



Comune di Deruta
Provincia di Perugia



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA
RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI
SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATI GENERALI
RELAZIONE DI CALCOLO

COMM. **C B R**

DOC. **E 0 1 5**

REV. **B**

SCALA -

FILE **C B R E 0 1 5 B**

 **Sintagma**

Dott. Ing. NANDO GRANIERI



REVISIONE	DATA	OGGETTO	REDATTO	APPROVATO	AUTORIZZATO
B	Ottobre 2023	Revisione a seguito richiesta Regione	F. Brunori <i>F. Brunori</i>	P. Castraberte <i>Castraberte Poole</i>	N. Granieri <i>N. Granieri</i>
A	Maggio 2023	Emissione	F. Brunori <i>F. Brunori</i>	P. Castraberte <i>Castraberte Poole</i>	N. Granieri <i>N. Granieri</i>



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 1 di 124

1	PREMESSA	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	5
3.1	Calcestruzzo.....	5
3.1.1	Magrone di pulizia e livellamento.....	5
3.1.2	Pali.....	5
3.1.3	Cordolo sommitale pali.....	5
3.2	Acciaio	5
3.2.1	Acciaio d'armatura fondazioni e muri	5
3.2.2	Acciaio da carpenteria	5
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOTECNICO	6
5	PARATIA: ANALISI DEI CARICHI E VERIFICHE.....	7
5.1	Azioni statiche	7
5.2	Azioni sismiche	7
5.3	Verifiche di sicurezza (SLU)	9
5.3.1	Verifiche in condizioni statiche.....	9
5.3.2	Verifiche in condizioni sismiche.....	9
5.4	Analisi e verifica paratia	11
5.4.1	Modellazione adottata.....	11
5.4.2	Risultati delle analisi	14
5.4.3	Verifiche geotecniche	16
5.4.4	Verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno	16
5.4.5	Verifiche strutturali.....	17
5.4.6	Verifica spostamenti	21
6	TERRA RINFORZATA: ANALISI DEI CARICHI E VERIFICHE	22
6.1	Verifiche di sicurezza (SLU)	22
6.1.1	Verifiche in condizioni statiche.....	22



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 2 di 124

6.1.2	Verifica di stabilità	22
6.1.3	Verifiche in condizioni sismiche.....	25
6.2	Analisi e verifica terra rinforzata.....	26
6.2.1	Modellazione adottata.....	26
6.2.2	Verifiche in condizioni statiche.....	28
6.2.3	Verifiche in condizioni sismiche.....	32
7	PASSERELLA PEDONALE: ANALISI DEI CARICHI E VERIFICHE	37
7.1	Modellazione strutturale	37
7.1.1	Codice di calcolo	37
7.1.2	Tipo di analisi svolta.....	37
7.1.3	Affidabilità dei codici di calcolo	40
7.1.4	Informazioni generali sull'elaborazione.....	40
7.1.5	Giudizio motivato di accettabilità dei risultati.....	41
7.2	Analisi modale	41
7.3	Analisi dei carichi.....	43
7.3.1	Peso proprio della struttura.....	43
7.3.2	Carichi permanenti non strutturali	44
7.3.3	Carichi variabili.....	44
7.3.4	Carico della neve sulla copertura.....	45
7.3.5	Azione del vento	47
7.3.6	Azione sismica.....	50
7.4	Combinazioni di carico	55
7.5	Output del modello di calcolo.....	59
7.6	Verifiche di resistenza delle travi in legno	61
7.6.1	Travi principali.....	61
7.6.2	Travi irrigidenti.....	63
7.7	Verifiche di resistenza del tavolato.....	67
7.8	Verifiche di resistenza cordolo.....	72
7.8.1	Verifica in fase Statica.....	73



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 3 di 124

7.8.2	Verifica in fase Sismica.....	83
7.9	Verifiche Micropali	87
7.10	Verifica giunto.....	91
7.11	Verifiche dei nodi di collegamento.....	93
7.11.1	Verifica nodo 1 e 2	93
7.11.2	Verifica nodo 3	98
7.12	Verifica parapetto.....	103
7.12.1	Codice di calcolo	103
7.12.2	Tipo di analisi svolta.....	103
7.12.3	Affidabilità dei codici di calcolo	104
7.12.4	Informazioni generali sull'elaborazione.....	105
7.12.5	Giudizio motivato di accettabilità dei risultati.....	105
7.12.6	Analisi dei carichi	106
7.12.7	Peso proprio della struttura.....	106
7.12.8	Permanente	106
7.12.9	carico variabile orizzontale lineare	106
7.12.10	Combinazioni di carico	107
7.12.11	Sollecitazioni di progetto	108
7.12.12	Verifica montante.....	110
7.12.13	Verifica corrimano.....	112
7.12.14	Verifiche di deformabilità	116
7.12.15	Verifica nodo 4	117
7.12.16	Verifica attacco corrimano-montante.....	122



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 4 di 124

1 PREMESSA

Nella seguente relazione si riporta il dimensionamento e la verifica delle opere previste in progetto.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La Normativa seguita per il dimensionamento delle opere è costituita da:

- **D.M. 17 gennaio 2018:** Aggiornamento norme tecniche per le costruzioni
- **Circ. Min. 21 gennaio 2019:** Circolare esplicativa delle NTC2018
- **CNR DT 206/2007:** Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo delle Strutture di Legno

Si è fatto inoltre riferimento ai seguenti riferimenti bibliografici:

- R. Lancellotta, *Geotecnica*, Zanichelli
- C. Viggiani, *Fondazioni*, Hevelius, 1999
- C.R. I. Clayton, J. Milititsky, R.I. Woods, *Earth Pressure and Earth Retaining Structures*, 1993 (trad. it. a cura di M. Cecconi, G.M.B. Viggiani, *La spinta delle terre e le opere di sostegno*, Hevelius, 2006)



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 5 di 124

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

3.1 Calcestruzzo

3.1.1 Magrone di pulizia e livellamento

- Classe di resistenza $C12/15 R_{ck} \geq 15 \text{ N/mm}^2$

3.1.2 Pali

- Classe di resistenza $C25/30 R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$
- Classe di esposizione ambientale XC2

3.1.3 Cordolo sommitale pali

- Classe di resistenza $C32/40 R_{ck} \geq 40 \text{ N/mm}^2$
- Classe di esposizione ambientale XC4

3.2 Acciaio

3.2.1 Acciaio d'armatura fondazioni e muri

L'acciaio utilizzato è ad aderenza migliorata tipo B450C ed è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura:

- $f_{y, \text{nom}}$ 450 N/mm^2
- $f_{t, \text{nom}}$ 540 N/mm^2

3.2.2 Acciaio da carpenteria

Acciaio per profilati metallici e micropali: **S355J0**

$f_{tk} = 510 \text{ MPa}$ tensione di rottura caratteristica ($t \leq 40 \text{ mm}$)

$f_{yk} = 355 \text{ MPa}$ tensione di snervamento caratteristica ($t \leq 40 \text{ mm}$)

$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_{M0} = 355/1.05 = 338 \text{ MPa}$ resistenza di progetto

$E_s = 210000 \text{ MPa}$ modulo elastico



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 6 di 124

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOTECNICO

Come riportato nella relazione geologica il terreno in sito è caratterizzato dai seguenti parametri:

$$\gamma = 18-20 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 24-26^\circ$$

$$c' = 20-30 \text{ kPa}$$

$$E' = 10-20 \text{ MPa}$$

La falda risulta non interferente con le opere in progetto.



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 7 di 124

5 PARATIA: ANALISI DEI CARICHI E VERIFICHE

5.1 Azioni statiche

Nel modello di calcolo impiegato dal software di calcolo Paratie PLus, la spinta del terreno viene determinata investigando l'interazione statica tra il terreno e la struttura deformabile, a partire da uno stato di spinta a riposo del terreno sulla paratia.

I parametri che identificano il tipo di legge costitutiva possono essere distinti in due sottoclassi: parametri di spinta e parametri di deformabilità del terreno.

I parametri di spinta sono il coefficiente di spinta a riposo K_0 , il coefficiente di spinta attiva K_a e il coefficiente di spinta passiva K_p .

Nella valutazione della spinta è stato considerato un attrito terreno – parete $\delta=0.5*\phi$.

5.2 Azioni sismiche

Per la valutazione dell'azione sismica si ricorre alla procedura automatica presente nel software di calcolo ParatiePlus.

Applicando tale procedura, inizialmente la spinta sismica viene valutata secondo la soluzione proposta da Wood ma, con il successivo sviluppo di deformazioni, si ha una progressiva diminuzione di questa sollecitazione fino al più all'istaurarsi di una condizione d'equilibrio limite attivo, al di sotto della quale la spinta non può scendere (M-O).

La teoria di Mononobe-Okabe fa uso del metodo dell'equilibrio limite e può essere considerata una estensione del metodo di Coulomb, in cui alle usuali spinte al contorno del cuneo instabile di terreno vengono sommate anche le azioni inerziali orizzontali e verticali dovute all'accelerazione delle masse.

Le ipotesi che stanno alla base del metodo sono quindi:

- Terreno isotropo, omogeneo e dotato di attrito e/o coesione.
- Terreno che, a causa degli spostamenti del muro, si trova in uno stato di equilibrio plastico.
- Superficie di rottura piana.
- Superficie superiore del cuneo anche inclinata ma di forma piana.
- La resistenza per attrito e per coesione si sviluppa uniformemente lungo la superficie di rottura.
- Può esistere attrito tra paramento del muro e terreno, che si sviluppa al primo spostamento del muro.



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 8 di 124

- Il paramento del muro può essere inclinato ma non spezzato in più parti.
- L'effetto delle accelerazioni k_h e k_v viene intrinsecamente considerato nel baricentro del cuneo instabile.

Il coefficiente $K_{a/p}$ viene calcolato utilizzando la formulazione di Mononobe-Okabe, in cui i simboli usati sono:

ϕ = angolo di attrito interno del terreno.

ψ = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete interessata del muro.

β = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno.

δ = angolo di attrito terreno-muro.

θ = angolo di rotazione addizionale definito come segue.

$$\tan(\theta) = \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Il coefficiente per stati di spinta attiva si divide in due casi:

$$\beta \leq \phi - \theta: K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

$$\beta > \phi - \theta: K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

Il coefficiente per stati di spinta passiva è invece:

$$K_p = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi + \theta) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi) \cdot \sin(\phi + \beta - \theta)}{\sin(\psi + \beta) \cdot \sin(\psi + \theta)}} \right]^2}$$

 Comune di Deruta	 Regione Umbria	 Next Generation EU EuroPA Comune	
PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO: MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA			
	Cod. CBRE015B	Relazione di calcolo	Pag. 9 di 124

5.3 Verifiche di sicurezza (SLU)

5.3.1 Verifiche in condizioni statiche

Gli stati limite ultimi delle opere di sostegno si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono le opere stesse.

Per le paratie si considerano i seguenti stati limite ultimi:

– SLU di tipo geotecnico (GEO)

- collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera (atto di moto rigido);
- instabilità globale dell'insieme terreno-opera.

– SLU di tipo strutturale (STR)

- raggiungimento della resistenza strutturale della paratia.

La verifica di stabilità globale dell'insieme terreno-opera deve essere effettuata secondo l'Approccio 1 – Combinazione 2 (A2+M2+R2) tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I. delle NTC18.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate considerando le seguenti combinazioni di coefficienti:

-Combinazione 1: (A1+M1+R1)

-Combinazione 2: (A2+M2+R1)

tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II delle NTC18 con i coefficienti γ_R del gruppo R1 pari all'unità.

5.3.2 Verifiche in condizioni sismiche

L'analisi della paratia viene eseguita mediante metodi pseudo statici nei quali l'azione sismica è definita mediante un'accelerazione equivalente, costante nello spazio e nel tempo.

La componente orizzontale a_h dell'accelerazione equivalente è legata all'accelerazione di picco a_{max} attesa nel volume significativo per l'opera dalla relazione:

$$a_h = k_h * g = \alpha * \beta * a_{max}$$



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
 MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
 MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 10 di 124

Per l'analisi sismica, si considera che l'opera abbia una Vita Nominale V_N di 50 anni, una classe d'uso II (Coefficiente d'Uso $C_U=1.00$) e una Vita di Riferimento $V_R=V_N \cdot C_U$ di 50 anni.

Con riferimento allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV), i parametri sismici sono di seguito riportati.

Ricerca per comune

REGIONE: Umbria PROVINCIA: Perugia COMUNE: Deruta

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N : 50 info
 Coefficiente d'uso della costruzione - C_U : 1 info

Stato Limite
 Stato Limite considerato: SLV info

Risposta sismica locale
 Categoria di sottosuolo: C info $S_S = 1.441$ $C_C = 1.546$ info
 Categoria topografica: T2 info $h/H = 0.500$ $S_T = 1.100$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%): 5 $\eta = 1.000$ info
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_o : 1 Regol. in altezza: sì info

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.177 g
F_o	2.438
T_C	0.310 s
S_S	1.441
C_C	1.546
S_T	1.100
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.585
η	1.000
T_B	0.160 s
T_C	0.479 s
T_D	2.308 s

Nel caso in esame si ottiene $k_h = 0.203$ avendo posto $\alpha=1$ e $\beta=0.734$.

Le verifiche di sicurezza devono essere effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici.



