
 Taglio max =  $305,8 \text{ daN}$   
 Posizione taglio max =  $490,0 \text{ cm}$



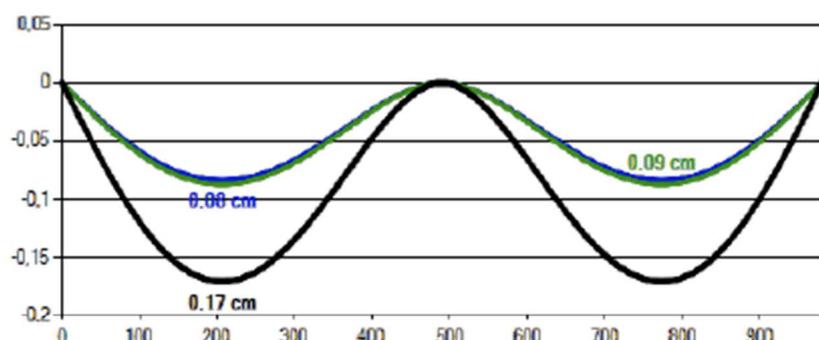
#### SOLLECITAZIONI IN CONDIZIONE II

Carico momento max =  $219,8 \div 219,8 \text{ daN/m}$   
 Momento max =  $659,8 \text{ daN m}$   
 Posizione momento max =  $490,0 \text{ cm}$   
 Carico taglio max =  $219,8 \div 219,8 \text{ daN/m}$   
 Taglio max =  $673,3 \text{ daN}$   
 Posizione taglio max =  $490,0 \text{ cm}$

### SEZIONE TRAVE – DEFORMAZIONI



Area della sezione:  $A = 500,0 \text{ cm}^2$   
 Modulo di resistenza, YY:  $W_{yy} = 2\,083,3 \text{ cm}^3$   
 Modulo di resistenza, ZZ:  $W_{zz} = 1\,666,7 \text{ cm}^3$   
 Momento di inerzia, YY:  $J_{yy} = 26\,041,7 \text{ cm}^4$   
 Momento di inerzia, ZZ:  $J_{zz} = 16\,666,7 \text{ cm}^4$   
 Rotazione della sezione:  $\alpha = 0^\circ$



$w_{ist,G} = 0,08 \text{ cm}$   
 $w_{ist,Q} = 0,09 \text{ cm}$   
 $w_{ist} = 0,17 \text{ cm}$   
 $w_{in,Q} = 0,00 \text{ cm}$   
 $w_{in} = 0,08 \text{ cm}$   
 $w_{creep} = 0,07 \text{ cm}$   
 $w_c = 0,00 \text{ cm}$   
 $w_{net,fin} = 0,24 \text{ cm}$   
 $w_{fin} = 0,24 \text{ cm}$

### VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

Momento sollecitante:  $M_{ed,I} \div k_{mod,G} < M_{ed,II} \div k_{mod,Q} \rightarrow$  Condizione più gravosa: II  $\rightarrow M_{ed} = 659,8 \text{ daN m}$

Tensioni di progetto:  $\sigma_{m,y,d} = 31,7 \text{ daN/cm}^2$   $\sigma_{m,z,d} = 0,0 \text{ daN/cm}^2$

Coefficienti moltiplicativi resistenze:  $k_{h,H} = 1,000$   $k_{h,B} = 1,000$

Resistenze di progetto:  $f_{m,y,d} = 144,0 \text{ daN/cm}^2$   $f_{m,z,d} = 144,0 \text{ daN/cm}^2$

Altri coefficienti:  $k_m = 0,7$   $k_{crit,m} = 1,000$

Taglio sollecitante:  $V_{ed,I} \div k_{mod,G} < V_{ed,II} \div k_{mod,Q} \rightarrow$  Condizione più gravosa: II  $\rightarrow V_{ed} = 673,3 \text{ daN}$

Tensione e resistenza di progetto:  $\tau_d = 3,0 \text{ daN/cm}^2$   $f_{v,d} = 24,0 \text{ daN/cm}^2$

Coefficienti di combinazione:  $\psi_{01}=0,5$  -  $\psi_{11}=0,2$  -  $\psi_{21}=0$  -  $\psi_{02}=0$  -  $\psi_{12}=0$  -  $\psi_{22}=0$

Posizione di applicazione del carico: Carico applicato nel baricentro o nell'asse della trave

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO		VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO	
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	0,22 < 1,00	$w_{ist} \leq L / 300$	0,17 cm < 1,63 cm
$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	0,15 < 1,00	$w_{net,fin} \leq L / 250$	0,24 cm < 1,96 cm
$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$	0,22 < 1,00	$w_{fin} \leq L / 150$	0,24 cm < 3,27 cm
$\tau_d \leq f_{v,d}$	3,01 < 24,00		

## 12.9.2 Travi Secondarie in legno a sbalzo su esterno – sezione 20x25

### CLASSE DI RESISTENZA – INFORMAZIONI SUL LEGNAME

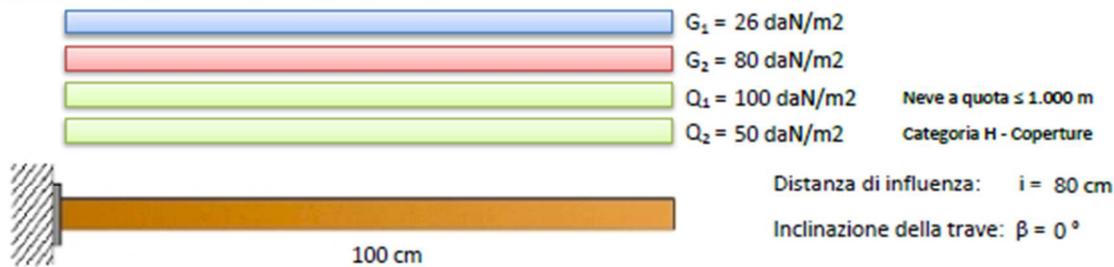
Tipologia del legname: Lamellare omogeneo - GL 24h - UNI EN 14080:2013

$f_{m,g,k} = 24,0 \text{ MPa}$	$E_{0,g,mean} = 11\,500,0 \text{ MPa}$	$G_{g,mean} = 650,0 \text{ MPa}$
$f_{v,g,k} = 3,5 \text{ MPa}$	$E_{0,g,05} = 9\,600,0 \text{ MPa}$	$G_{g,05} = 540,0 \text{ MPa}$
$\rho_{g,k} = 385,0 \text{ kg/mc}$	$E_{90,g,mean} = 300,0 \text{ MPa}$	$\rho_{g,mean} = 420,0 \text{ kg/mc}$

### CLASSE DI SERVIZIO E DI DURATA – COEFFICIENTE DI SICUREZZA

Classe di servizio: Classe di servizio 2 (ambiente umido)	$k_{def} = 0,8$
Classe di durata del carico permanente: Permanente (più di 10 anni)	$k_{mod,G} = 0,6$
Classe di durata del carico variabile: Breve durata (meno di 1 settimana)	$k_{mod,Q} = 0,9$
Coefficiente moltiplicativo del carico permanente G2:	$\gamma_{G2} = 1,0 \div 1,3$
Coefficiente di sicurezza del materiale: no produzioni continuative	$\gamma_M = 1,45$

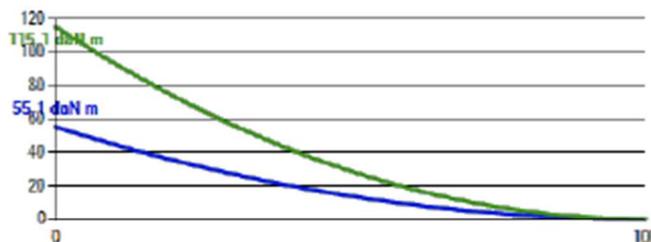
### COMBINAZIONE DEI CARICHI – SOLLECITAZIONI



#### SOLLECITAZIONI IN CONDIZIONE I

Carico momento max =  $110,2 \text{ daN/m}$   
 Momento max =  $55,1 \text{ daN m}$   
 Posizione momento max =  $0,0 \text{ cm}$

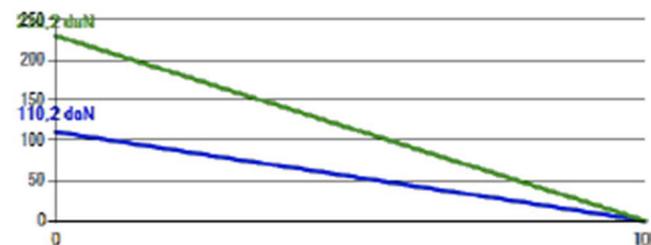
Carico taglio max =  $110,2 \text{ daN/m}$   
 Taglio max =  $110,2 \text{ daN}$   
 Posizione taglio max =  $0,0 \text{ cm}$



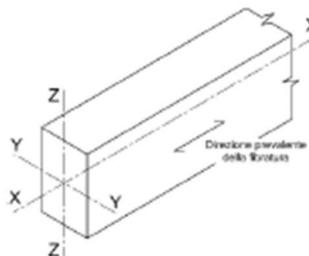
#### SOLLECITAZIONI IN CONDIZIONE II

Carico momento max =  $230,2 \text{ daN/m}$   
 Momento max =  $115,1 \text{ daN m}$   
 Posizione momento max =  $0,0 \text{ cm}$

Carico taglio max =  $230,2 \text{ daN/m}$   
 Taglio max =  $230,2 \text{ daN}$   
 Posizione taglio max =  $0,0 \text{ cm}$



### SEZIONE TRAVE – DEFORMAZIONI

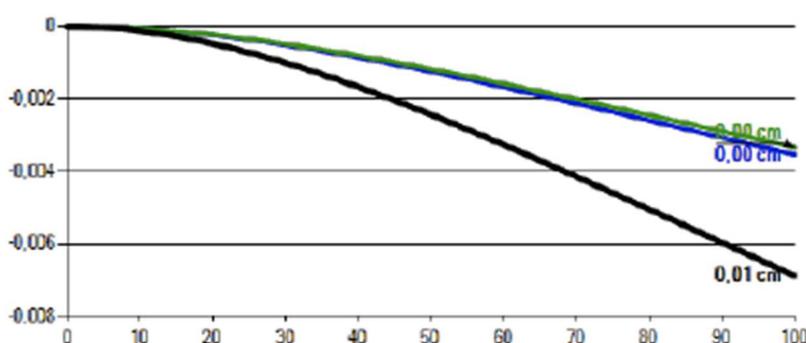


Area della sezione:  $A = 500,0 \text{ cm}^2$   
 Modulo di resistenza, YY:  $W_{yy} = 2\,083,3 \text{ cm}^3$   
 Modulo di resistenza, ZZ:  $W_{zz} = 1\,666,7 \text{ cm}^3$   
 Momento di inerzia, YY:  $J_{yy} = 26\,041,7 \text{ cm}^4$   
 Momento di inerzia, ZZ:  $J_{zz} = 16\,666,7 \text{ cm}^4$   
 Rotazione della sezione:  $\alpha = 0^\circ$