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B


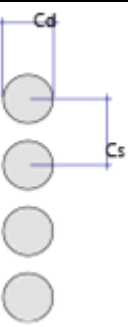
Relazione di calcolo

Pag. 11 di 124

5.4 Analisi e verifica paratia

5.4.1 Modellazione adottata

Per il dimensionamento e la verifica della paratia nel suo complesso è stato utilizzato il software Paratie Plus schematizzando l'opera, pali + cordolo come una paratia di altezza complessiva pari a 8.65 m, di cui nella configurazione peggiore 2.35 m fuori terra.

<p>X : 0 m Quota in alto : 2.35 m Quota di fondo : 1.70 m Muro di sinistra</p> <p>Sezione : cordolo Area equivalente : 0.08 m Inerzia equivalente : 0.043 m⁴/m Materiale calcestruzzo : C25/30 Tipo sezione : Solid Spessore : 0.8 m Efficacia : 1</p>	
<p>X : 0 m Quota in alto : 1.70 m Quota di fondo : -6.30 m Muro di sinistra</p> <p>Sezione : pali Area equivalente : 0.353 m Inerzia equivalente : 0.008 m⁴/m Materiale calcestruzzo : C25/30 Tipo sezione : Tangent Spaziatura : 0.8 m Diametro : 0.60 m Efficacia : 1</p>	

Nel software di calcolo sono state implementate le seguenti fasi:



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

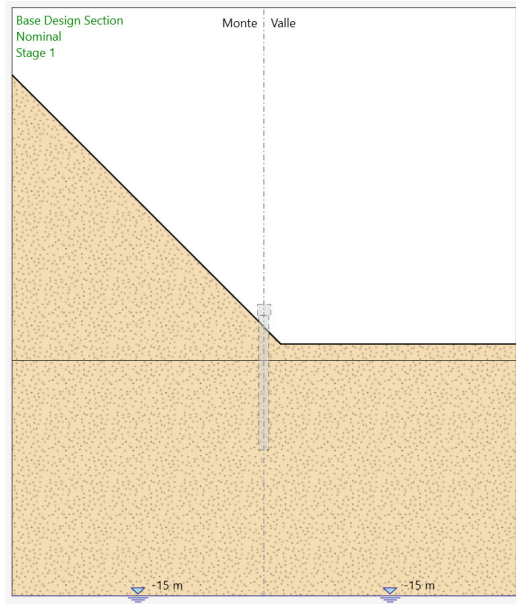
 Sintagma

Cod. CBRE015B

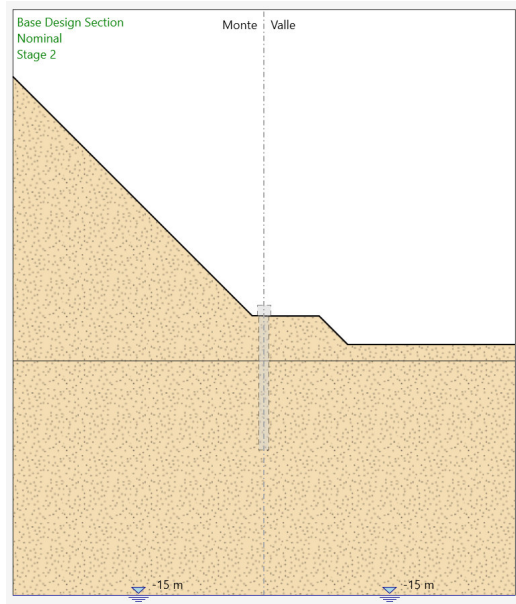
Relazione di calcolo

Pag. 12 di 124

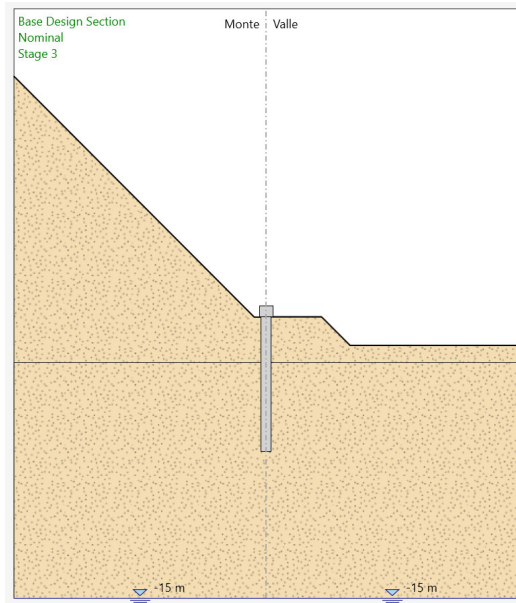
Fase 1 – stato attuale



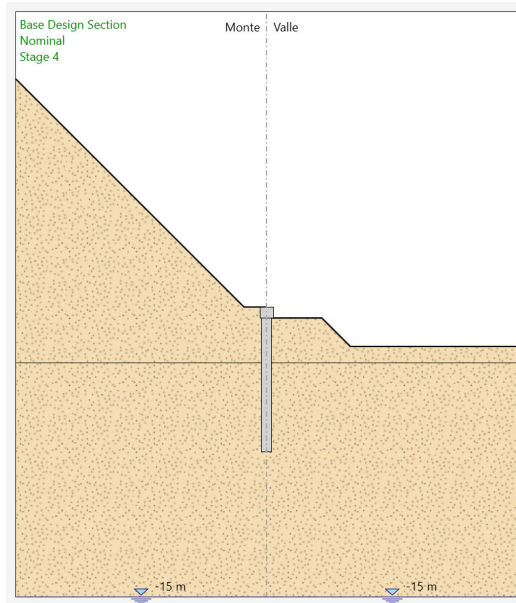
Fase 2 – realizzazione pista di cantiere



Fase 3 – realizzazione paratia



Fase 4 – rinterro a tergo dell'opera





Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

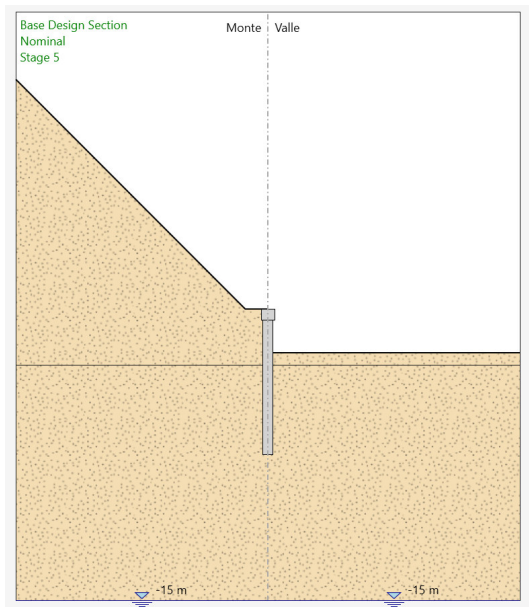


Cod. CBRE015B

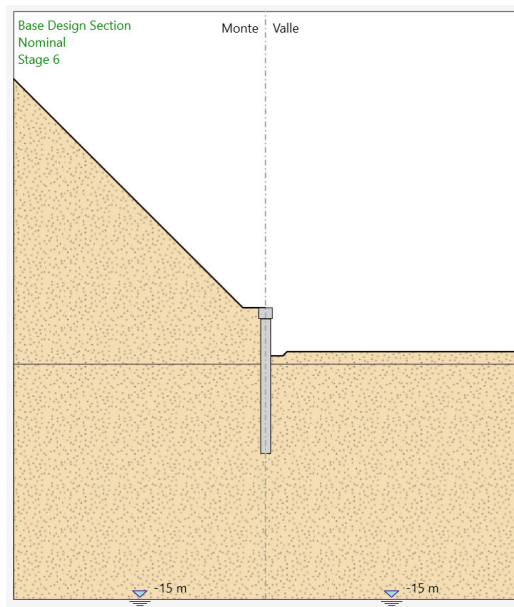
Relazione di calcolo

Pag. 13 di 124

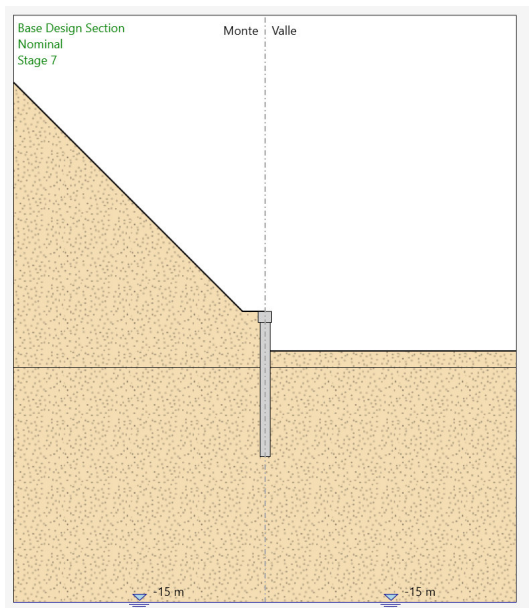
Fase 5 – scavo a valle



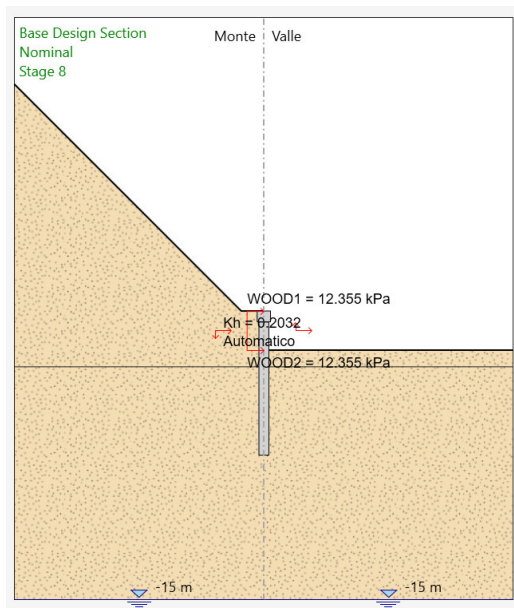
Fase 6 – scavo per realizzazione canaletta



Fase 7 – configurazione finale



Fase 8 – applicazione azione sismica





Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 14 di 124

In accordo a quanto riportato al capitolo 4 per al terreno sono stati assegnati i seguenti parametri:

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 25^\circ$$

$$c' = 20 \text{ kPa}$$

$$E' = 15 \text{ MPa}$$

Cautelativamente alla parte spingente è stato annullato il contributo coesivo.

5.4.2 Risultati delle analisi

Nelle immagini seguenti si riporta l'andamento delle sollecitazioni lungo la paratia derivanti dalle analisi.