H=25 cm

B=20 cm



$w_{ist,G} = 0,00 \text{ cm}$   
 $w_{ist,Q} = 0,00 \text{ cm}$   
 $w_{ist} = 0,01 \text{ cm}$   
 $w_{in,Q} = 0,00 \text{ cm}$   
 $w_{in} = 0,00 \text{ cm}$   
 $w_{creep} = 0,00 \text{ cm}$   
 $w_c = 0,00 \text{ cm}$   
 $w_{net,fin} = 0,01 \text{ cm}$   
 $w_{fin} = 0,01 \text{ cm}$

### VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

Momento sollecitante:  $M_{ed,I} \div k_{mod,G} < M_{ed,II} \div k_{mod,Q} \rightarrow$  Condizione più gravosa: II  $\rightarrow M_{ed} = 115,1 \text{ daN m}$

Tensioni di progetto:  $\sigma_{m,y,d} = 5,5 \text{ daN/cm}^2$        $\sigma_{m,z,d} = 0,0 \text{ daN/cm}^2$

Coefficienti moltiplicativi resistenze:  $k_{n,H} = 1,091$        $k_{n,B} = 1,100$

Resistenze di progetto:  $f_{m,y,d} = 162,6 \text{ daN/cm}^2$        $f_{m,z,d} = 163,9 \text{ daN/cm}^2$

Altri coefficienti:  $k_m = 0,7$        $k_{crit,m} = 1,000$

Taglio sollecitante:  $V_{ed,I} \div k_{mod,G} < V_{ed,II} \div k_{mod,Q} \rightarrow$  Condizione più gravosa: II  $\rightarrow V_{ed} = 230,2 \text{ daN}$

Tensione e resistenza di progetto:  $\tau_d = 1,0 \text{ daN/cm}^2$        $f_{v,d} = 21,7 \text{ daN/cm}^2$

Coefficienti di combinazione:  $\psi_{01}=0,5$  -  $\psi_{11}=0,2$  -  $\psi_{21}=0$  -  $\psi_{02}=0$  -  $\psi_{12}=0$  -  $\psi_{22}=0$

Posizione di applicazione del carico: Carico applicato nel baricentro o nell'asse della trave

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO		VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO	
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	0,03 < 1,00	$w_{ist} \leq L / 300$	0,01 cm < 0,67 cm
$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	0,02 < 1,00	$w_{net,fin} \leq L / 250$	0,01 cm < 0,80 cm
$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$	0,03 < 1,00	$w_{fin} \leq L / 150$	0,01 cm < 1,33 cm
$\tau_d \leq f_{v,d}$	1,03 < 21,72		

## 12.9.3 Trave Principale centrale in legno – sezione 20x64

### 12.9.3.1 Verifiche di Resistenza

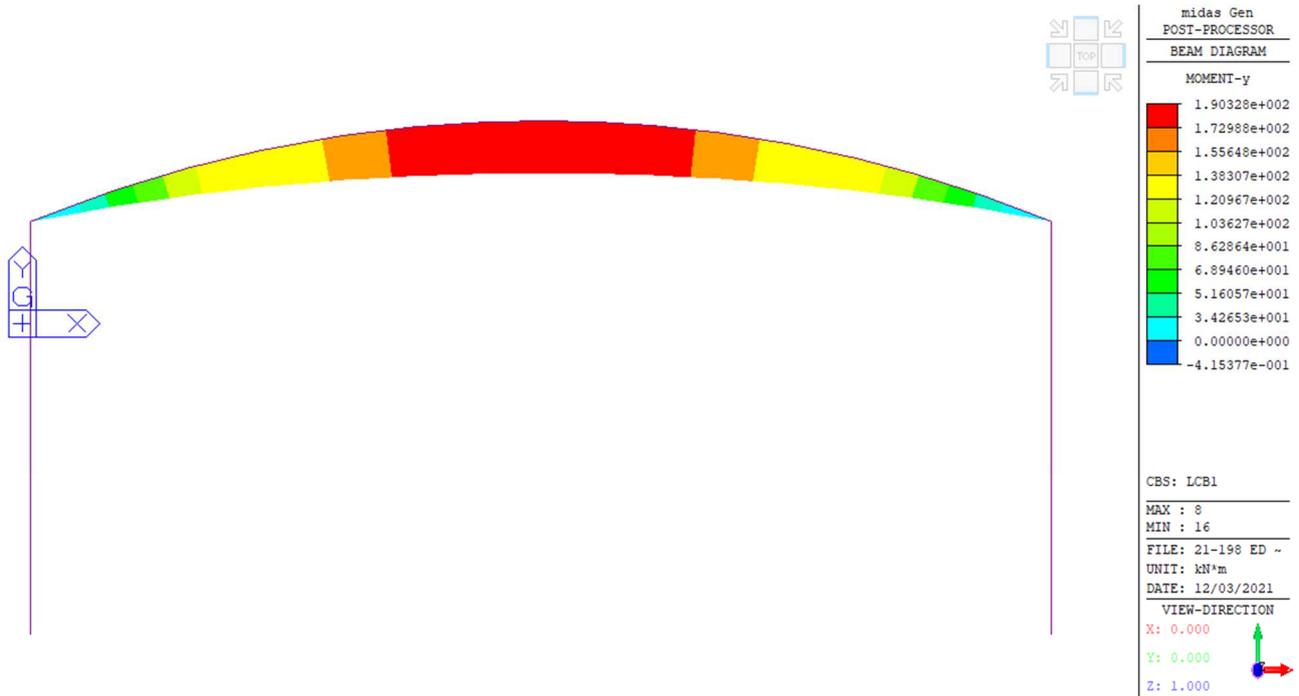


Figura 12-12: Momento flettente massimo trave centrale in legno lamellare allo SLU [kNm]

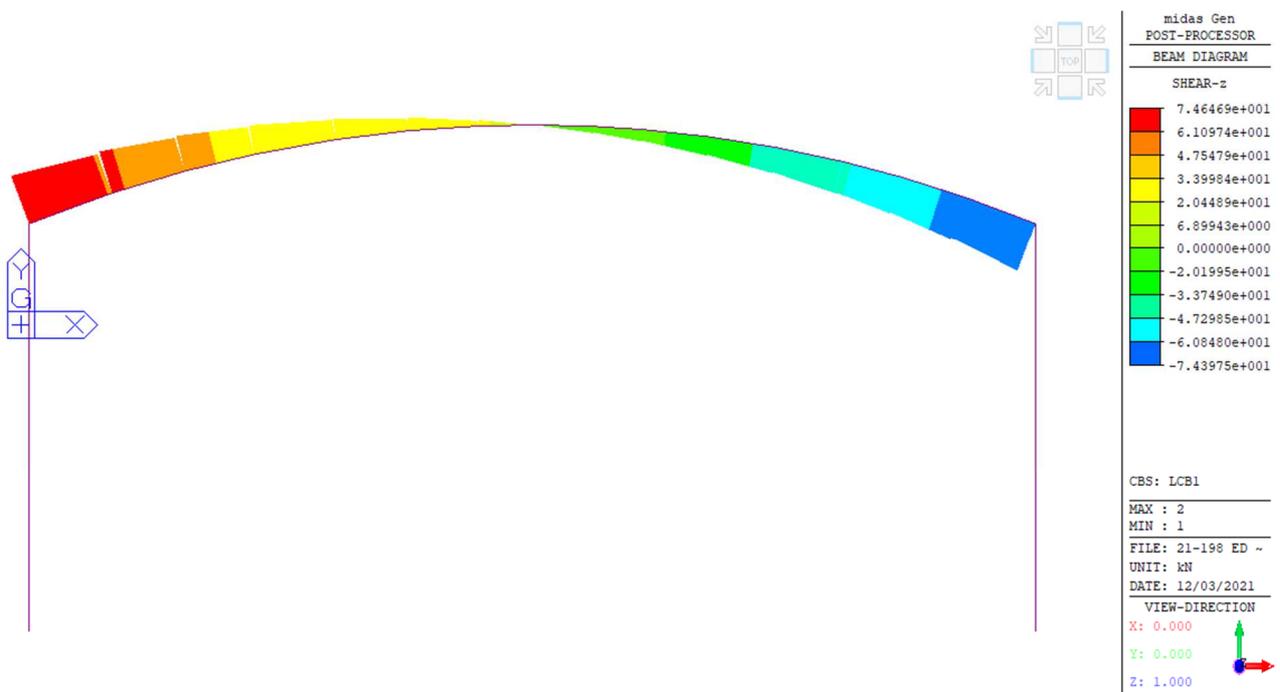


Figura 12-13: Taglio massimo trave centrale in legno lamellare allo SLU [kN]

Classe di durata del carico		Permanente					
		> 10 anni [peso proprio e carichi non rimovibili]					
Classe di servizio		2	65% < UR < 85%		k <sub>mod</sub>	0,6	
Tipologia		Legno lamellare incollato			γ <sub>m</sub>	1,45	
Sezione Rettagonolare	H [cm]	64,0	A [cm <sup>2</sup> ]	J <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	J <sub>z</sub> [cm <sup>4</sup> ]	W <sub>y</sub> [cm <sup>3</sup> ]	W <sub>z</sub> [cm <sup>3</sup> ]
	B [cm]	20,0	1280	436907	42667	13653	4267
Valori caratteristici del materiale					GL24h		
Proprietà di Resistenza [N/mm <sup>2</sup> ]				Proprietà di modulo elastico [N/mm <sup>2</sup> ]			
Flessione*		f <sub>m,k</sub>	24,00	parallelo medio		E <sub>0,m</sub>	11600
Trazione parallela*		f <sub>t,0,k</sub>	16,50	parallelo caratteristico		E <sub>0,05</sub>	9400
Trazione perpendicolare		f <sub>t,90,k</sub>	0,40	perpendicolare medio		E <sub>90,m</sub>	390
Compressione parallela		f <sub>c,0,k</sub>	24,00	tangenziale medio		G <sub>m</sub>	720
Compressione perpendicolare		f <sub>c,90,k</sub>	2,70	Massa volumica [kg/m <sup>3</sup> ]			
Taglio		f <sub>v,k</sub>	2,70	caratteristica		ρ <sub>k</sub>	380
Considero k <sub>h</sub> ?	NO	k <sub>h,fless,y</sub>	1,00	k <sub>h,fless,z</sub>	1,00	k <sub>h,traz</sub>	1,00
Il coefficiente k <sub>h</sub> incrementa i valori caratteristici di flessione e trazione parallela							
Stati limite ultimi							
Sollecitazioni [kN,kNm]							
N <sub>d</sub>	0,00	kN					
T <sub>z,d</sub>	31,00	kN					
T <sub>y,d</sub>	0,00	kN					
M <sub>y,d</sub>	80,00	kNm					
M <sub>z,d</sub>	0,00	kNm					
M <sub>t,d</sub>	0,00	kNm					
Verifiche di resistenza							
Trazione parallela alla fibratura				Verifica non necessaria			
Trazione perpendicolare alla fibratura				Da sviluppare			
Compressione parallela alla fibratura				Verifica non necessaria			
Compressione perpendicolare alla fibratura				Da sviluppare			
Compressione inclinata rispetto alla fibratura				Da sviluppare			
Flessione				La sezione è verificata			
σ <sub>m,y,d</sub>	5,86	N/mm <sup>2</sup>		σ <sub>m,z,d</sub>	0,00	N/mm <sup>2</sup>	
f <sub>m,y,d</sub>	9,93	N/mm <sup>2</sup>		f <sub>m,z,d</sub>	9,93	N/mm <sup>2</sup>	
k <sub>m</sub>	0,70						
σ <sub>m,y,d</sub> / f <sub>m,y,d</sub> + k <sub>m</sub> σ <sub>m,z,d</sub> / f <sub>m,z,d</sub>				0,59	<	1	
k <sub>m</sub> σ <sub>m,y,d</sub> / f <sub>m,y,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> / f <sub>m,z,d</sub>				0,41	<	1	
Tensoflessione				Verifica non necessaria			
Pressoflessione				Verifica non necessaria			
Taglio				La sezione è verificata			
τ <sub>d</sub>	0,36	N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	1,12	N/mm <sup>2</sup>	