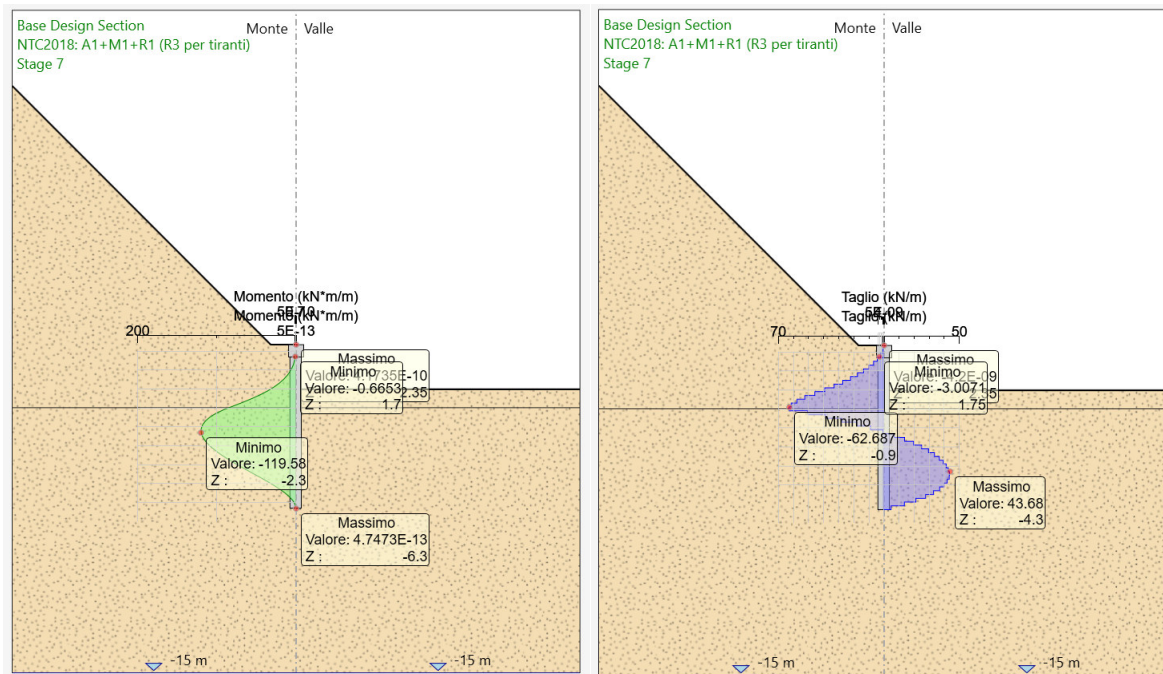


Figura 1 – FASE 7 SLU – Momento flettente e taglio



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 15 di 124

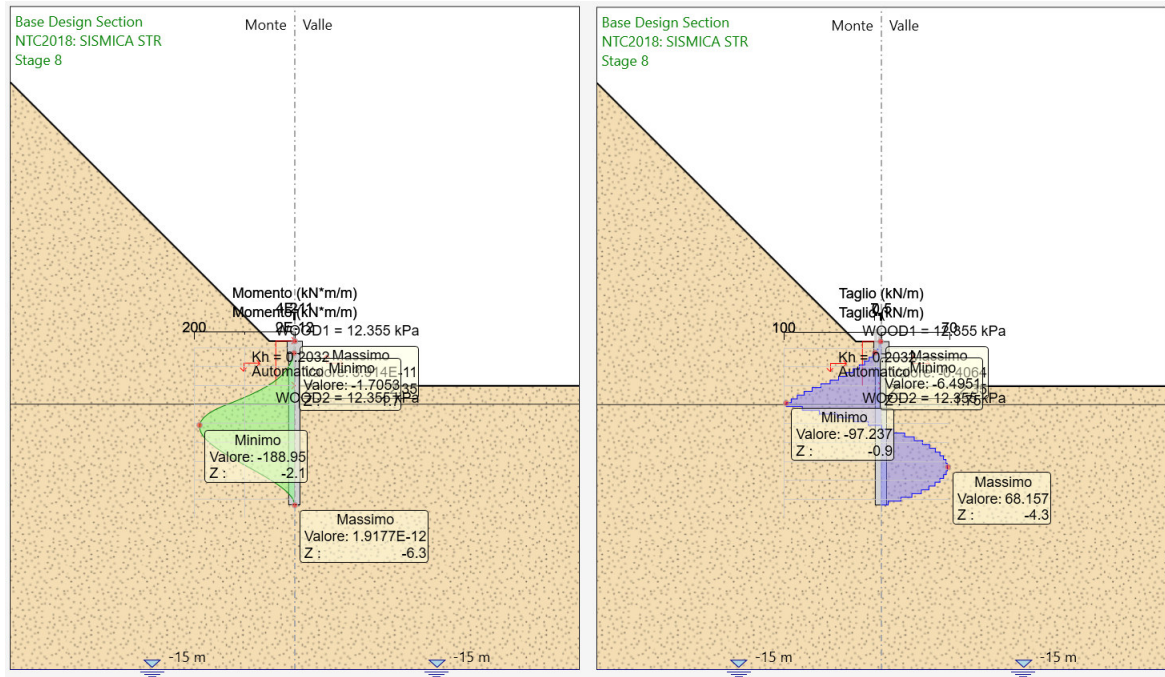


Figura 2 – FASE 8 SLV – Momento flettente e taglio

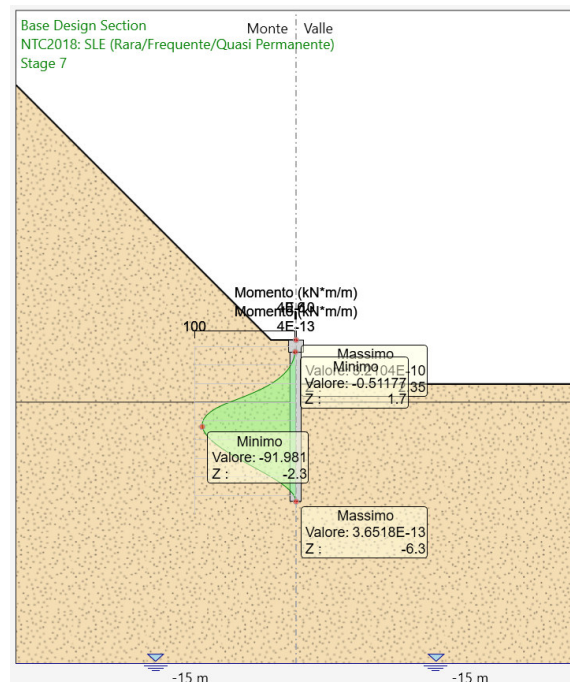


Figura 3 – FASE 7 SLE – Momento flettente



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

 Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

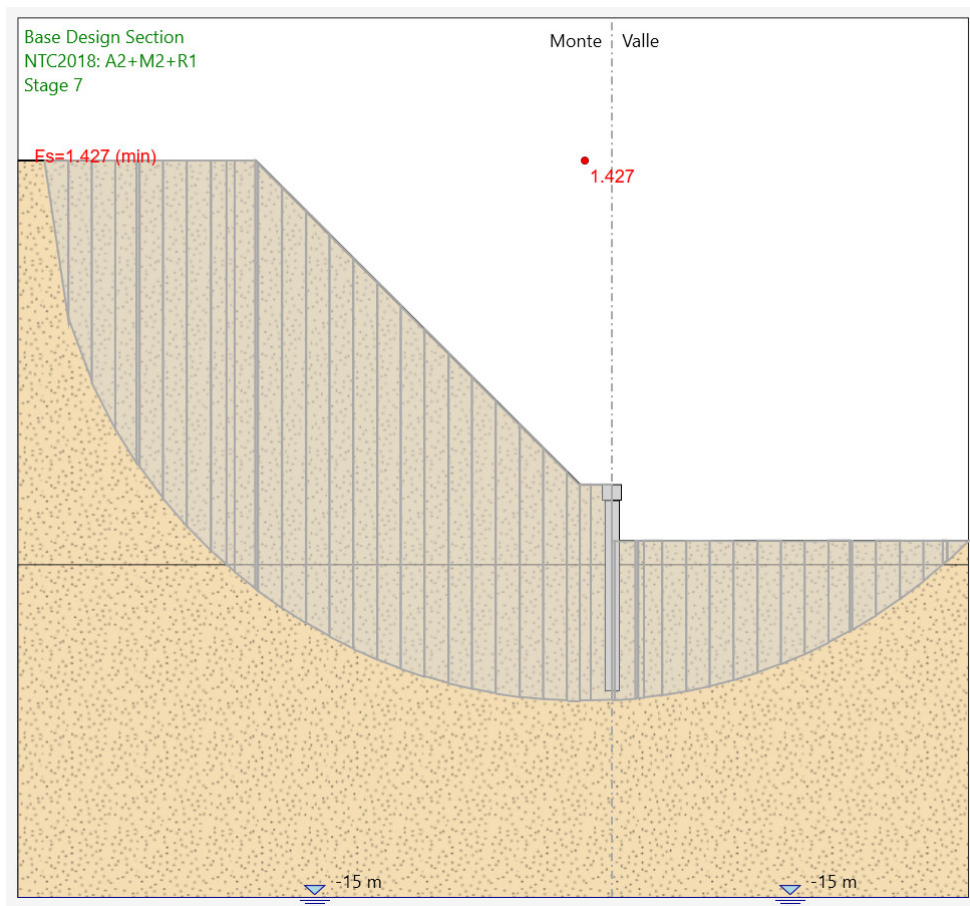
Pag. 16 di 124

5.4.3 Verifiche geotecniche

Il programma di calcolo restituisce valori positivi per le verifiche SLU di tipo geotecnico (GEO).

5.4.4 Verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno

Verifica in condizioni statiche



Essendo il fattore di sicurezza maggiore di 1.1 la verifica risulta soddisfatta.

Verifica in condizioni sismiche

Per le verifiche in condizioni sismiche è stato considerato un valore di $\beta_s=0.38$



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

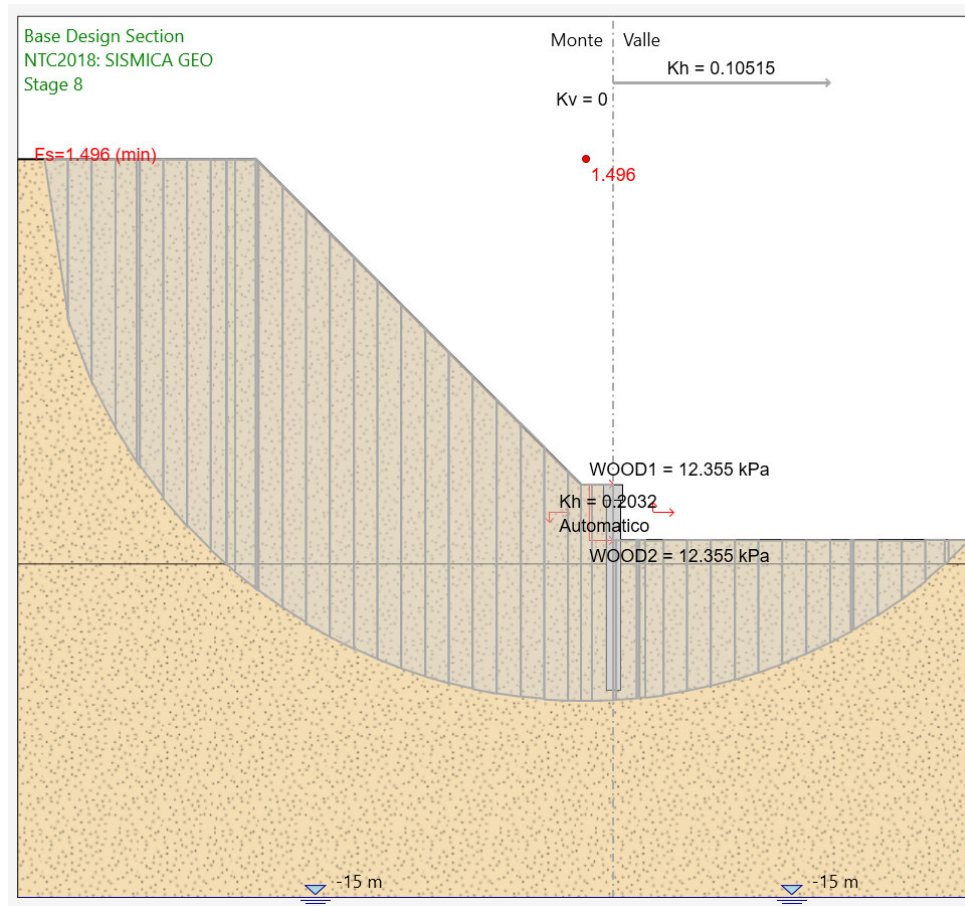
PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 17 di 124



Essendo il fattore di sicurezza maggiore di 1.2 la verifica risulta soddisfatta.

5.4.5 Verifiche strutturali

Di seguito si riportano i valori massimi del momento, del taglio provenienti dalle analisi.

FASE	COMBINAZIONE	SOLLECITAZIONI DERIVANTI DAL MODELLO			SOLLECITAZIONI SUL SINGOLO PALO		
		M_{max} (kNm/m)	V_{max} (kN/m)	H_{Mmax} (kNm/m)	N_{max} (kN)	M_{max} (kNm)	V_{max} (kN)
7	SLE	91.98		-2.3	28.27	73.58	
7	SLU STR (A1+M1)	119.58	62.69	-2.3	28.27	95.66	50.15
8	SLV	188.95	97.24	-2.1	26.86	151.16	77.79



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
 MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
 MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 18 di 124

DATI GENERALI SEZIONE CIRCOLARE DI PALO IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Palo
Forma della sezione:	Circolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	14.16 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	7.08 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.56 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.0 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.0 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.3 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1*\beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$:	0.50
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.0 MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione:	60.0	cm
Barre circonferenza:	16Ø18	(40.7 cm ²)
Coprif.(dal baric. barre):	7.9	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione		
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale		
MT	Momento torcente [kN m]		

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	28.27	95.66	50.15	0.00
2	26.86	151.16	77.79	0.00



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 19 di 124

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	28.27	73.58

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	28.27	73.58 (69.03)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	28.27	73.58 (69.03)

RISULTATI DEL CALCOLO**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.8 cm
Interferro massimo barre longitudinali: 0.0 cm [deve essere < 0.0]
Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
As Tot. Area complessiva armature long. pilastro [cm²]. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tot.
1	S	28.27	95.66	28.05	316.90	3.313	12.9	---	---	40.7 (8.5)
2	S	26.86	151.16	26.88	316.73	2.095	12.9	---	---	40.7 (8.5)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	30.0	0.00189	22.1	-0.00715	-22.1



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 20 di 124

2	0.00350	30.0	0.00188	22.1	-0.00715	-22.1
---	---------	------	---------	------	----------	-------

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe/legature: 10 mm
 Passo staffe: 15.0 cm [Passo massimo di normativa = 21.6 cm]
 N.Bracci staffe: 2
 Area staffe/m : 10.5 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 2.6 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
 Vrd Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
 bw|z Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Braccio coppia interna
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	bw z	Ctg	Acw	AST
1	S	50.15	723.38	160.07	51.9 39.1	1.000	1.007	3.3
2	S	77.79	723.21	160.08	51.9 39.1	1.000	1.007	5.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Ss min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.95	-30.0	0.00	30.0	-116.4	22.1	19.8	1192	17.8	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 K2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2)in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
 srm Distanza massima in mm tra le fessure
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00073	0.00037		0.50	0.60	0.000349 (0.000349)	443	0.155 (990.00)	69.03

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.95	-30.0	0.00	30.0	-116.4	22.1	19.8	1192	17.8	----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
--------	-----	----	----	----	----	----	------	-----	----	---------



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 21 di 124

1 S -0.00073 0.00037 0.50 0.60 0.000349 (0.000349) 443 0.155 (0.20) 69.03

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.95	-30.0	0.00	30.0	-116.4	22.1	19.8	1192	17.8	---

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00073	0.00037		0.50	0.40	0.000349 (0.000349)	443	0.155 (0.20)	69.03

5.4.6 Verifica spostamenti

Come riportato nell'immagine che seguente lo spostamento massimo in testa all'opera in fase 7 è pari a circa 1.7 cm.

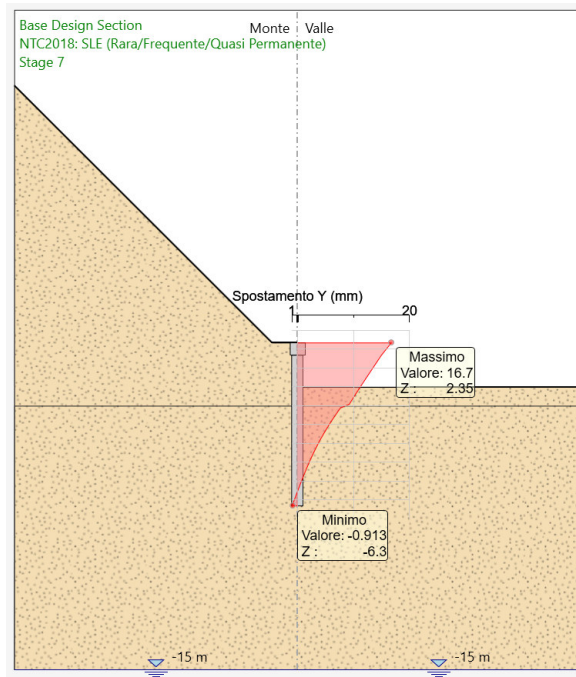


Figura 4 – FASE 7 SLE – spostamenti



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

 Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 22 di 124

6 TERRA RINFORZATA: ANALISI DEI CARICHI E VERIFICHE

La struttura di sostegno in terra rinforzata con paramento rinverdibile è costituita da elementi di armatura planari orizzontali, larghi 3.0 m, in rete metallica a doppia torsione.

6.1 Verifiche di sicurezza (SLU)

6.1.1 Verifiche in condizioni statiche

Per i muri di sostegno o per strutture ad essi assimilabili devono essere effettuate, in accordo alle NTC 2018, le verifiche con riferimento ai seguenti stati limite:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- scorrimento sul piano di posa;
- collasso per carico limite del complesso fondazione – terreno;
- ribaltamento;
- stabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno.

SLU di tipo strutturale (STR)

- raggiungimento della resistenza strutturale del muro.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno deve essere effettuata secondo l'Approccio 1 – Combinazione 2 (A2+M2+R2) tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I delle NTC18.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2 con la combinazione (A1+M1+R3) tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I delle NTC18. Nella verifica a ribaltamento i coefficienti R3 si applicano agli effetti delle azioni stabilizzanti.

Nel caso della terra rinforzata va eseguita anche la verifica di stabilità interna.

6.1.2 Verifica di stabilità

L'esame delle condizioni di stabilità viene condotto utilizzando gli usuali metodi dell'equilibrio limite. In particolare si è fatto riferimento al metodo di Bishop modificato che prevede:

- comportamento del terreno rigido-perfettamente plastico e criterio di rottura di Mohr-Coulomb;
- superfici circolari e quasi circolari, cioè superfici che vengono assimilate a superfici circolari adottando un centro di rotazione fittizio;
- forze di interazione tra i conci solo orizzontali;



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

 Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

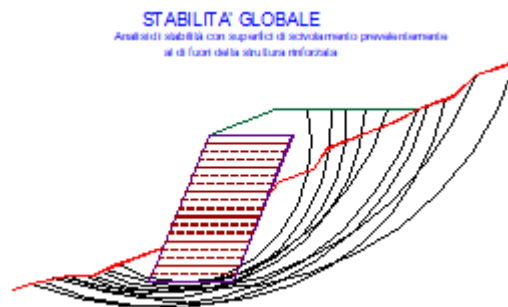
Pag. 23 di 124

- coefficiente di sicurezza ottenuto mediante condizione di equilibrio alla rotazione intorno al centro della circonferenza;
- non viene soddisfatto l'equilibrio globale in direzione orizzontale.

In relazione ai modelli di comportamento dei rinforzi una verifica di stabilità può essere condotta con il metodo rigido o con il metodo degli spostamenti.

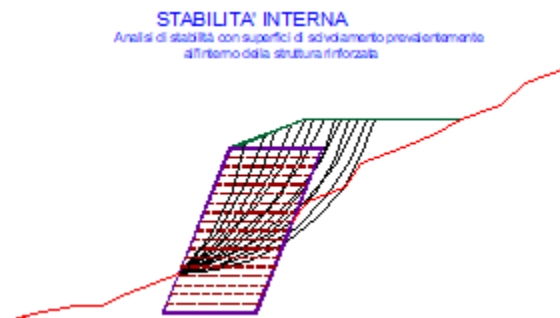
6.1.2.1 Verifica di stabilità globale

La verifica di stabilità globale è da utilizzare per valutare la stabilità dell'opera nei confronti di meccanismi di potenziale scivolamento profondi e quindi eventualmente esterni ai rinforzi stessi.



6.1.2.2 Verifica di stabilità interna

La verifica di stabilità interna è quella verifica che consente di valutare il dimensionamento dell'opera, intesa come definizione dei rinforzi (tipologia, spaziatura, lunghezza, ecc.). In tale tipo di verifica le superfici di potenziale scivolamento partono dal piede di valle dell'opera di rinforzo e terminano nella parte superiore del pendio dopo aver attraversato l'opera progettata.



 Comune di Deruta	 Regione Umbria	 Next Generation EU EuroPA Comune	
PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO: MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA			
	Cod. CBRE015B	Relazione di calcolo	Pag. 24 di 124

6.1.2.3 Modello rigido

Nel modello rigido si ipotizza che un qualsiasi rinforzo che attraversi la superficie di potenziale scorrimento analizzata fornisca la forza di rottura del rinforzo, penalizzata dal relativo coefficiente di sicurezza, indipendentemente dai valori di rigidezza dei rinforzi stessi. Per ciascun rinforzo devono essere verificate le seguenti condizioni:

- deve essere garantito un ancoraggio minimo;
- deve essere garantito lo sfilamento nella zona di ancoraggio;
- deve essere garantito lo sfilamento all'interno della porzione di terreno instabile.

Nel primo caso, una lunghezza di ancoraggio inferiore al minimo stabilito comporta l'annullamento completo della trazione nel rinforzo. Nel secondo e nel terzo caso la trazione nel rinforzo viene limitata al minore dei due valori di sfilamento. Il calcolo delle forze ultime di sfilamento viene eseguito con il procedimento riportato nei paragrafi seguenti, che si basa sulla considerazione che in tutti i punti del rinforzo sia raggiunta la condizione ultima (τ_u).

6.1.2.4 Sfilamento esterno (tratto di ancoraggio)

La zona di ancoraggio viene suddivisa in tratti e per ciascun tratto si calcola il valore della tensione tangenziale ultima (τ_u) dalla seguente relazione:

$$\tau_u = f \cdot \sigma_v$$

dove:

f = coefficiente di attrito totale del rinforzo sui materiali sopra e sotto nel tratto interessato, potendo essere rinforzo su rinforzo (f_{rr}) o rinforzo su terreno (f_{tr}).

σ_v = tensione verticale efficace sul tratto considerato, ottenuta dalla relazione:

$$\sigma_v = (W + P_v - U) / dx$$

- W = peso totale della colonna di terreno sovrastante;
- P_v = componente verticale del carico distribuito uniforme agente in sommità;
- U = pressione neutra;
- dx = larghezza del tratto considerato.

L'integrale delle tensioni tangenziali ultime fornisce la forza di sfilamento esterna ultima del rinforzo.

 Comune di Deruta	 Regione Umbria	 Next Generation EU EuroPA Comune	
PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO: MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA			
	Cod. CBRE015B	Relazione di calcolo	Pag. 25 di 124

6.1.2.5 Sfilamento interno

Nel caso di rinforzi secondari il procedimento per il calcolo della forza di sfilamento ultima è identico a quella dello sfilamento esterno.

Nel caso di rinforzi principali è da aggiungere il contributo resistente dovuto al risvolto. Tale contributo (F_0) può essere calcolato mediante somma di due contributi:

$$F_0 = F_1 + \Delta F$$

dove F_1 è il contributo che genera sfilamento nella parte risvoltata (orizzontale), mentre ΔF è l'ulteriore contributo che tiene conto delle forze radenti lungo il tratto subverticale, adiacente al paramento.

F_1 viene calcolata con procedimento analogo a quello dello sfilamento esterno (integrazione delle forze tangenziali ultime), mentre ΔF viene calcolato, nell'ipotesi che il tratto in oggetto assuma una configurazione semicircolare, dalla relazione:

$$\Delta F = F_1 \cdot \pi \cdot f_{tr}$$

6.1.3 Verifiche in condizioni sismiche

In condizioni sismiche, le verifiche vengono condotte mediante analisi pseudostatiche, che riconducono, attraverso opportuni coefficienti sismici moltiplicativi delle masse in gioco (orizzontale k_h e verticale k_v), le azioni indotte dal sisma a forze statiche equivalenti.

Con riferimento allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV), i parametri sismici sono di seguito riportati.

- Accelerazione orizzontale massima attesa su suolo rigido: $a_g/g = 0.179$
- Coefficiente di sottosuolo : $S = S_s \cdot S_t = 1.728$
- Coefficiente di riduzione: $\beta_m = 0.38$
- Coefficiente sismico orizzontale: $k_h = S \cdot a_g/g \cdot \beta_m = 1.28 \times 0.179 \times 0.38 = 0.117$
- Coefficiente sismico verticale $k_v = k^h / 2 = + 0.059$

Le verifiche di sicurezza devono essere effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando le resistenze di progetto con i coefficienti parziali indicati al capitolo 7 delle NTC18.



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 26 di 124

6.2 Analisi e verifica terra rinforzata

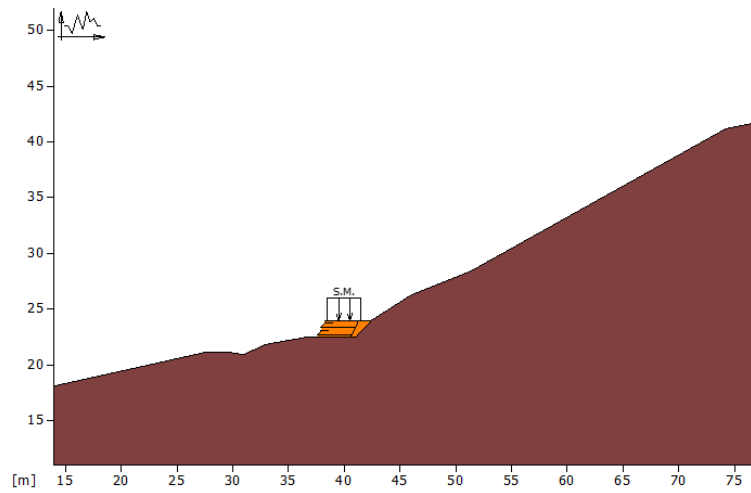
6.2.1 Modellazione adottata

In accordo a quanto riportato al capitolo 4 per al terreno in sito sono stati assegnati i seguenti parametri:

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 24^\circ$$

$$c' = 20 \text{ kPa}$$



X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	15.00	27.39	21.09	29.63	21.12	30.97	20.92
32.90	21.83	36.55	22.48	37.59	22.48	41.03	22.48
42.46	24.01	46.01	26.27	51.35	28.42	60.65	33.61
74.21	41.18	77.89	41.91				

Figura 5 – Sezione di analisi

Per il terreno costituente le terre rinforzate è stato invece considerato:

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 32^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

Viene trascurato il contributo della soletta di spessore 20 cm.