Classe di durata del carico		Breve durata					
		meno di 1 settimana [neve a bassa quota]					
Classe di servizio		2	65% < UR < 85%	$k_{mod}$	0,9		
Tipologia		Legno lamellare incollato		$\gamma_m$	1,45		
Sezione Rettagonolare	H [cm]	64,0	A [cm <sup>2</sup> ]	$J_y$ [cm <sup>4</sup> ]	$J_z$ [cm <sup>4</sup> ]	$W_y$ [cm <sup>3</sup> ]	$W_z$ [cm <sup>3</sup> ]
	B [cm]	20,0	1280	436907	42667	13653	4267
Valori caratteristici del materiale					GL24h		
Proprietà di Resistenza [N/mm <sup>2</sup> ]				Proprietà di modulo elastico [N/mm <sup>2</sup> ]			
Flessione*		$f_{m,k}$	24,00	parallelo medio		$E_{0,m}$	11600
Trazione parallela*		$f_{t,0,k}$	16,50	parallelo caratteristico		$E_{0,05}$	9400
Trazione perpendicolare		$f_{t,90,k}$	0,40	perpendicolare medio		$E_{90,m}$	390
Compressione parallela		$f_{c,0,k}$	24,00	tangenziale medio		$G_m$	720
Compressione perpendicolare		$f_{c,90,k}$	2,70	Massa volumica [kg/m <sup>3</sup> ]			
Taglio		$f_{v,k}$	2,70	caratteristica		$\rho_k$	380
Considero $k_h$ ?	NO	$k_{h,fless,y}$	1,00	$k_{h,fless,z}$	1,00	$k_{h,traz}$	1,00
Il coefficiente $k_h$ incrementa i valori caratteristici di flessione e trazione parallela							
Stati limite ultimi							
Sollecitazioni [kN,kNm]							
$N_d$	0,00	kN					
$T_{z,d}$	30,00	kN					
$T_{y,d}$	0,00	kN					
$M_{y,d}$	79,00	kNm					
$M_{z,d}$	0,00	kNm					
$M_{t,d}$	0,00	kNm					
Verifiche di resistenza							
Trazione parallela alla fibratura				Verifica non necessaria			
Trazione perpendicolare alla fibratura				Da sviluppare			
Compressione parallela alla fibratura				Verifica non necessaria			
Compressione perpendicolare alla fibratura				Da sviluppare			
Compressione inclinata rispetto alla fibratura				Da sviluppare			
Flessione				La sezione è verificata			
$\sigma_{m,y,d}$	5,79	N/mm <sup>2</sup>		$\sigma_{m,z,d}$	0,00	N/mm <sup>2</sup>	
$f_{m,y,d}$	14,90	N/mm <sup>2</sup>		$f_{m,z,d}$	14,90	N/mm <sup>2</sup>	
$k_m$	0,70						
$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$				0,39	<	1	
$k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$				0,27	<	1	
Tensoflessione				Verifica non necessaria			
Pressoflessione				Verifica non necessaria			
Taglio				La sezione è verificata			
$\tau_d$	0,35	N/mm <sup>2</sup>	<	$f_{v,d}$	1,68	N/mm <sup>2</sup>	

Verifica allo SLU:			
<b>Sollecitazioni SLU - Carichi Permanenti:</b>			
Mmezz =	kgm	80 kNm	CS 0,59
Mapp =	kgm	kNm	
Vmezz =	kg	kN	0,32
Vapp =	kg	31 kN	
<b>Sollecitazioni SLU - Carichi Accidentali:</b>			
Mmezz =	kgm	79 kNm	CS 0,39
Mapp =	kgm	kNm	
Vmezz =	kg	kN	0,21
Vapp =	kg	30 kN	
CS Complessivo M mezzeria			0,980 OK
CS Complessivo V Appoggi			0,530 OK

La verifica risulta quindi soddisfatta.

### 12.9.3.2 Verifiche di Deformabilità

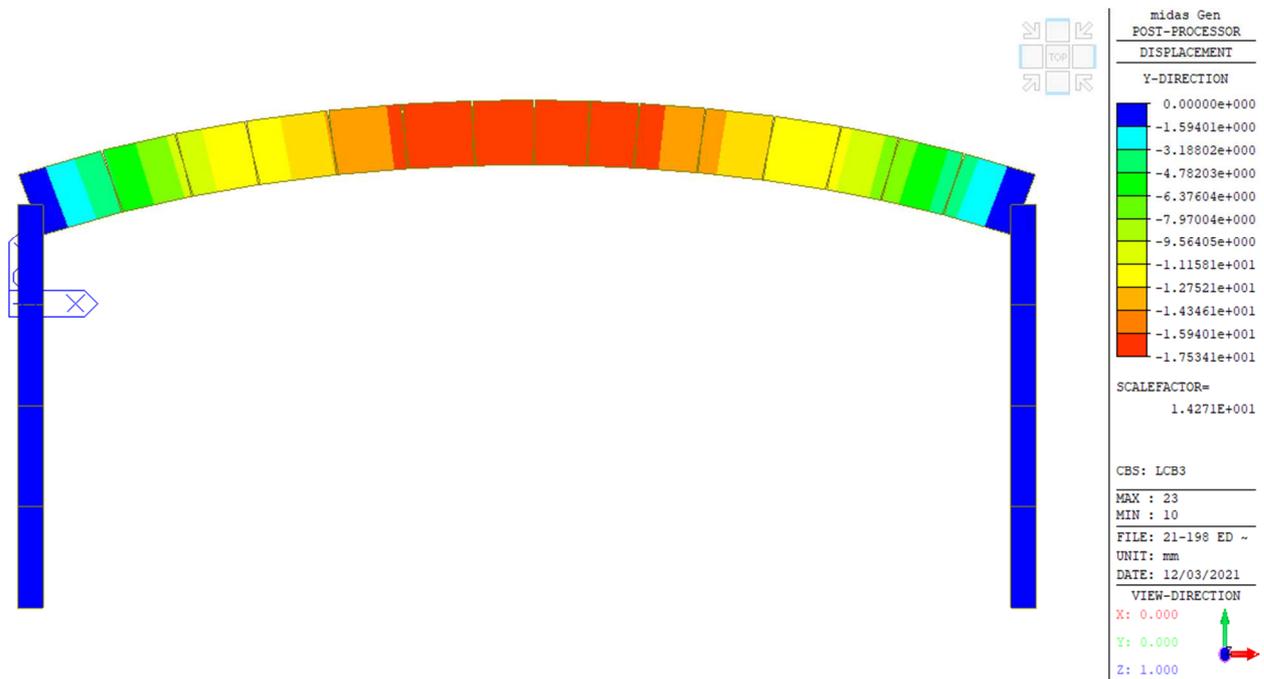


Figura 12-14: Abbassamento Massimo trave centrale in legno lamellare allo SLE [mm]

Freccia limite:

$$f_{limite} = \frac{L}{300} = \frac{973}{300} = 3.24 \text{ cm} = 32,4 \text{ mm}$$

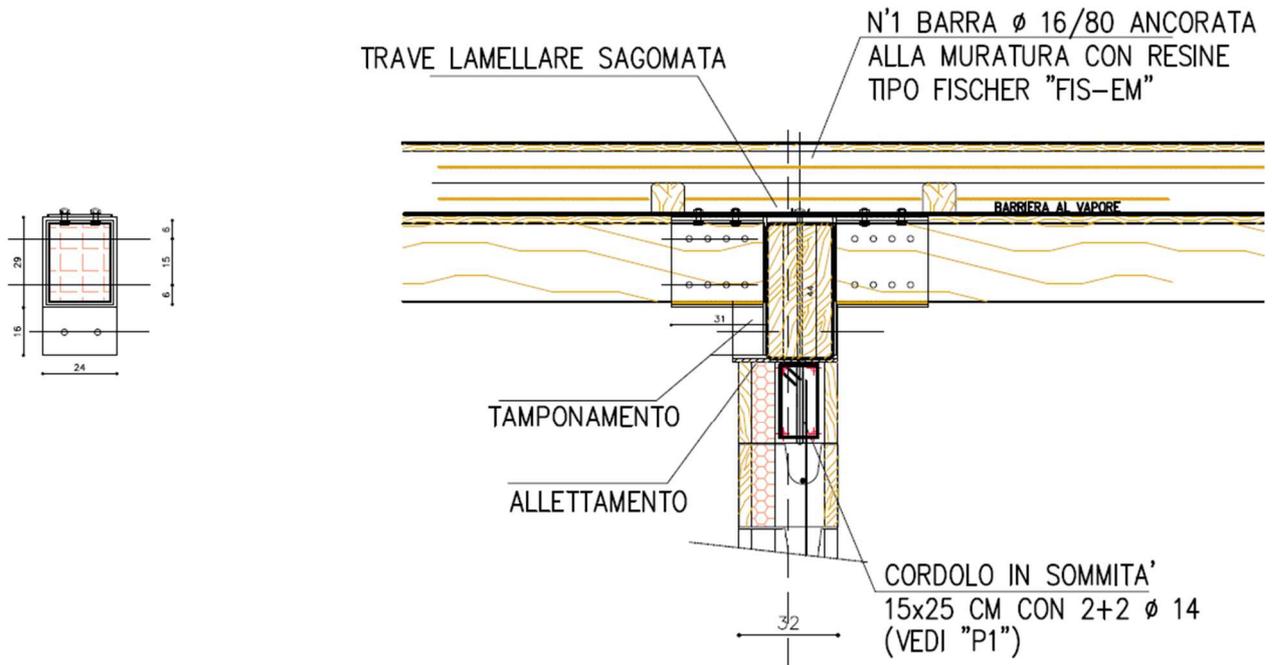
Freccia massima allo SLE:

$$f_{max} = 17,6 \text{ mm}$$

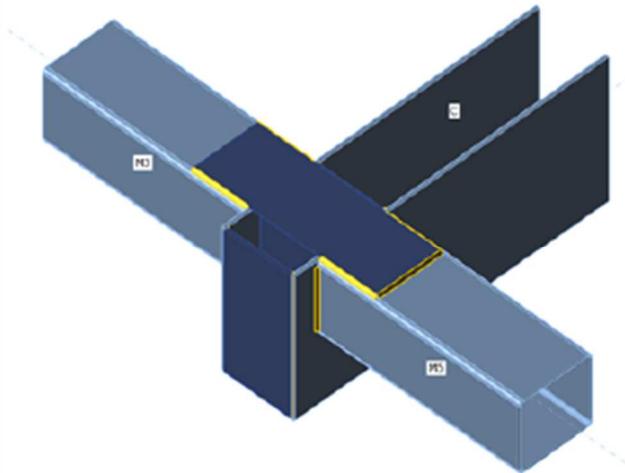
La verifica risulta quindi soddisfatta.

## 12.10 Verifica Nodi di Collegamento per travi in legno

Si verifica il nodo legno-acciaio della trave in legno a sbalzo su prospetto esterno.



### 12.10.1 Verifica Piastre e saldature in acciaio



Effetti del carico (equilibrio non richiesto)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE2	M3	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0
	M5	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0

## Verifica

### Riassunto

Nome	Valore	Stato
Analisi	100,0%	OK
Piastre	0,2 < 5%	OK
Saldature	98,3 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	

### Piastre

Nome	Spessore [mm]	Carichi	$\sigma_{Ed}$ [MPa]	$\epsilon_{pI}$ [%]	Stato
C-bfl 1	10,0	LE2	146,2	0,0	OK
C-tfl 1	10,0	LE2	146,0	0,0	OK
C-w 1	10,0	LE2	9,0	0,0	OK
M3	5,0	LE2	284,3	0,0	OK
M5	5,0	LE2	283,7	0,0	OK
STIFF1	10,0	LE2	327,8	0,0	OK
RIN2	10,0	LE2	355,1	0,0	OK
RIN3	10,0	LE2	355,3	0,2	OK
GNT1	5,0	LE2	151,3	0,0	OK

### Dati Progetto

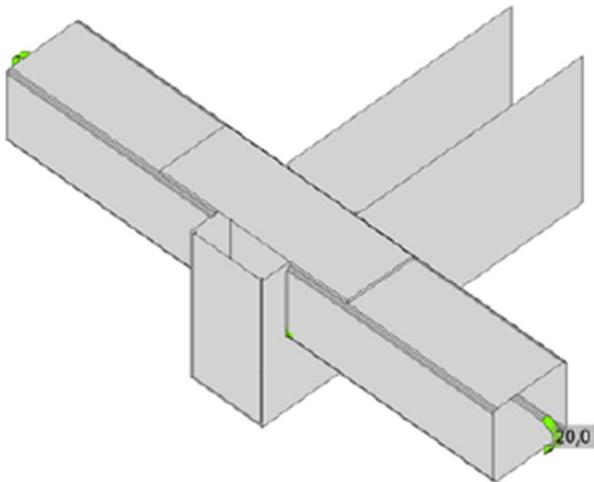
Materiale	$f_y$ [MPa]	$\epsilon_{lim}$ [%]
S 355	355,0	5,0

### Spiegazione dei simboli

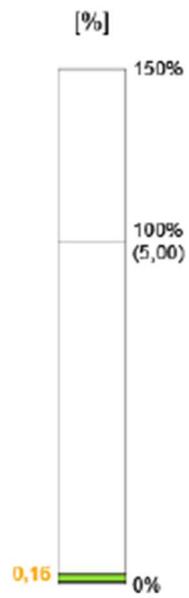
$\epsilon_{pI}$	Deformazione
$\sigma_{Ed}$	Tensione Eq.
$f_y$	Tensione di snervamento
$\epsilon_{lim}$	Limite di deformazione plastica

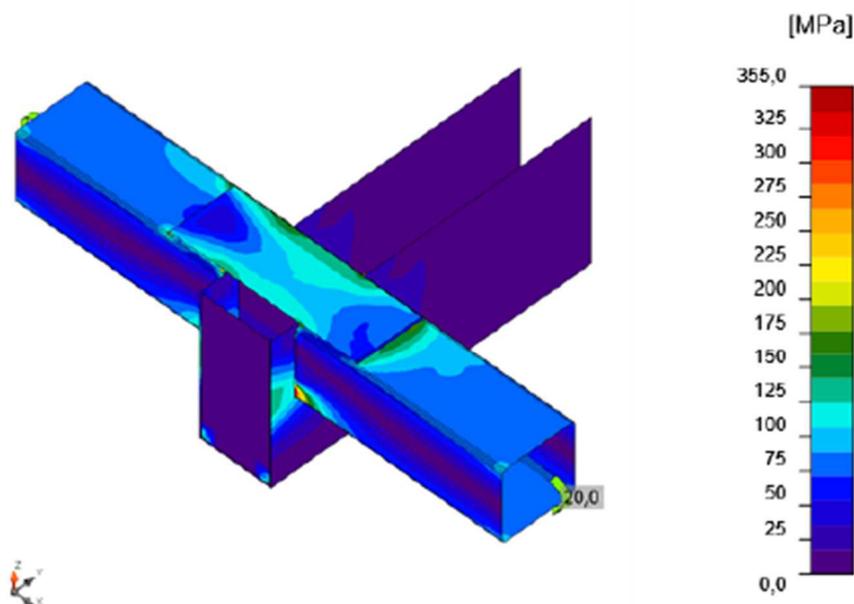


Verifica globale, LE2



Verifica deformazione, LE2





Sforzo equivalente , LE2

#### Saldature (Ridistribuzione plastica)

Elemento	Bordo	Spess.gola [mm]	Lunghezza [mm]	Carichi	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	$\epsilon_{pl}$ [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	Ut [%]	Ut <sub>c</sub> [%]	Stato
C-bfl 1	STIFF1	▲3,0	390	LE2	94,5	0,0	-86,2	1,9	22,3	24,4	10,1	OK
C-w 1	STIFF1	▲3,0	180	LE2	2,5	0,0	0,1	1,4	-0,2	0,6	0,5	OK
C-tfl 1	STIFF1	▲3,0	390	LE2	94,2	0,0	-85,9	-2,1	22,2	24,4	10,1	OK
C-bfl 1	RIN2	▲3,0	390	LE2	200,4	0,0	-41,7	3,8	-113,1	46,0	17,7	OK
C-w 1	RIN2	▲3,0	180	LE2	8,5	0,0	0,2	-4,8	-0,6	1,9	1,5	OK
C-tfl 1	RIN2	▲3,0	390	LE2	199,9	0,0	-41,7	-3,9	-112,8	45,9	17,7	OK
C-bfl 1	RIN3	▲3,0	390	LE2	409,1	0,0	-226,5	47,3	-191,0	93,9	34,1	OK
C-w 1	RIN3	▲3,0	180	LE2	15,5	0,0	-0,7	-8,9	1,1	3,6	2,5	OK
C-tfl 1	RIN3	▲3,0	390	LE2	407,9	0,0	-225,8	-47,3	-190,3	93,6	34,1	OK
M5-w 3	GNT1	▲5,0	150	LE2	170,5	0,0	-33,7	88,4	-38,8	39,1	18,0	OK
M5-w 3	GNT1	▲5,0	175	LE2	69,6	0,0	28,8	-5,5	36,2	16,0	13,4	OK
M5-w 3	GNT1	▲5,0	150	LE2	170,1	0,0	-29,1	-86,8	-42,7	39,1	17,3	OK
M3-w 3	GNT1	▲5,0	150	LE2	208,6	0,0	-43,7	-106,1	-51,0	47,9	27,6	OK
M3-w 3	GNT1	▲5,0	150	LE2	206,1	0,0	-38,4	-103,9	53,7	47,3	26,0	OK
C-bfl 1	M3	▲5,0	175	LE2	427,8	0,5	-220,0	3,6	211,8	98,2	28,0	OK
C-bfl 1	M3	▲5,0	175	LE2	428,4	0,9	-262,5	-19,9	194,4	98,3	40,1	OK
C-tfl 1	M5	▲5,0	175	LE2	427,8	0,5	-219,3	-2,7	212,0	98,2	27,9	OK
C-tfl 1	M5	▲5,0	175	LE2	428,3	0,9	-262,1	19,2	194,7	98,3	40,2	OK

**Dati Progetto**

	$\beta_w$ [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	$0.9 \sigma$ [MPa]
S 355	0,90	435,8	352,8

**Spiegazione dei simboli**

$\epsilon_{pl}$	Deformazione
$\sigma_{w,Ed}$	Sforzo equivalente
$\sigma_{w,Rd}$	Verifica tensione equivalente
$\sigma_{\perp}$	Tensione perpendicolare
$\tau_{\parallel}$	Sforzo di taglio parallelo all'asse della saldatura
$\tau_{\perp}$	Sforzo di taglio perpendicolare all'asse della saldatura
$0.9 \sigma$	Resistenza allo sforzo perpendicolare - $0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$
$\beta_w$	Fattore di Correlazione EN 1993-1-8 tab. 4.1
Ut	Utilizzo
Utc	Utilizzo della capacità della saldatura

**Stabilità**

Analisi stabilità non calcolata.

**Impostazioni codice**

Elemento	Valore	Unità	Riferimento
Y <sub>M0</sub>	1,00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Y <sub>M1</sub>	1,00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Y <sub>M2</sub>	1,25	-	EN 1993-1-1: 6.1
Y <sub>M3</sub>	1,25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Y <sub>C</sub>	1,50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Y <sub>inst</sub>	1,20	-	ETAG 001-C: 3.2.1
Coefficiente unione $\beta_j$	0,67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Area utile - influenza della dimensione della mesh	0,10	-	
Coefficiente di attrito - calcestruzzo	0,25	-	EN 1993-1-8
Coefficiente di attrito in resistenza all'attrito	0,30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Deformazione plastica limite	0,05	-	EN 1993-1-5
Valutazione della tensione nella saldatura	Ridistribuzione plastica		
Dettagli costruttivi	No		
Distanza tra i bulloni [d]	2,20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Distanza tra i bulloni e il bordo [d]	1,20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Resistenza ad estrazione del calcestruzzo	Si		ETAG 001-C
Usa il valore di $\sigma_b$ calcolato nella verifica a rifollamento	Si		EN 1993-1-8: tab 3.4
Calcestruzzo fessurato	Si		
Verifica di deformazione locale	No		
Limite di deformazione locale	0,03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Non linearità geometrica (GMNA)	Si		Grandi deformazioni per sezioni cave