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

 Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 27 di 124

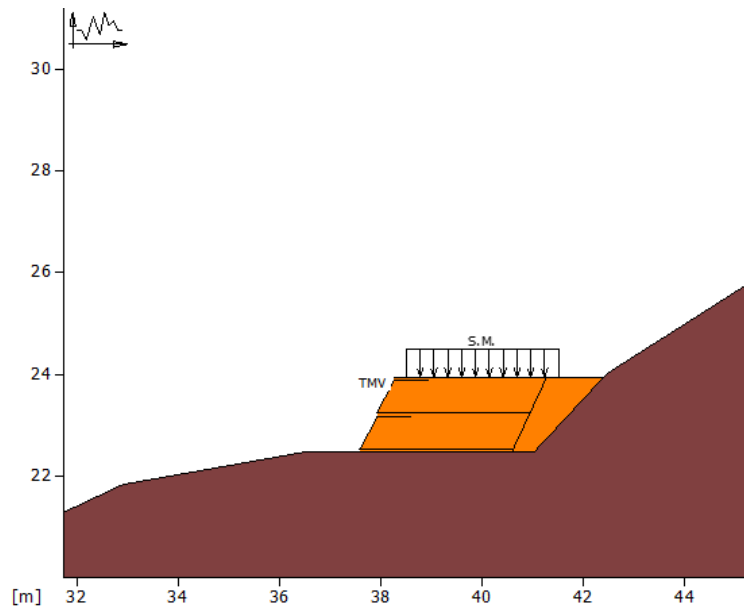


Figura 6 – Sezione di analisi

Le caratteristiche della terra rinforzata sono riportate a seguire:

Larghezza = 3.00 m

Altezza = 1.46 m

Inclinazione paramento rispetto all'orizzontale = 65°

Coordinate Origine: Ascissa = 37.58 m Ordinata = 22.48 m

Rinforzi:

Lunghezza = 3.00 m

Interasse = 0.73 m

Risvolto = 0.65 m

Carico di rottura Nominale (T_r) = 35.00 kN/m

Lunghezza minima di ancoraggio = 0.15 m

Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia) = 1.26

Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia) = 1.09

Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo) = 1.09

Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla) = 1.09

Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo = 0.30

Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia = 0.90

Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia = 0.65



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 28 di 124

Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo = 0.50

Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla = 0.30

Sisma:

Accelerazione: Orizzontale= 1.15 m/s^2 Verticale = 0.58 m/s^2

6.2.2 Verifiche in condizioni statiche

6.2.2.1 Verifica di stabilità interna

Combinazione di carico: A1 + M1 + R3

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Superfici:

- Intervallo di ricerca delle superfici - segmento di arrivo $x = 39.00 - 45.00 \text{ m}$
- Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza: 1
- Numero totale superfici di prova: 1000
- Lunghezza segmenti delle superfici: 0.50 m
- Angolo limite orario: 0.00°
- Angolo limite antiorario: 0.00°

Coefficienti:

- | | |
|---|------|
| - Variabile sfavorevole | 1.50 |
| - Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio | 1.00 |
| - Coeff. Parziale - Coesione efficace | 1.00 |
| - Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume – favorevole | 1.00 |
| - Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume – sfavorevole | 1.30 |
| - Fs Rottura Rinforzi | 1.00 |
| - Fs Sfilamento Rinforzi | 1.00 |
| - Coeff. Parziale R – Stabilità | 1.10 |

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato: 2.376



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 29 di 124

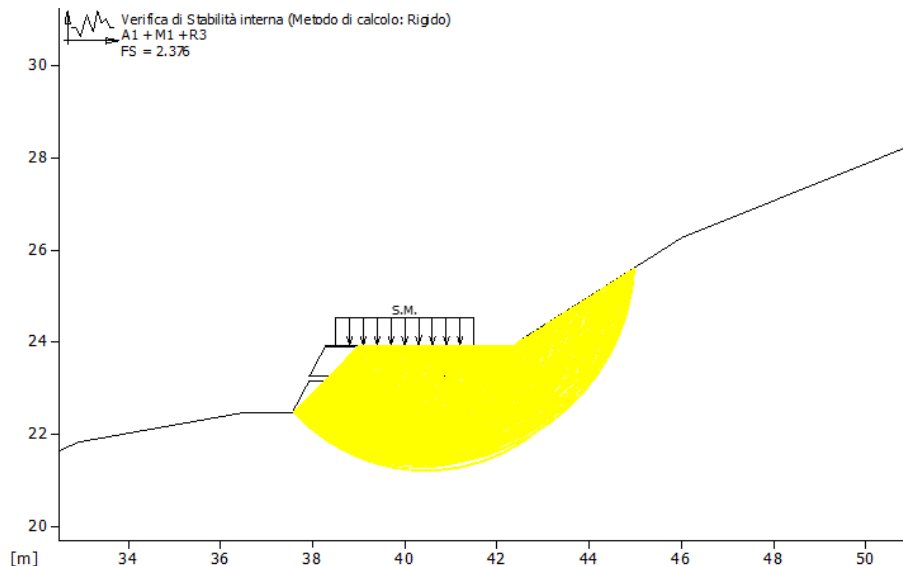


Figura 7 – Verifica di stabilità interna in condizioni statiche

6.2.2.2 Verifica di stabilità globale

Combinazione di carico: A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Superfici:

- Intervallo di ricerca delle superfici - segmento di partenza x = 25.00 – 36.90 m
- Intervallo di ricerca delle superfici - segmento di arrivo x = 42.00 - 50.00 m
- Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza: 100
- Numero totale superfici di prova: 1000
- Lunghezza segmenti delle superfici: 0.50 m
- Angolo limite orario: 0.00°
- Angolo limite antiorario: 0.00°

Coefficienti:

- | | |
|---|------|
| - Variabile sfavorevole | 1.30 |
| - Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio | 1.25 |
| - Coeff. Parziale - Coesione efficace | 1.25 |
| - Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume – favorevole | 1.00 |
| - Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume – sfavorevole | 1.00 |



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 30 di 124

- Fs Rottura Rinforzi 1.00
- Fs Sfilamento Rinforzi 1.00
- Coeff. Parziale R – Stabilità 1.10

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato 2.373

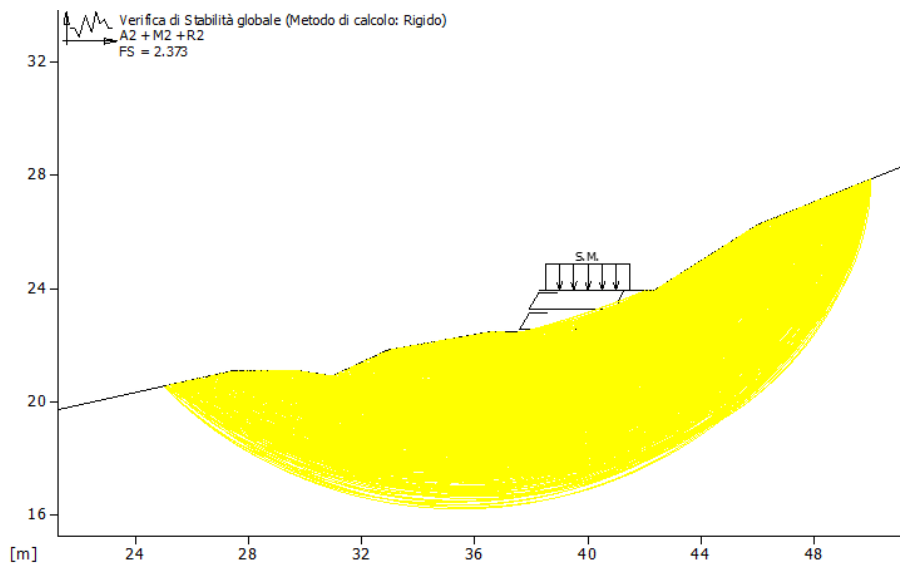


Figura 8 – Verifica di stabilità globale in condizioni statiche

6.2.2.3 Verifica come muro di sostegno in condizioni statiche

Combinazione di carico: A1 + M1 + R3

Stabilità verificata sul blocco: TMV

Coefficienti:

- Variabile sfavorevole 1.50
- Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio 1.00
- Coeff. Parziale - Coesione efficace 1.00
- Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume – favorevole 1.00
- Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume – sfavorevole 1.30
- Fs Rottura Rinforzi 1.00
- Fs Sfilamento Rinforzi 1.00
- Coeff. Parziale R – Scorrimento 1.10



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 31 di 124

- Coeff. Parziale R – Capacità portante 1.40
- Coeff. Parziale R – Ribaltamento 1.15

Forza Stabilizzante: 102.49 kN/m

Forza Instabilizzante: 3.12 kN/m

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento: 29.82

Momento Stabilizzante: 183.23 kNm/m

Momento Instabilizzante: 2.98 kNm/m

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento: 53.55

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima: 397.86 kN/m²

Pressione media agente: 31.83 kN/m²

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante: 8.929

Fondazione equivalente: 3.00 m

Eccentricità forza normale: -0.39 m

Braccio momento: 0.95 m

Forza normale: 95.43 kN

Pressione estremo di valle: -2.13 kN/m²

Pressione estremo di monte: 88.01 kN/m²



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 32 di 124

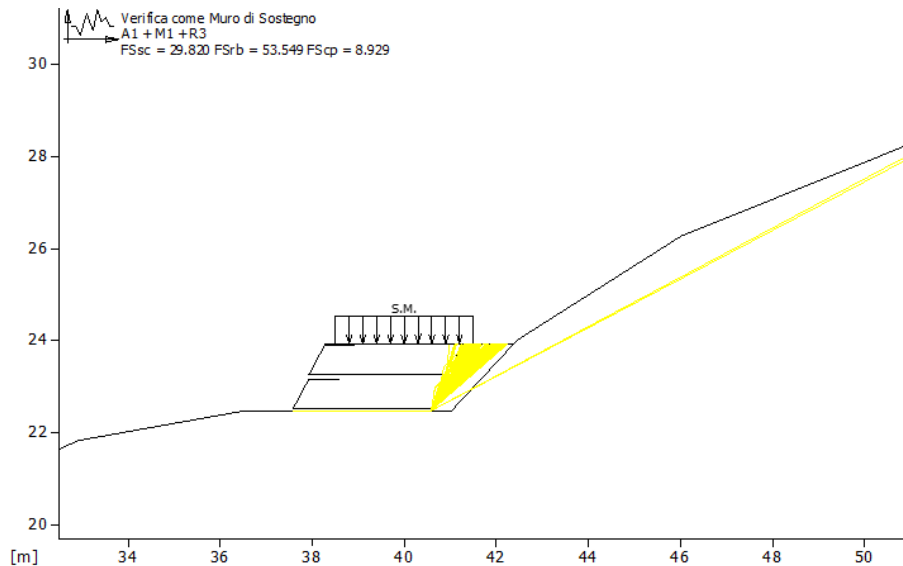


Figura 9 – Verifica come muro di sostegno in condizioni statiche

6.2.3 Verifiche in condizioni sismiche

6.2.3.1 Verifica di stabilità interna

Combinazione di carico: M1 + R3 + $K_h \pm K_v$

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Superfici:

- Intervallo di ricerca delle superfici - segmento di arrivo $x = 39.00 - 45.00$ m
- Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza: 1
- Numero totale superfici di prova: 1000
- Lunghezza segmenti delle superfici: 0.50 m
- Angolo limite orario: 0.00°
- Angolo limite antiorario: 0.00°

Coefficienti:

- | | |
|---|------|
| - Variabile sfavorevole | 1.00 |
| - Sisma | 1.00 |
| - Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio | 1.00 |
| - Coeff. Parziale - Coesione efficace | 1.00 |



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 33 di 124

- Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume – favorevole 1.00
- Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume – sfavorevole 1.00
- Fs Rottura Rinforzi 1.00
- Fs Sfilamento Rinforzi 1.00
- Coeff. Parziale R – Stabilità 1.20

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato: 1.417

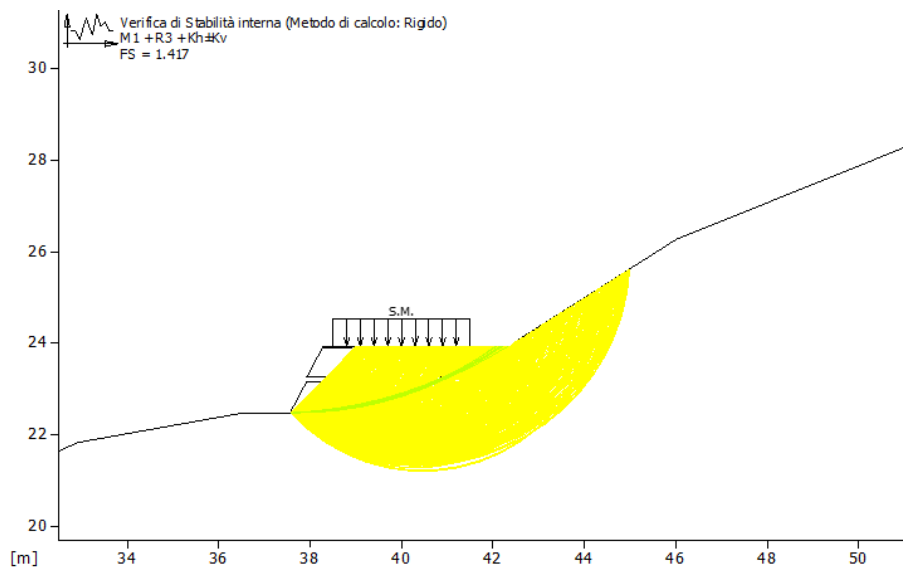


Figura 10 – Verifica di stabilità interna in condizioni sismiche

6.2.3.2 Verifica di stabilità globale

Combinazione di carico: $M2 + R2 + Kh \pm Kv$

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Superfici:

- Intervallo di ricerca delle superfici - segmento di partenza $x = 25.00 - 36.90$ m
- Intervallo di ricerca delle superfici - segmento di arrivo $x = 42.00 - 50.00$ m
- Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza: 100
- Numero totale superfici di prova: 1000
- Lunghezza segmenti delle superfici: 0.50 m



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 34 di 124

- Angolo limite orario: 0.00°
- Angolo limite antiorario: 0.00°

Coefficienti:

- | | |
|---|------|
| - Variabile sfavorevole | 1.00 |
| - Sisma | 1.00 |
| - Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio | 1.00 |
| - Coeff. Parziale - Coesione efficace | 1.00 |
| - Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume – favorevole | 1.00 |
| - Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume – sfavorevole | 1.00 |
| - Fs Rottura Rinforzi | 1.00 |
| - Fs Sfilamento Rinforzi | 1.00 |
| - Coeff. Parziale R – Stabilità | 1.20 |