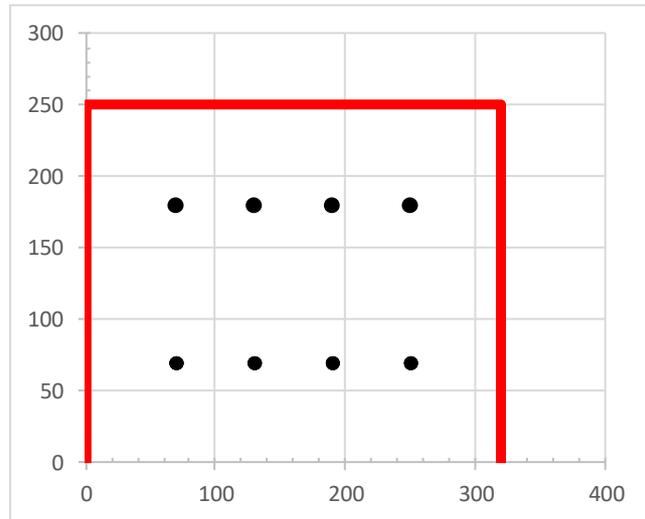
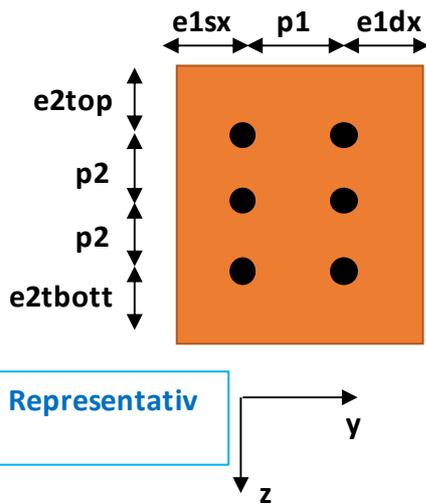
## 12.10.2 Verifica a Rifollamento lato Legno

### Screwed Connection Geometry

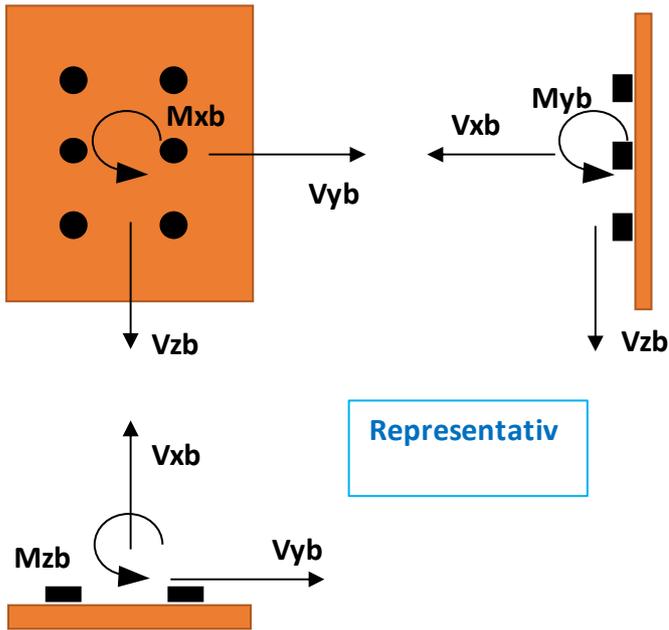
Bottom Metal Sheet of L Profile

$n^{\circ}by =$	4	-	: Number of Bolts, Direction Y
$n^{\circ}bz =$	2	-	: Number of Bolts, Direction Z
$n^{\circ}b =$	8	-	: Total Number of Bolts
$e1sx =$	70	mm	: Distance between extremely left bolt from left side
$p1 =$	60	mm	: Distance between Bolts along Y Direction
$e1dx =$	70	mm	: Distance between extremely right bolt from right side
$e2top =$	70	mm	: Distance between higher bolt from top side
$p2 =$	110	mm	: Distance between Bolts along Y Direction
$e2bott =$	70	mm	: Distance between lower bolt from bottom side
$t =$	6	mm	: Metal Sheet Thickness
$Ly =$	320	mm	: Y Dimension of the Metal Sheet
$Lz =$	250	mm	: Z Dimension of the Metal Sheet
$db =$	12	mm	: Bolts Diameter
$d0 =$	13	mm	: Bolt Hole Diameter
$Ares,M12 =$	84	mm <sup>2</sup>	: Bolt Resistant Area

Real Scheme



## Stresses on Bolted Connection



### Screwed Connection Stresses

$V_{xb} = 0,00$  daN  
 $V_{yb} = 0,00$  daN  
 $V_{zb} = 231,00$  daN

$M_{xb} = 115,00$  daNm  
 $M_{yb} = 0,00$  daNm  
 $M_{zb} = 0,00$  daNm

### Geom. Data Already Defined

$n^{\circ}b_y = 4$  -  
 $n^{\circ}b_z = 2$  -  
 $n^{\circ}b = 8$  -  
 $p_1 = 0,04$  m  
 $p_2 = 0,11$  m  
 $e_{1,min} = 60$  mm  
 $e_{2,min} = 70$  mm  
 $t = 6$  mm  
 $db = 12$  mm  
 $A_{res,M12} = 84$  mm<sup>2</sup>

## Maximum Stresses on a Single Screw/Bolt

$r_{,part1} = 0,04$  -  
 $r_{,part2} = 0,055$  -  
 $r_{,mean} = 0,0475$  mm : Mean Arm of Bolts by the Bolted Connection Center

$V_{xbb,ma} = 0$  daN : Maximum  $V_x$  (traction) on a Single Screw  
 $V_{ybb,ma} = 302,63158$  daN : Maximum  $V_y$  on a Single Screw  
 $V_{zbb,ma} = 331,507$  daN : Maximum  $V_z$  on a Single Screw

### Check of Bearing Capacity of a Single Connector (8.15 - EC5)

$\rho_k =$	420 kg/m <sup>3</sup>	: Density of Timber	
$d =$	12 mm	: Screw Diameter	
$f_{h,k} =$	30,3072 Mpa	: Bearing Resistance of the Timber Beam (8.32 - EC5)	
$\alpha =$	90 °		
$k_{90} =$	1,53 -		
$f_{h,\alpha,t} =$	19,808627 MPa		
$f_u =$	800 Mpa	: Traction Resistance of the Screw	
$d =$	12 mm	: Screw Diameter	
$M_y R_k =$	153490,85 Nmm	: Yielding Moment (8.14 - EC5)	
$d =$	12 mm	: Screw Diameter	
$k_d =$	1 -	: Correction	
$\alpha =$	0 °	: Angle of the Screw axis respect to the Horizontal	
$n_{ef} =$	8	: Number of Screws	
$l_{ef} =$	220 mm	: Penetration Length of the Screw	
$\rho_k =$	420 kg/m <sup>3</sup>	: Density of Timber	
$f_{ax,k} =$	10,984237 Mpa	: Characteristic pull out capacity of the connection $\perp$	
$F_{ax,Rk} =$	193322,57 N	: Charact. pull out capacity of the connection inclined by $\alpha$ (8.38 - EC5) - Valid for $6 < d < 12$	
$t_2 =$	220 mm	: Timber Element Thickness	
$d =$	12 mm	: Screw Diameter	
$F_{v,Rk} =$	min $\left\{ \begin{array}{l} 52294,776 \text{ N} \\ 22641,387 \text{ N} \\ 19647,255 \text{ N} \end{array} \right.$	19647,26 N : Bearing Capacity for each shear plane of each Screw	
$V_{ybb,max}$	302,63158 daN	< 1964,726 daN	OK !
$V_{zbb,max}$	331,50658 daN	< 1964,726 daN	OK !

### Check of Bearing Capacity single bolt (8.1 - EC5)

$F_{v,Rk} =$	1964,7255 daN	: Bearing Capacity for each shear plane of each Screw	
$k_{mod} =$	0,9 -	: coefficiente di correzione (prospetto 3.1 EC5)	
$\gamma_M =$	1,3	: coefficiente parziale del materiale (prospetto 2.3 EC5)	
$F_{vefRk} =$	1360,1946 daN	: Bearing Capacity of a Line of Screws	
$V_{zb} =$	331,51 daN	< 1360,195 daN	OK !
$V_{yb} =$	302,63 daN	< 1360,195 daN	OK !

## 12.11 Verifica di Deformabilità della Struttura

La condizione in termini di rigidezza sulla struttura si ritiene soddisfatta qualora la conseguente deformazione degli elementi strutturali non produca sugli elementi non strutturali danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali, qualora la temporanea inagibilità sia dovuta a spostamenti di interpiano eccessivi, questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti di interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto corrispondente allo SL e alla CU considerati siano inferiori ai limiti indicati nel seguito.

Per le CU I e II ci si riferisce allo *SLD* (v. Tab. 7.3.III) e deve essere:

a) per tamponature collegate rigidamente alla struttura, che interferiscono con la deformabilità della stessa:

$$qd_r \leq 0,0050 \cdot h \quad \text{per tamponature fragili} \quad [7.3.11a]$$

$$qd_r \leq 0,0075 \cdot h \quad \text{per tamponature duttili} \quad [7.3.11b]$$

b) per tamponature progettate in modo da non subire danni a seguito di spostamenti d'interpiano  $d_{rp}$ , per effetto della loro deformabilità intrinseca oppure dei collegamenti alla struttura:

$$qd_r \leq d_{rp} \leq 0,0100 \cdot h \quad [7.3.12]$$

c) per costruzioni con struttura portante di muratura ordinaria

$$qd_r \leq 0,0020 \cdot h \quad [7.3.13]$$

d) per costruzioni con struttura portante di muratura armata

$$qd_r \leq 0,0030 \cdot h \quad [7.3.14]$$

e) per costruzioni con struttura portante di muratura confinata

$$qd_r < 0,0025 \cdot h \quad [7.3.15]$$

dove:

$d_r$  è lo spostamento di interpiano, cioè la differenza tra gli spostamenti del solaio superiore e del solaio inferiore, calcolati, nel caso di analisi lineare, secondo il § 7.3.3.3 o, nel caso di analisi non lineare, secondo il § 7.3.4, sul modello di calcolo non comprensivo delle tamponature,

$h$  è l'altezza del piano.

Per le CU III e IV ci si riferisce allo *SLO* (v. Tab. 7.3.III) e gli spostamenti d'interpiano devono essere inferiori ai 2/3 dei limiti in precedenza indicati.

In caso di coesistenza di diversi tipi di tamponamento o struttura portante nel medesimo piano della costruzione, deve essere assunto il limite di spostamento più restrittivo. Qualora gli spostamenti di interpiano siano superiori a  $0,005 h$  (caso b), le verifiche della capacità di spostamento degli elementi non strutturali vanno estese a tutte le tamponature, alle tramezzature interne ed agli impianti.

**Nodo inferiore:** nodo inferiore.

**I.:** numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.

**Pos.:** coordinate del nodo.

**X:** coordinata X. [m]

**Y:** coordinata Y. [m]

**Z:** coordinata Z. [m]

**Nodo superiore:** nodo superiore.

**I.:** numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.

**Pos.:** coordinate del nodo.

**Z:** coordinata Z. [m]

**Spst. rel.:** spostamento relativo. Il valore è adimensionale.

**Comb.:** combinazione.

**N.b.:** nome breve o compatto della combinazione di carico.

**Spostamento inferiore:** spostamento in pianta del nodo inferiore.

**X:** coordinata X. [m]

**Y:** coordinata Y. [m]

**Spostamento superiore:** spostamento in pianta del nodo superiore.

**X:** coordinata X. [m]

**Y:** coordinata Y. [m]

**S.V.:** si intende non verificato qualora lo spostamento relativo sia superiore al valore limite espresso nelle preferenze di analisi.

Questo capitolo mostra gli spostamenti estremi per ogni interpiano in ognuna delle combinazioni di carico.

Per spostamenti estremi si intendono i primi 5 spostamenti massimi tra tutti gli interpiani che condividono la stessa quota iniziale e la stessa quota finale.

**limite = 0,003333**

Nodo inferiore				Nodo superiore		Spst. rel.	Comb.	Spostamento inferiore		Spostamento superiore		S.V.
I.	Pos.			I.	Pos.			N.b.	X	Y	X	
	X	Y	Z		Z							
57	60.232	10.199	-0.15	1049	3.858	0.000634	SLO 1	0	0	-0.0019	-0.00168	si
56	55.357	10.199	-0.15	1048	3.858	0.000537	SLO 1	0	0	-0.00191	-0.00099	si
55	50.482	10.199	-0.15	1047	3.858	0.000489	SLO 1	0	0	-0.00192	0.00041	si
729	60.232	19.949	-0.15	1063	3.858	0.000413	SLO 1	0	0	-0.00027	-0.00163	si
393	60.232	15.074	-0.15	1086	4.788	0.000404	SLO 1	0	0	-0.0011	-0.00166	si
57	60.232	10.199	-0.15	1049	3.858	0.000634	SLO 2	0	0	-0.0019	-0.00168	si
56	55.357	10.199	-0.15	1048	3.858	0.000537	SLO 2	0	0	-0.00191	-0.00099	si
55	50.482	10.199	-0.15	1047	3.858	0.000489	SLO 2	0	0	-0.00192	0.00041	si
729	60.232	19.949	-0.15	1063	3.858	0.000413	SLO 2	0	0	-0.00027	-0.00163	si
393	60.232	15.074	-0.15	1086	4.788	0.000404	SLO 2	0	0	-0.0011	-0.00166	si
55	50.482	10.199	-0.15	1047	3.858	0.000316	SLO 3	0	0	-0.00103	0.00073	si
57	60.232	10.199	-0.15	1049	3.858	0.000313	SLO 3	0	0	-0.00102	-0.00073	si
56	55.357	10.199	-0.15	1048	3.858	0.000277	SLO 3	0	0	-0.00103	-0.00042	si
716	50.482	19.949	-0.15	1050	3.858	0.00021	SLO 3	0	0	-0.00036	0.00076	si
392	50.482	15.074	-0.15	1084	4.788	0.0002	SLO 3	0	0	-0.00062	0.00077	si
55	50.482	10.199	-0.15	1047	3.858	0.000316	SLO 4	0	0	-0.00103	0.00073	si
57	60.232	10.199	-0.15	1049	3.858	0.000313	SLO 4	0	0	-0.00102	-0.00073	si
56	55.357	10.199	-0.15	1048	3.858	0.000277	SLO 4	0	0	-0.00103	-0.00042	si
716	50.482	19.949	-0.15	1050	3.858	0.00021	SLO 4	0	0	-0.00036	0.00076	si
392	50.482	15.074	-0.15	1084	4.788	0.0002	SLO 4	0	0	-0.00062	0.00077	si

Nodo inferiore				Nodo superiore		Spost. rel.	Comb.	Spostamento inferiore		Spostamento superiore		S.V.	
I.	Pos.			I.	Pos.			N.b.	X	Y	X		Y
	X	Y	Z										
57	60.232	10.199	-0.15	1049	3.858	0.000693	SLO 5	0	0	-0.00206	-0.00186	si	
56	55.357	10.199	-0.15	1048	3.858	0.000586	SLO 5	0	0	-0.00207	-0.00111	si	
55	50.482	10.199	-0.15	1047	3.858	0.000521	SLO 5	0	0	-0.00207	-0.00025	si	
729	60.232	19.949	-0.15	1063	3.858	0.000454	SLO 5	0	0	-0.00008	-0.00182	si	
393	60.232	15.074	-0.15	1086	4.788	0.000444	SLO 5	0	0	-0.00118	-0.00184	si	
57	60.232	10.199	-0.15	1049	3.858	0.000693	SLO 6	0	0	-0.00206	-0.00186	si	
56	55.357	10.199	-0.15	1048	3.858	0.000586	SLO 6	0	0	-0.00207	-0.00111	si	
55	50.482	10.199	-0.15	1047	3.858	0.000521	SLO 6	0	0	-0.00207	-0.00025	si	
729	60.232	19.949	-0.15	1063	3.858	0.000454	SLO 6	0	0	-0.00008	-0.00182	si	
393	60.232	15.074	-0.15	1086	4.788	0.000444	SLO 6	0	0	-0.00118	-0.00184	si	
57	60.232	10.199	-0.15	1049	3.858	0.000392	SLO 7	0	0	0.00088	0.0013	si	
729	60.232	19.949	-0.15	1063	3.858	0.000346	SLO 7	0	0	-0.00035	0.00134	si	
55	50.482	10.199	-0.15	1047	3.858	0.000297	SLO 7	0	0	0.00087	0.00082	si	
56	55.357	10.199	-0.15	1048	3.858	0.000291	SLO 7	0	0	0.00087	0.00077	si	
393	60.232	15.074	-0.15	1086	4.788	0.000277	SLO 7	0	0	0.00034	0.00133	si	
57	60.232	10.199	-0.15	1049	3.858	0.000392	SLO 8	0	0	0.00088	0.0013	si	
729	60.232	19.949	-0.15	1063	3.858	0.000346	SLO 8	0	0	-0.00035	0.00134	si	
55	50.482	10.199	-0.15	1047	3.858	0.000297	SLO 8	0	0	0.00087	0.00082	si	
56	55.357	10.199	-0.15	1048	3.858	0.000291	SLO 8	0	0	0.00087	0.00077	si	
393	60.232	15.074	-0.15	1086	4.788	0.000277	SLO 8	0	0	0.00034	0.00133	si	
57	60.232	10.199	-0.15	1049	3.858	0.000423	SLO 9	0	0	-0.00132	-0.00107	si	
56	55.357	10.199	-0.15	1048	3.858	0.000367	SLO 9	0	0	-0.00132	-0.00065	si	
55	50.482	10.199	-0.15	1047	3.858	0.000353	SLO 9	0	0	-0.00133	-0.00049	si	
393	60.232	15.074	-0.15	1086	4.788	0.000267	SLO 9	0	0	-0.0008	-0.00105	si	
729	60.232	19.949	-0.15	1063	3.858	0.000256	SLO 9	0	0	-0.00001	-0.00102	si	
57	60.232	10.199	-0.15	1049	3.858	0.000423	SLO 10	0	0	-0.00132	-0.00107	si	
56	55.357	10.199	-0.15	1048	3.858	0.000367	SLO 10	0	0	-0.00132	-0.00065	si	
55	50.482	10.199	-0.15	1047	3.858	0.000353	SLO 10	0	0	-0.00133	-0.00049	si	
393	60.232	15.074	-0.15	1086	4.788	0.000267	SLO 10	0	0	-0.0008	-0.00105	si	
729	60.232	19.949	-0.15	1063	3.858	0.000256	SLO 10	0	0	-0.00001	-0.00102	si	
57	60.232	10.199	-0.15	1049	3.858	0.000661	SLO 11	0	0	0.00163	0.00209	si	
729	60.232	19.949	-0.15	1063	3.858	0.000537	SLO 11	0	0	-0.00027	0.00213	si	
56	55.357	10.199	-0.15	1048	3.858	0.000508	SLO 11	0	0	0.00162	0.00123	si	
393	60.232	15.074	-0.15	1086	4.788	0.000454	SLO 11	0	0	0.00073	0.00212	si	
55	50.482	10.199	-0.15	1047	3.858	0.000428	SLO 11	0	0	0.00161	0.00057	si	
57	60.232	10.199	-0.15	1049	3.858	0.000661	SLO 12	0	0	0.00163	0.00209	si	
729	60.232	19.949	-0.15	1063	3.858	0.000537	SLO 12	0	0	-0.00027	0.00213	si	
56	55.357	10.199	-0.15	1048	3.858	0.000508	SLO 12	0	0	0.00162	0.00123	si	
393	60.232	15.074	-0.15	1086	4.788	0.000454	SLO 12	0	0	0.00073	0.00212	si	

Nodo inferiore				Nodo superiore		Spost. rel.	Comb.	Spostamento inferiore		Spostamento superiore		S.V.	
I.	Pos.			I.	Pos.			N.b.	X	Y	X		Y
	X	Y	Z										
55	50.482	10.199	-0.15	1047	3.858	0.000428	SLO 12	0	0	0.00161	0.00057	si	
57	60.232	10.199	-0.15	1049	3.858	0.000281	SLO 13	0	0	0.00059	0.00096	si	
729	60.232	19.949	-0.15	1063	3.858	0.000251	SLO 13	0	0	-0.00001	0.001	si	
393	60.232	15.074	-0.15	1086	4.788	0.000203	SLO 13	0	0	0.00019	0.00099	si	
56	55.357	10.199	-0.15	1048	3.858	0.000198	SLO 13	0	0	0.00058	0.00054	si	
728	55.357	19.949	-0.15	1062	3.858	0.000179	SLO 13	0	0	-0.00002	0.00072	si	
57	60.232	10.199	-0.15	1049	3.858	0.000281	SLO 14	0	0	0.00059	0.00096	si	
729	60.232	19.949	-0.15	1063	3.858	0.000251	SLO 14	0	0	-0.00001	0.001	si	
393	60.232	15.074	-0.15	1086	4.788	0.000203	SLO 14	0	0	0.00019	0.00099	si	
56	55.357	10.199	-0.15	1048	3.858	0.000198	SLO 14	0	0	0.00058	0.00054	si	
728	55.357	19.949	-0.15	1062	3.858	0.000179	SLO 14	0	0	-0.00002	0.00072	si	
57	60.232	10.199	-0.15	1049	3.858	0.000601	SLO 15	0	0	0.00147	0.00191	si	
729	60.232	19.949	-0.15	1063	3.858	0.000488	SLO 15	0	0	-0.00009	0.00195	si	
56	55.357	10.199	-0.15	1048	3.858	0.000458	SLO 15	0	0	0.00146	0.00111	si	
393	60.232	15.074	-0.15	1086	4.788	0.000414	SLO 15	0	0	0.00065	0.00194	si	
55	50.482	10.199	-0.15	1047	3.858	0.000364	SLO 15	0	0	0.00146	-0.00008	si	
57	60.232	10.199	-0.15	1049	3.858	0.000601	SLO 16	0	0	0.00147	0.00191	si	
729	60.232	19.949	-0.15	1063	3.858	0.000488	SLO 16	0	0	-0.00009	0.00195	si	
56	55.357	10.199	-0.15	1048	3.858	0.000458	SLO 16	0	0	0.00146	0.00111	si	
393	60.232	15.074	-0.15	1086	4.788	0.000414	SLO 16	0	0	0.00065	0.00194	si	
55	50.482	10.199	-0.15	1047	3.858	0.000364	SLO 16	0	0	0.00146	-0.00008	si	

Di conseguenza dai risultati evidenziati le verifiche risultano soddisfatte.