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato 2.038

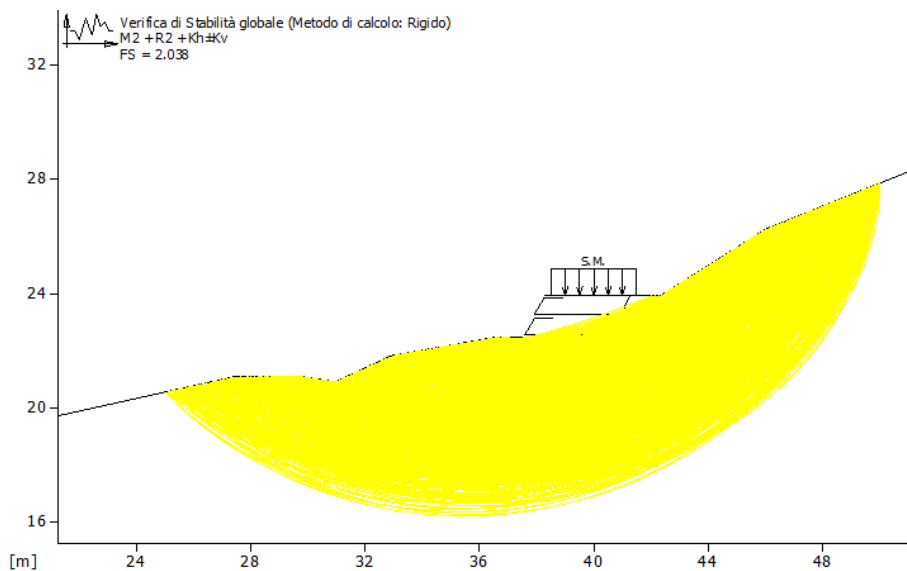


Figura 11 – Verifica di stabilità globale in condizioni sismiche

6.2.3.3 Verifica come muro di sostegno

Combinazione di carico: M1 + R3 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco: TMV



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 35 di 124

Coefficienti:

- Variabile sfavorevole	1.00
- Sisma	1.00
- Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio	1.00
- Coeff. Parziale - Coesione efficace	1.00
- Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume – favorevole	1.00
- Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume – sfavorevole	1.00
- Fs Rottura Rinforzi	1.00
- Fs Sfilamento Rinforzi	1.00
- Coeff. Parziale R – Scorrimento	1.00
- Coeff. Parziale R – Capacità portante	1.20
- Coeff. Parziale R – Ribaltamento	1.00

Forza Stabilizzante: 97.96 kN/m

Forza Instabilizzante: 12.75 kN/m

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento: 7.683

Momento Stabilizzante: 170.52 kNm/m

Momento Instabilizzante: 18.71 kNm/m

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento: 9.114

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima: 287.33 kN/m²

Pressione media agente: 28.73 kN/m²

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante: 8.333

Fondazione equivalente: 3.00 m

Eccentricità forza normale: 0.28 m

Braccio momento: 1.47 m

Forza normale: 85.25 kN

Pressione estremo di valle: 10.81 kN/m²



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

 Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 36 di 124

Pressione estremo di monte: 59.11 kN/m²

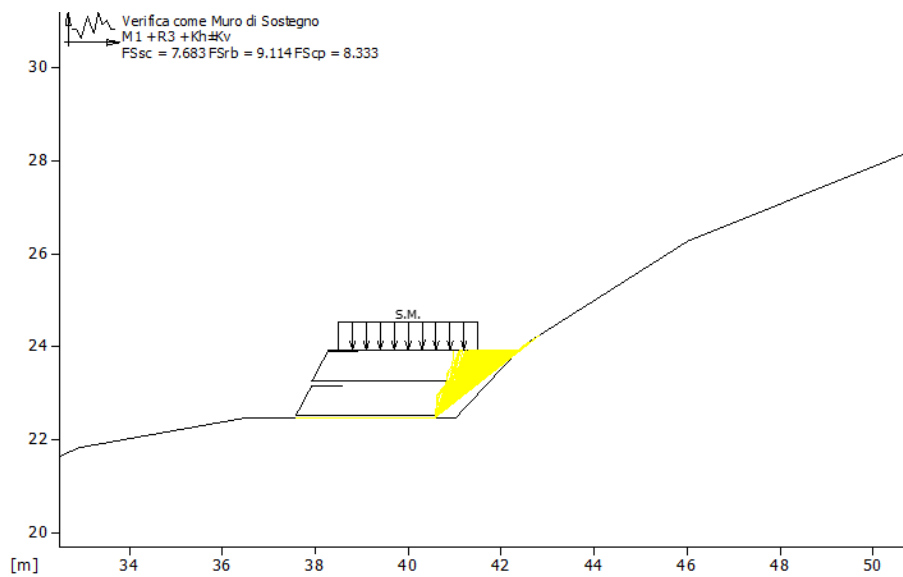


Figura 12 – Verifica come muro di sostegno in condizioni sismiche



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 37 di 124

7 PASSERELLA PEDONALE: ANALISI DEI CARICHI E VERIFICHE

Di seguito si riportano il calcolo e la verifica della passerella pedonale realizzata adiacente le mura antiche che permette il passaggio lungo le mura necessario per la manutenzione.

Tale passerella è realizzata in legno massiccio di classe C40 composta da travi 30x30 cm, da un tavolato di spessore 5 cm e da due parapetti formati da tavole di spessore 5 cm con montanti di spessore 8 cm posti ad interasse 1.20 m. Tale struttura viene appoggiata su 3 cordoli in c.a. di dimensioni 60x60 cm con due micropali $\Phi 200$ mm ciascuno di lunghezza 5.60 m armati con tubolare $\Phi 114.3$ mm sp=8 mm L=6.0m.

Di seguito si riporta la pinta e la sezione della passerella.

7.1 Modellazione strutturale

7.1.1 Codice di calcolo

L'analisi della struttura è stata condotta con un programma agli elementi finiti:

Titolo SAP 2000

Versione 24.0.0

Distributore CSI ITALIA

7.1.2 Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La struttura viene discretizzata con un modello tridimensionale in elementi tipo trave.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi dinamica lineare secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM17/01/2018.

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

Il modello di calcolo è mostrato nelle figure seguenti.



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

 Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 38 di 124

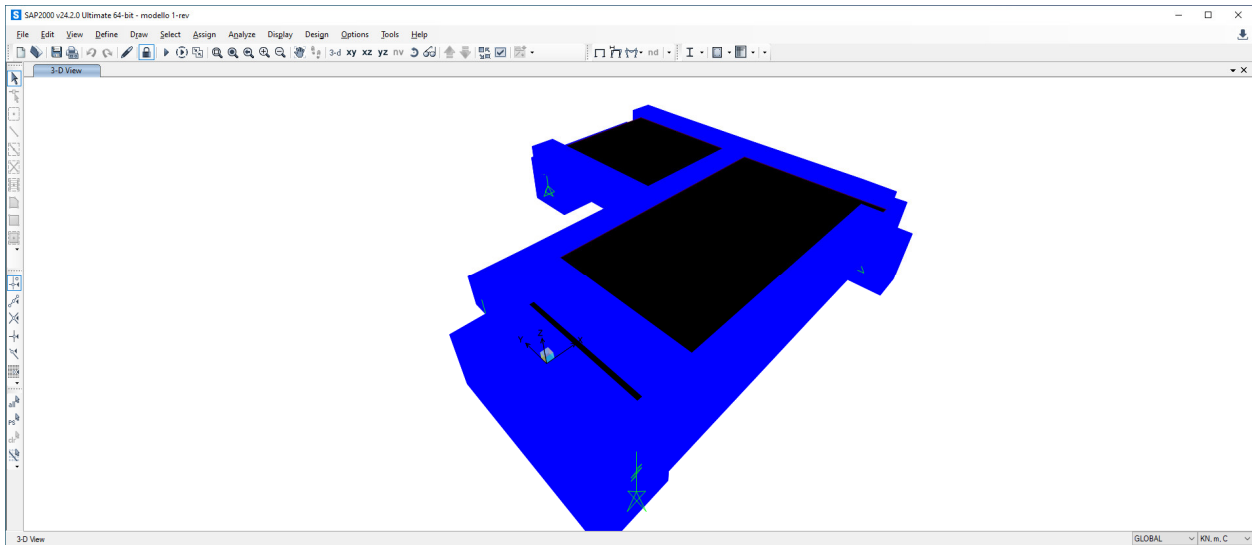
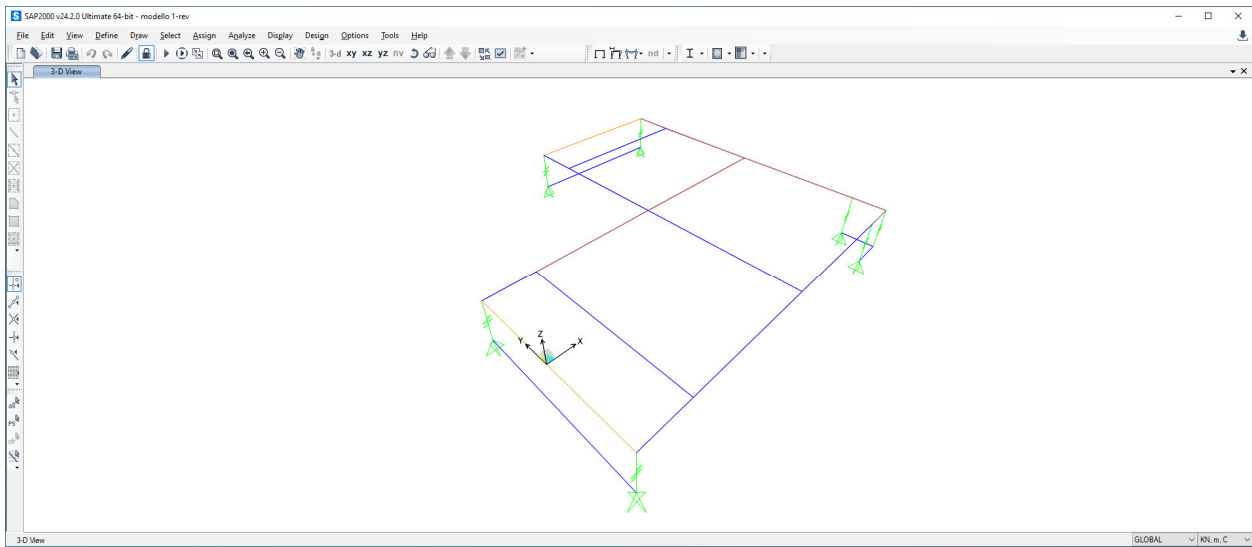


Figura 13 – Modello di calcolo



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 39 di 124

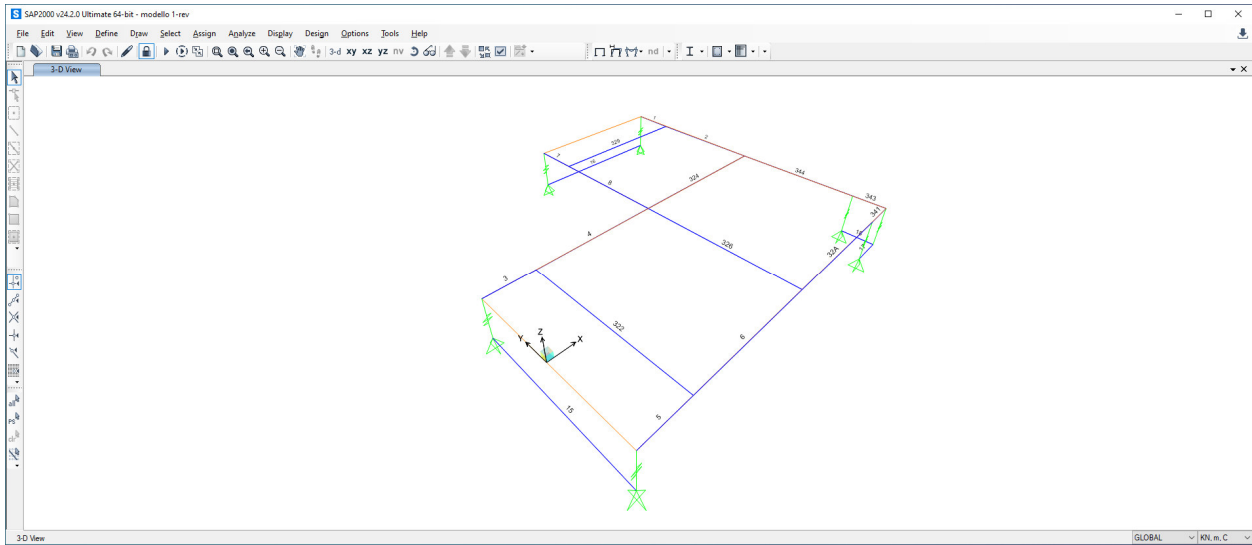


Figura 14 – Numerazione frames

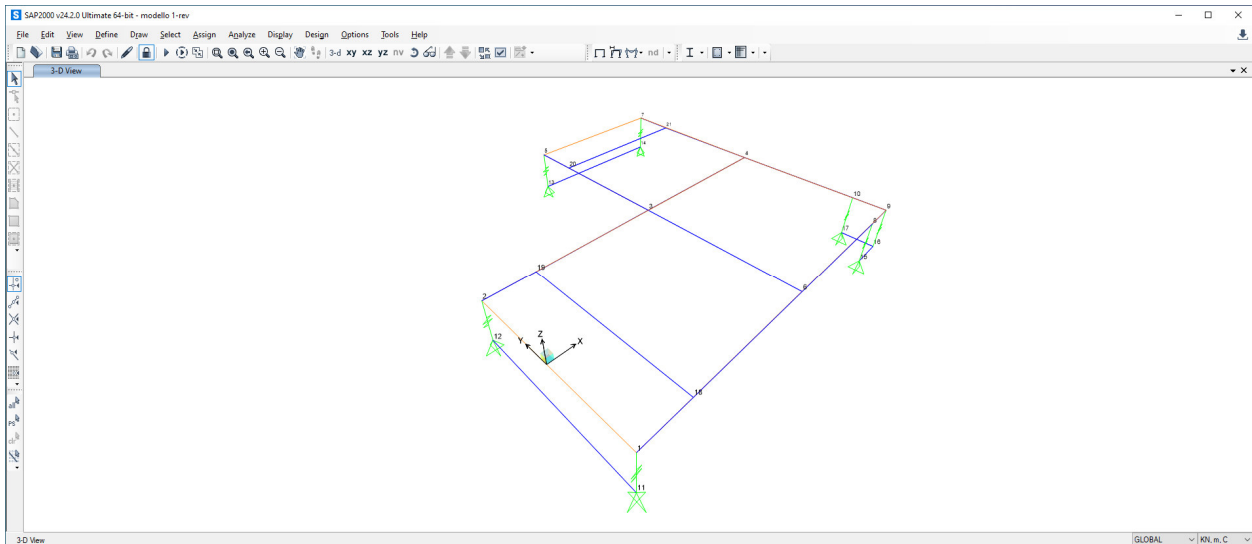


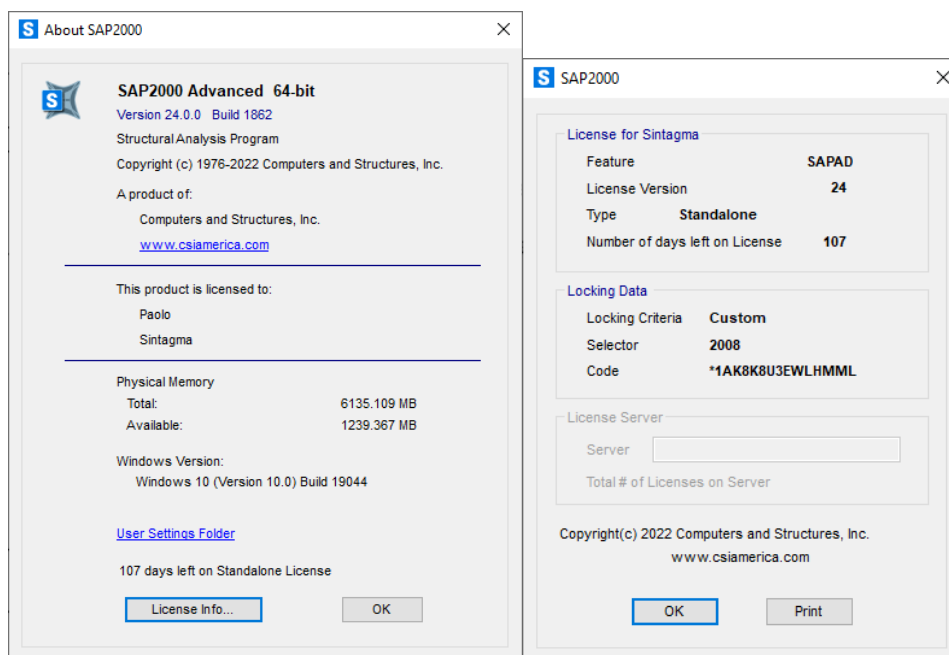
Figura 15 – Numerazione joints

7.1.3 Affidabilità dei codici di calcolo

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

Come detto, per la risoluzione del modello di calcolo si è fatto uso del programma di calcolo SAP2000 NL

Di seguito si riporta una schermata con tutte le informazioni del programma, del produttore e della licenza d'uso:



Il produttore fornisce idonea documentazione utile al corretto uso del programma. Sul sito del produttore è inoltre possibile scaricare la necessaria documentazione utile alla validazione del programma.

7.1.4 Informazioni generali sull'elaborazione

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



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 41 di 124

7.1.5 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

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

7.2 Analisi modale

Le masse associate al peso proprio della struttura sono automaticamente calcolate dal software agli elementi finiti.

Si riportano i risultati dell'analisi modale con la deformata modale dei primi 3 modi significativi.

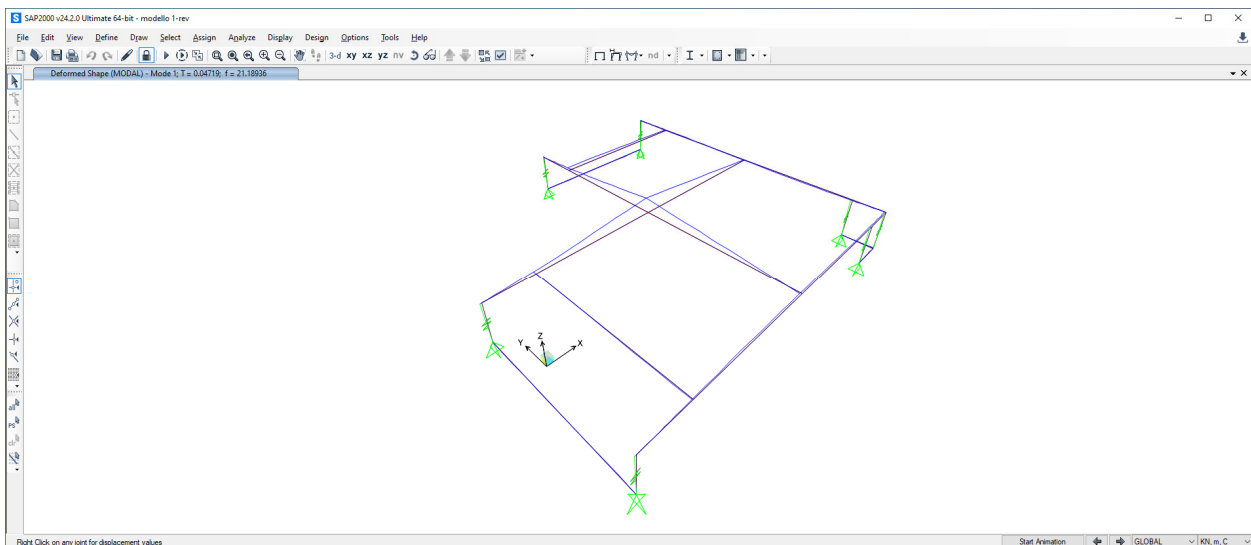


Figura 16 – Modo 1 $T1 = 0.047 s$



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

 Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 42 di 124

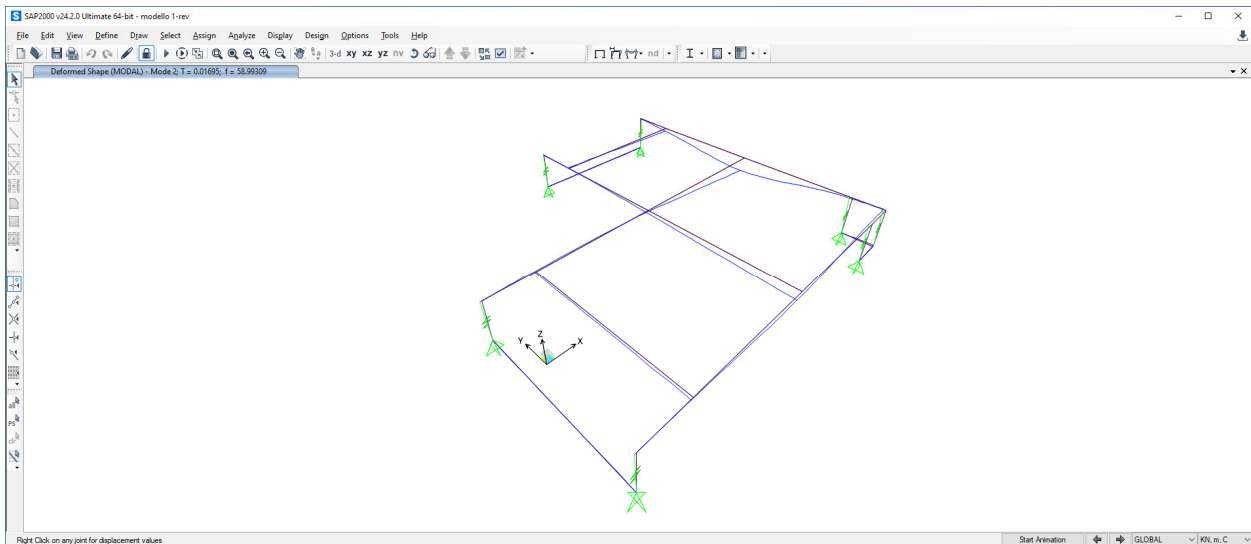


Figura 17 – Modo 2 $T_2 = 0.017$ s

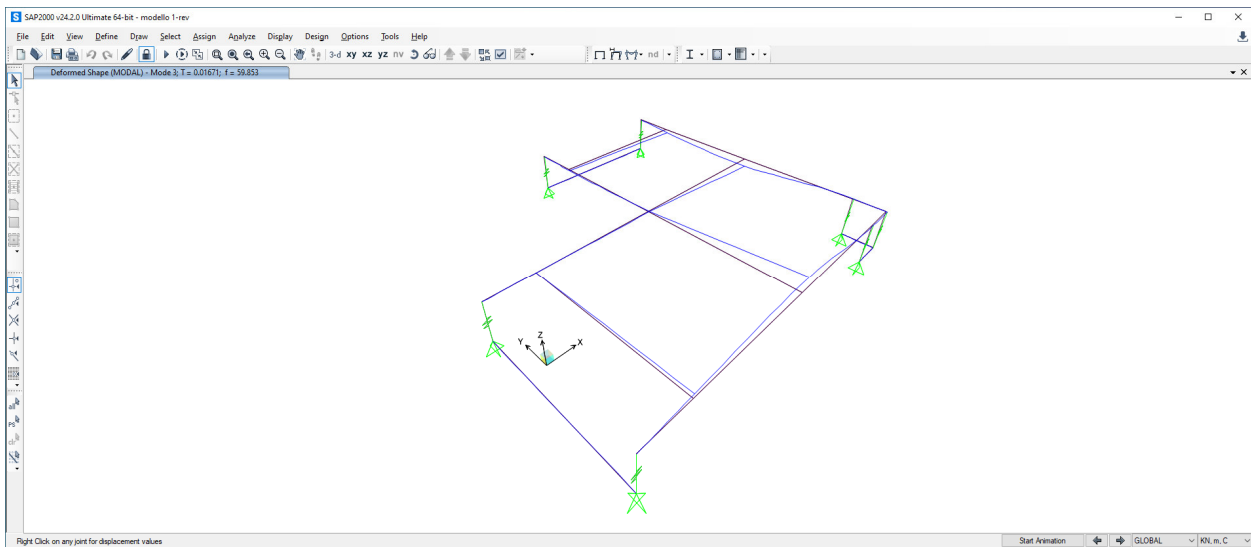


Figura 18 – Modo 3 $T_3 = 0.0167$ s



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
 MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
 MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 43 di 124

TABLE: Modal Participating Mass Ratios

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.0472	0.019	0.020	0.230	0.019	0.020	0.230
MODAL	Mode	2	0.0170	0.035	0.020	0.198	0.055	0.040	0.429
MODAL	Mode	3	0.0167	0.000	0.029	0.012	0.055	0.069	0.440
MODAL	Mode	4	0.0160	0.262	0.245	0.088	0.317	0.314	0.528
MODAL	Mode	5	0.0108	0.234	0.238	0.000	0.551	0.552	0.528
MODAL	Mode	6	0.0075	0.001	0.021	0.000	0.552	0.574	0.528
MODAL	Mode	7	0.0075	0.111	0.011	0.012	0.662	0.585	0.540
MODAL	Mode	8	0.0074	0.018	0.102	0.075	0.681	0.686	0.615
MODAL	Mode	9	0.0072	0.002	0.000	0.000	0.683	0.686	0.615
MODAL	Mode	10	0.0069	0.001	0.004	0.014	0.684	0.690	0.629
MODAL	Mode	11	0.0068	0.003	0.000	0.059	0.687	0.690	0.688
MODAL	Mode	12	0.0062	0.008	0.006	0.013	0.694	0.697	0.701
MODAL	Mode	13	0.0037	0.052	0.054	0.000	0.747	0.751	0.701
MODAL	Mode	14	0.0031	0.005	0.004	0.027	0.752	0.755	0.728
MODAL	Mode	15	0.0027	0.005	0.004	0.000	0.757	0.759	0.728
MODAL	Mode	16	0.0026	0.002	0.001	0.012	0.759	0.760	0.740
MODAL	Mode	17	0.0020	0.000	0.000	0.000	0.759	0.760	0.740
MODAL	Mode	18	0.0020	0.000	0.000	0.000	0.759	0.760	0.740
MODAL	Mode	19	0.0020	0.002	0.002	0.000	0.761	0.762	0.740
MODAL	Mode	20	0.0019	0.000	0.000	0.001	0.761	0.762	0.740
MODAL	Mode	21	0.0017	0.002	0.003	0.000	0.763	0.765	0.741
MODAL	Mode	22	0.0017	0.001	0.000	0.001	0.764	0.765	0.742
MODAL	Mode	23	0.0013	0.023	0.036	0.003	0.787	0.801	0.744
MODAL	Mode	24	0.0009	0.013	0.001	0.051	0.800	0.802	0.795
MODAL	Mode	25	0.0008	0.000	0.000	0.000	0.800	0.802	0.795
MODAL	Mode	26	0.0007	0.000	0.001	0.000	0.800	0.803	0.795
MODAL	Mode	27	0.0007	0.050	0.024	0.004	0.850	0.827	0.799
MODAL	Mode	28	0.0006	0.000	0.000	0.000	0.850	0.827	0.850
MODAL	Mode	29	0.0006	0.000	0.000	0.000	0.851	0.827	0.850
MODAL	Mode	30	0.0006	0.004	0.110	0.033	0.854	0.937	0.850

7.3 Analisi dei carichi

Si riportano di seguito i carichi utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche delle sezioni della struttura in esame.