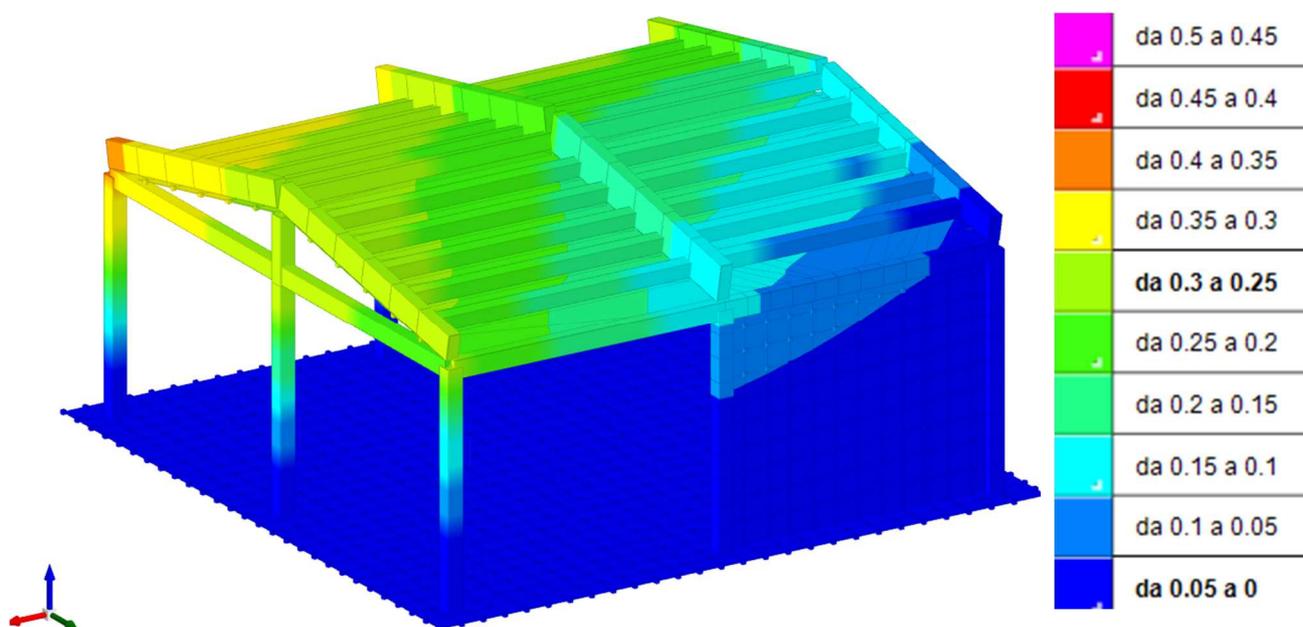


Figura 12-15 – Spostamento massimo – SLO5 [cm]

Lo spostamento massimo risulta quindi rispettato.

Lo spostamento massimo rilevato, inferiore ad 1 cm, risulta quindi compatibile con il giunto strutturale con l'edificio adiacente, di ampiezza pari a 5 cm.

## 13 GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

---

Per quanto concerne le informazioni generali sull'elaborazione, si faccia riferimento a quanto sopra già riportato, nonché a quanto riportato nei vari tabulati di calcolo.

Per quanto concerne il giudizio motivato di accettabilità dei risultati, si dichiara di aver accuratamente controllato i risultati dell'elaborazione, riportati nella presente relazione e nei vari tabulati di calcolo, nonché di aver verificato con cura l'esattezza delle opzioni di input proprie del programma, settando tali opzioni in conformità al caso in esame. Sulla scorta di ciò, si ritiene lecito accettare i risultati forniti dal software di calcolo.

A riscontro dell'attendibilità del software di calcolo adottato, si riporta la verifica della forza sismica complessiva nonché della massa totale scaricata a terra dal modello FEM, come da analisi statica lineare.

### 13.1 Origine e caratteristiche del codice di calcolo

---

Il codice di calcolo SISMICAD impiegato dal programma è stato interamente sviluppato dalla Concrete S.r.l. di Padova anche sulla base di algoritmi di comprovata affidabilità riportati in letteratura internazionale. La documentazione allegata al programma contiene una dettagliata esposizione delle basi teoriche dei suddetti algoritmi oltre a casi di prova e di validazione risolti e commentati.

SISMICAD è sostanzialmente diviso in tre moduli: un pre-processor che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore; il solutore ad elementi finiti; un post-processor che, a soluzione avvenuta, elabora i risultati eseguendo le verifiche delle membrature e producendo i tabulati di input e output (contenuti in ALLEGATO). I tabulati comprendono le combinazioni di carico e le verifiche agli stati limite di esercizio e ultimi.

### 13.2 Affidabilità del codice utilizzato

---

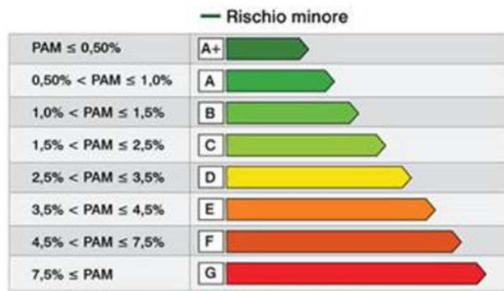
Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi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

### 13.3 Versione del codice

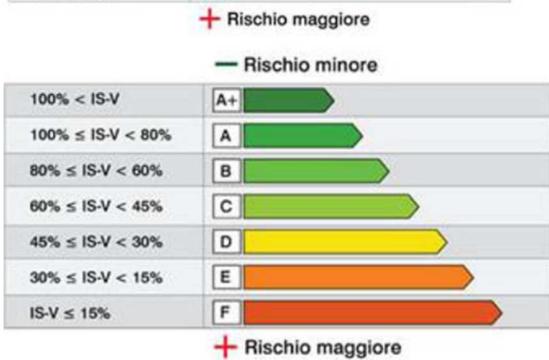
---

Versione del programma utilizzata per il presente calcolo: 12.18

## 14 INDICE DI RISCHIO E PAM

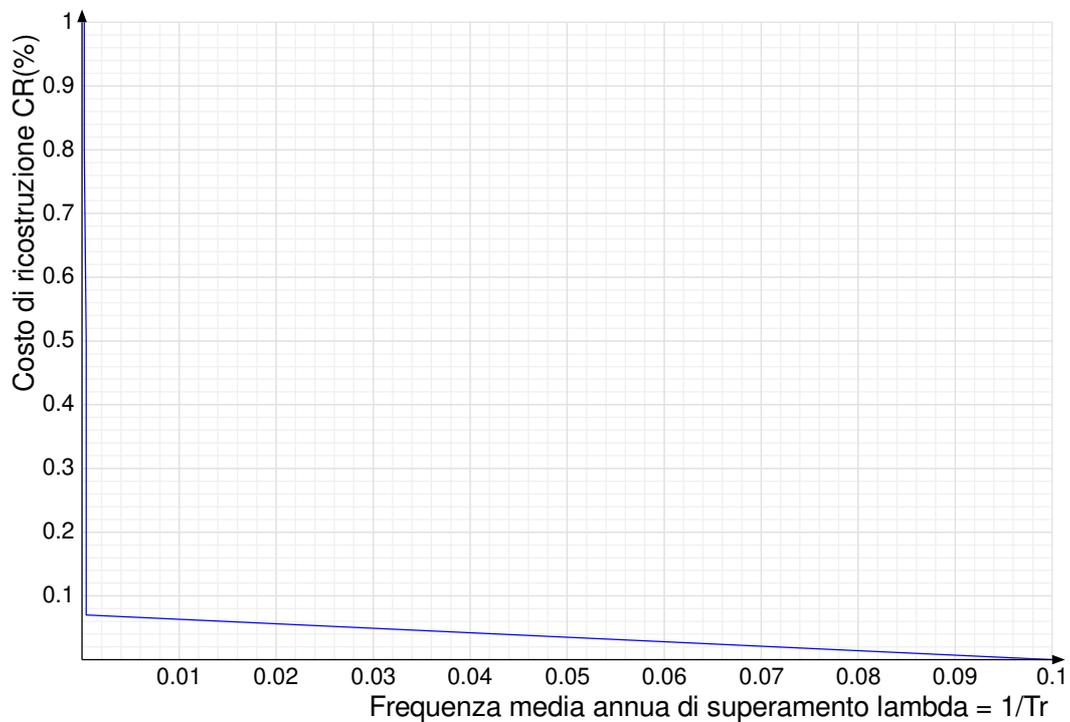


Perdita Media Annua attesa (PAM)	Classe PAM
PAM ≤ 0,50%	A <sup>+</sup> <sub>PAM</sub>
0,50% < PAM ≤ 1,0%	A <sub>PAM</sub>
1,0% < PAM ≤ 1,5%	B <sub>PAM</sub>
1,5% < PAM ≤ 2,5%	C <sub>PAM</sub>
2,5% < PAM ≤ 3,5%	D <sub>PAM</sub>
3,5% < PAM ≤ 4,5%	E <sub>PAM</sub>
4,5% < PAM ≤ 7,5%	F <sub>PAM</sub>
7,5% ≤ PAM	G <sub>PAM</sub>



Indice di Sicurezza	Classe IS-V
100% < IS-V	A <sup>+</sup> <sub>IS-V</sub>
80% ≤ IS-V < 100%	A <sub>IS-V</sub>
60% ≤ IS-V < 80%	B <sub>IS-V</sub>
45% ≤ IS-V < 60%	C <sub>IS-V</sub>
30% ≤ IS-V < 45%	D <sub>IS-V</sub>
15% ≤ IS-V < 30%	E <sub>IS-V</sub>
IS-V ≤ 15%	F <sub>IS-V</sub>

### 14.1 Indici Stato di Progetto



#### 14.1.1 Coefficienti relativi alle Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni secondo il D.M. 24 09/01/2020

TR,C	TR,Rif	PAM	Classe PAM	IS-V	Classe IS-V	Tipo rottura
2382	712	0.383	A+	150.283	A+	flessione travi

#### 14.1.2 Coefficienti $\lambda$ relativi alle Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni secondo il D.M. 24 09/01/2020

$\lambda$ ,SLR	$\lambda$ ,SLC	$\lambda$ ,SLV	$\lambda$ ,SLD	$\lambda$ ,SLO	$\lambda$ ,SLID
0.000206	0.000206	0.00042	0.00042	0.00042	0.1

Padova, 02/12/2021

Il Progettista Strutturale  
Ing. Giuseppe Silvestrini

## ALLEGATI

---

- 1) Tabulati di Calcolo;
- 2) Relazione Geologica.

**COMUNE DI PADOVA**  
**PROVINCIA DI PADOVA**

---

PARCO INCLUSIVO SENSORIALE DI VIA SIENA – QUARTO LOTTO

**RELAZIONE ILLUSTRATIVA SUI MATERIALI**

---

**LOCALIZZAZIONE:** Via Siena

**COMMITTENTE:** Comune di Padova, Settore Verde, Parchi ed Agricoltura Urbana

Padova,

21-198 ED 03.0 - Relazione sui Materiali.docx	Rev 0	

## **COMUNE DI PADOVA**

SETTORE VERDE, PARCHI, AGRICOLTURA URBANA

### **RELAZIONE ILLUSTRATIVA DEL DIRETTORE DEI LAVORI**

**Oggetto delle opere** : Fabbricato ad uso AGGREGAZIONE in via Siena, Padova.

#### **MATERIALI DA IMPIEGARE**

##### **CALCESTRUZZI**

Calcestruzzo C25/30, XC2 per strutture di fondazione.

Calcestruzzo C25/30, XC2 per strutture in elevazione, murature, pilastri, travi e solai.

Acciaio in tondo per armatura delle strutture in calcestruzzo tipo B 450 C controllato all'origine.

##### **ALTRI MATERIALI**

Legno per travi di copertura classe C24.  
Legno lamellare GL24H

Blocchi cassero in legno-cemento per pareti con armatura integrativa in acciaio tondo per armatura tipo B 450 C controllato all'origine e getto integrativo in Calcestruzzo C25/30, XC2

Intonaci in malta di calce idraulica; finitura "al civile" con lastre in cartongesso.

Materiali di finitura, pavimenti, rivestimenti, ecc. del tipo in piastrelle di gres porcellanato normalmente impiegato in analoghe costruzioni e perline in legno.

##### **ANNOTAZIONI**

Per il controllo dei materiali si prevede il prelievo dai getti di cubetti per le prove a compressione; prove a trazione saranno effettuate su tondini di acciaio di diverso diametro prelevati dal cantiere. I risultati relativi saranno presentati assieme al collaudo statico.

Padova,

IL DIRETTORE DEI LAVORI

IL CALCOLATORE

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

# 1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

## 1.1 Valori caratteristici della resistenza

### 1.1.1 Calcestruzzo

#### Calcestruzzo strutture di fondazione

Calcestruzzo C25/30 - Fondazioni		
Peso Specifico	25	[kN/m <sup>3</sup> ]
Coefficiente Parziale di sicurezza - $\gamma_c$	1,5	[-]
Resistenza a compressione cubica caratteristica - $R_{ck}$	20	[MPa]
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica - $f_{ck}$	17	[MPa]
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo - $f_{cd}$	9,41	[MPa]
Resistenza media a trazione semplice - $f_{ctm}$	2,0	[MPa]
Modulo elastico istantaneo - $E_{cm}$	28821	[MPa]
Coefficiente di Poisson per il calcestruzzo non fessurato - $\nu$	0,2	[-]
Coefficiente di dilatazione termica medio	1,00E-05	[°C <sup>-1</sup> ]
Deformazione calcestruzzo ultima - $\epsilon_{cu}$	3,5	‰
<b>Tco</b>	<b>4,67E+00</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>

#### Calcestruzzo strutture di elevazione

Calcestruzzo C28/35 - Travi, Solai e Strutture in Elevazione		
Peso Specifico	25	[kN/m <sup>3</sup> ]
Coefficiente Parziale di sicurezza - $\gamma_c$	1,5	[-]
Resistenza a compressione cubica caratteristica - $R_{ck}$	34	[MPa]
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica - $f_{ck}$	28	[MPa]
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo - $f_{cd}$	15,99	[MPa]
Resistenza media a trazione semplice - $f_{ctm}$	2,8	[MPa]
Modulo elastico istantaneo - $E_{cm}$	32367	[MPa]
Coefficiente di Poisson per il calcestruzzo non fessurato - $\nu$	0,2	[-]
Coefficiente di dilatazione termica medio	1,00E-05	[°C <sup>-1</sup> ]
<b>Tco</b>	<b>6,53E+00</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>

### 1.1.2 Acciaio per barre d'armatura

Acciaio per barre d'armature B450C		
Peso specifico acciaio	78,5	[kN/m <sup>3</sup> ]
Tensione nominale di snervamento - $f_{y,nom}$	450	[MPa]
Tensione nominale di rottura - $f_{t,nom}$	540	[MPa]
Tensione caratteristica di snervamento - $f_{yk}$	450	[MPa]
Coefficiente parziale di sicurezza - $\gamma_s$	1,15	[-]
Resistenza di calcolo dell'acciaio - $f_{yd}$	391,30	[MPa]
Sigma Ammissibile - $\sigma_{amm}$	2600	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Deformazione acciaio snervamento di progetto - $\epsilon_{sy}$	0,2	‰

### 1.1.3 Acciaio per piastre

<b>Acciaio per profilati metallici S275</b>		
Peso specifico acciaio	<b>78,5</b>	[kN/m <sup>3</sup> ]
Tensione nominale di snervamento - $f_{y,nom}$	<b>275</b>	[MPa]
Tensione nominale di rottura - $f_{t,k}$	<b>430</b>	[MPa]
Tensione caratteristica di snervamento - $f_{yk}$	<b>275</b>	[MPa]
Coefficiente parziale di sicurezza - $\gamma_s$	<b>1,05</b>	[-]
Resistenza di calcolo dell'acciaio - $f_{yd}$	<b>261,90</b>	[MPa]
Sigma Ammissibile - $\sigma_{amm}$	<b>2600</b>	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Deformazione acciaio snervamento di progetto - $\epsilon_{sy}$	<b>0,2</b>	%

### 1.1.4 Legno Lamellare per travi di copertura

<b>Legno Lamellare di Conifere omogeneo - GL24h</b>		
Resistenza a flessione caratteristica - $f_{m,g,k}$	<b>24</b>	[MPa]
Resistenza a trazione (parallela fibre) - $f_{t,0,g,k}$	<b>16,5</b>	[MPa]
Resistenza a trazione (ortogonale fibre) - $f_{t,90,g,k}$	<b>0,4</b>	[MPa]
Resistenza a compressione (parallela fibre) - $f_{c,0,g,k}$	<b>24,0</b>	[MPa]
Resistenza a compressione (ortogonale fibre) - $f_{c,90,g,k}$	<b>2,7</b>	[MPa]
Resistenza a taglio - $f_{v,g,k}$	<b>2,70</b>	[MPa]
Modulo elastico medio (parallelo fibre) - $E_{0,g,mean}$	<b>11600</b>	[MPa]
Modulo elastico caratteristico (parallelo fibre) - $E_{0,g,05}$	<b>9400</b>	[MPa]
Modulo elastico medio (ortogonale fibre) - $E_{90,g,mean}$	<b>390</b>	[MPa]
Modulo di taglio medio - $G_{g,mean}$	<b>720,00</b>	[MPa]
Peso specifico medio	<b>380,0</b>	[kg/m <sup>3</sup> ]
Coefficiente Parziale di sicurezza - $\gamma$	<b>1,45</b>	[-]

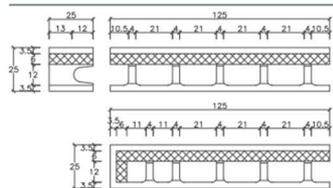
### 1.1.5 Blocchi Cassero per Pareti Diffuse Debolmente Armate

Gli elementi verticali portanti saranno costituiti da blocchi cassero tipo "Isospan S 30/7", adatti per l'utilizzo come elementi portanti; lo spessore complessivo delle pareti portanti è pari a 30 cm, saranno armate mediante armatura singola, sia in senso orizzontale che verticale, ed avranno un nucleo portante di spessore pari a 15 cm.

Le caratteristiche del blocco scelto sono riportate nella scheda tecnica allegata; si riportano di seguito le caratteristiche geometriche degli stessi, di interesse al fine dei calcoli in oggetto.



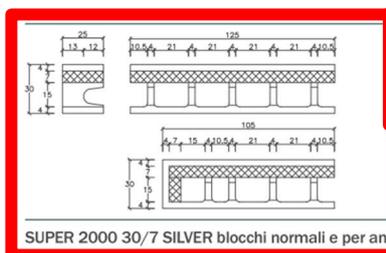
S 36,5/13,5 Silver



Tipo di blocco	Dati tecnici					Dati fisici		
	Larghezza Altezza Lunghezza	Spessore camera di calcestruzzo	Fabbisogno di calcestruzzo	Fabbisogno di blocchi	Peso parete senza intonaco	R	U	Rw
	cm	cm	Lt/m <sup>2</sup>	pezzi/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> K/W	W/m <sup>2</sup> K	dB
S 25/6 SILVER Normale	25 25 125	12	97	3,20	281,1	2,38	0,393	52
S 25/6 SILVER Angolo	25 25 125			3,20				

SUPER 2000 25/6 SILVER blocchi normali e per angoli

Spessore 25 cm con coibentazione integrata di 6 cm in polistirene espanso con grafite



S 30/7 SILVER Normale	30 25 125	15	121	3,20	346,6	2,85	0,331	55
S 30/7 SILVER Angolo	30 25 105			3,81				

SUPER 2000 30/7 SILVER blocchi normali e per angoli

Spessore 30 cm con coibentazione integrata di 7 cm in polistirene espanso con grafite

## 1.2 Coefficienti di sicurezza parziali:

Acciaio per barre d'armatura:	$\gamma_s = 1.15$
Acciaio da carpenteria:	$\gamma_s = 1.05$
Calcestruzzo:	$\gamma_c = 1.5$
Legno massiccio	$\gamma_L = 1.50$
Muratura	$\gamma_M = 2.00$

## 1.3 Limitazioni sulle tensioni per gli Stati Limite d'Esercizio:

Tensioni di compressione nel cls 25/30:

- combinazione di carico rara:  $0.60 \cdot f_{ck} = 14.94 \text{ N/mm}^2$ ;
- combinazione di carico quasi permanente:  $0.45 \cdot f_{ck} = 11.21 \text{ N/mm}^2$ ;

Tensioni di trazione nell'acciaio:

armature ordinarie:  $0.80 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$ .

## 1.4 Condizioni ambientali per il Calcestruzzo Armato

Si hanno i seguenti limiti di aperture delle fessure (D.M. 14.01.08 – 4.1.2.2.4.5. – Tabelle 4.1.IV):

Condizione Ambientale	Combinazione di azioni	Armatura poco sensibile $w_k$
Ordinaria	frequente	$\leq w_3 =$ 0.4 mm
	quasi permanente	$\leq w_2 =$ 0.3 mm

## 1.5 Copriferro per il Calcestruzzo Armato

Si considera un copriferro, relativo ad ambienti di tipo Ordinario, con classe di esposizione XC2, XC3 ed XF2:

$c_1 = 3,0$  cm per strutture in elevazione (XC3);

$c_2 = 4$  cm per strutture in fondazione (XC2).

<b>2 Corrosione indotta da carbonatazione</b>		
Nel caso in cui il calcestruzzo contenente armature o inserti metallici sia esposto all'aria e all'umidità, l'esposizione sarà classificata nel modo seguente:		
<b>Nota</b> Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa Calcestruzzo costantemente immerso in acqua
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo Molte fondazioni
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità relativa dell'aria moderata oppure elevata Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia
XC4	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2

Padova, \_\_\_\_\_

Il Progettista Strutturale

ALLEGATI

- 1) Tabulati di Calcolo;
- 2) Relazione Geologica.