7.3.1 Peso proprio della struttura

Le sollecitazioni indotte dal peso della struttura sono valutate automaticamente dal programma di calcolo.



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

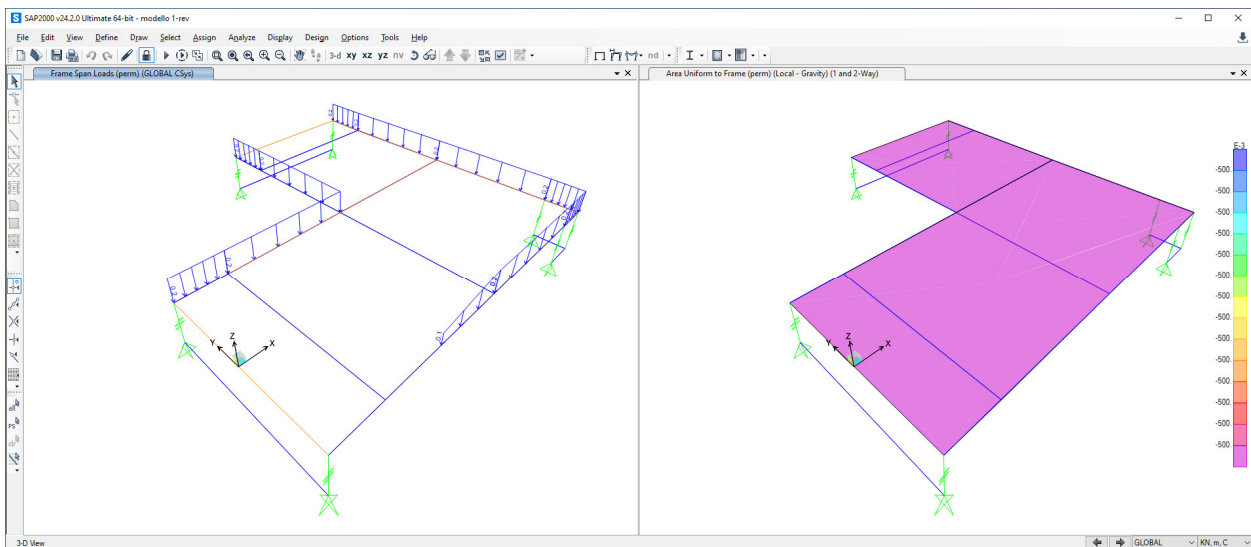
Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 44 di 124

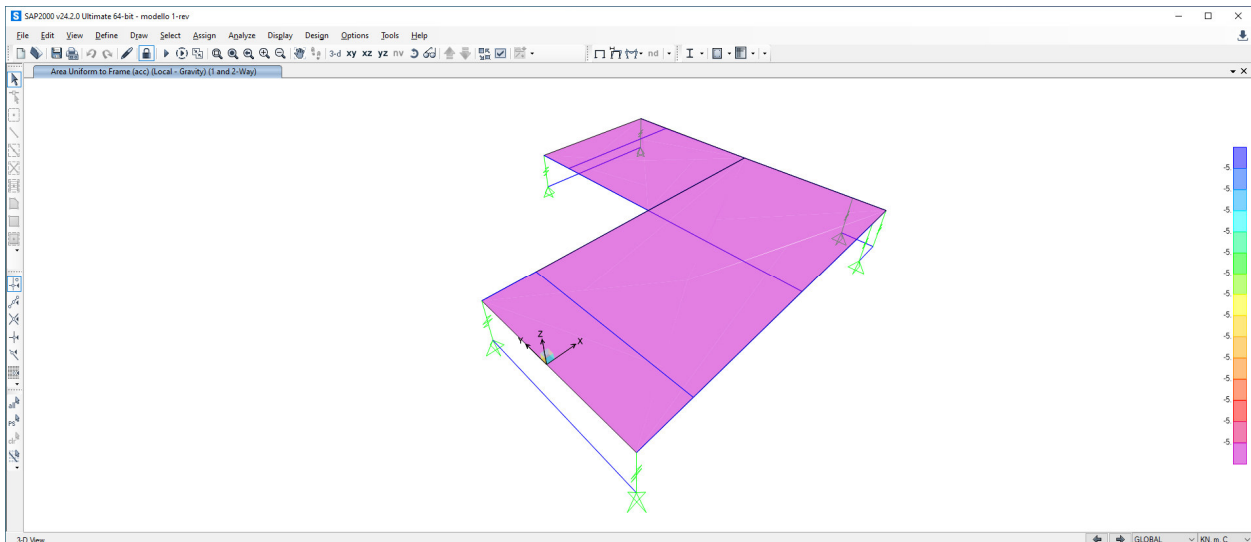
7.3.2 Carichi permanenti non strutturali

- Peso tavolato sp=5 cm $p = 0.50 \text{ KN/m}^2$
- Peso parapetto: $p = 0.20 \text{ KN/m}$



7.3.3 Carichi variabili

Il carico accidentale sul solaio in legno si pone pari a $q = 5 \text{ KN/m}^2$





Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 45 di 124

7.3.4 Carico della neve sulla copertura

○	<p>Zona I - Alpina Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbania, Vercelli, Vicenza.</p>	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 1,39 [1+(a_s/728)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
○	<p>Zona I - Mediterranea Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese.</p>	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 1,35 [1+(a_s/602)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
●	<p>Zona II Arezzo, Ascoli Piceno, Bari, Campobasso, Chieti, Ferrara, Firenze, Foggia, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona.</p>	$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 0,85 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
○	<p>Zona III Agrigento, Avellino, Benevento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Frosinone, Grosseto, L'Aquila, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Olgiastro, Olbia Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Rieti, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo.</p>	$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 0,51 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$

$$q_s \text{ (carico neve sulla copertura [N/mq])} = \mu_i q_{sk} C_E C_t$$

μ_i (coefficiente di forma)

q_{sk} (valore caratteristico della neve al suolo [kN/mq])

C_E (coefficiente di esposizione)

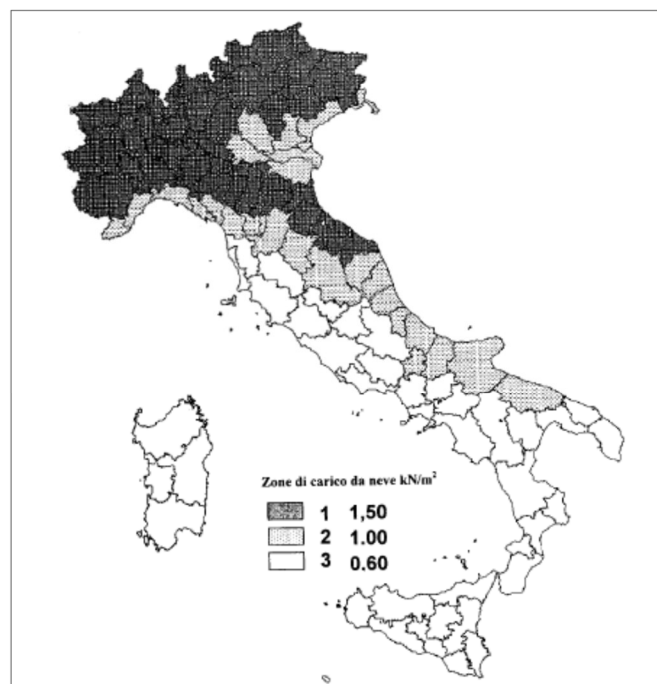
C_t (coefficiente termico)

Valore caratteristico della neve al suolo

a_s (altitudine sul livello del mare [m])	234
q_{sk} (val. caratt. della neve al suolo [kN/mq])	1.05

Coefficiente termico

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato $C_t = 1$.





Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 46 di 124

Coefficiente di esposizione

Topografia	Descrizione	C _E
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1

Valore del carico della neve al suolo

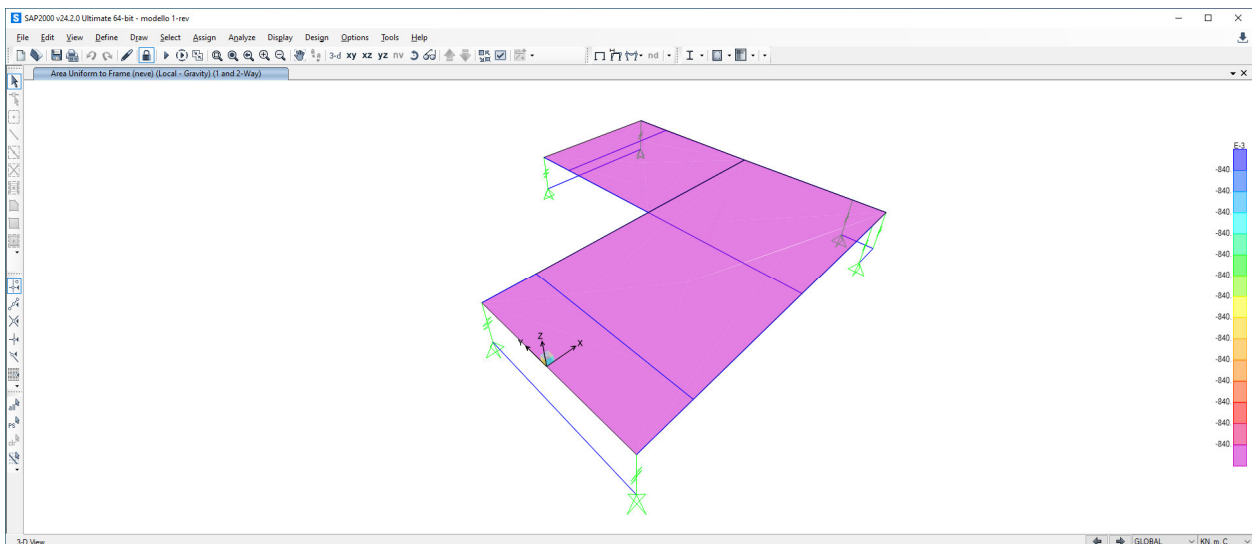
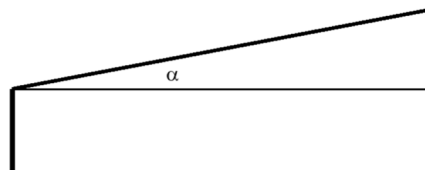
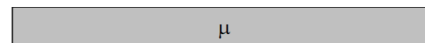
q _s (carico della neve al suolo [kN/mq])	1.05
---	------

Coefficiente di forma (copertura ad una falda)

α (inclinazione falda [°])	0
----------------------------	---

μ	0.8
---	-----

0.84 kN/mq





Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 47 di 124

7.3.5 Azione del vento

3) Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
3	27	500	0.02

a_s (altitudine sul livello del mare [m]) 234

$$v_b = v_{b,0} \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0) \quad \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

v_b (velocità di riferimento [m/s]) 27

$$p \text{ (pressione del vento [N/mq])} = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

$$q_b \text{ (pressione cinetica di riferimento [N/mq])}$$

c_e (coefficiente di esposizione)
 c_p (coefficiente di forma)
 c_d (coefficiente dinamico)



Pressione cinetica di riferimento

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/mc})$$

q_b [N/mq] 455.63

Coefficiente di forma

E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati sufragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto autelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

Classe di rugosità del terreno

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



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 48 di 124

Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5						
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

ZONA 6					
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8		
A	--	IV
B	--	IV
C	--	III
D	I	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7		

ZONA 9	
A	I
B	I
C	I
D	I

Z altezza edif. [m]	Zona	Classe di rugosità	a _s [m]
1	3	B	234

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

Cat. Esposiz.	k _r	z ₀ [m]	z _{min} [m]	c _t
IV	0.22	0.3	8	1

c _e	1.63
----------------	------

La pressione del vento a meno del coefficiente di forma vale: 744.59 N/mq (0.7445 kN/mq)

Coefficiente di forma impalcato CNR DT 207/2008 PAR. G.10.3 - G11

larghezza impalcato	d=	2.00	m
altezza impalcato	h=	0.350	m
altezza carichi mobili esposta al vento	hf=	0.0	m
altezza totale esposta al vento	h _{tot} = b=	0.35	m
	d/b=	5.71	

se $d/b \geq 2$ OK

$$c_{fx} = \frac{1.85}{d/h_{tot}} - 0.10 = 0.22 \quad 2 \leq d/b \leq 5 \quad \text{NON OK}$$

$$c_{fx} = \frac{1.35}{d/h_{tot}} = 0.24 \quad d/b > 5 \quad \text{OK}$$

se $d/b < 2$ NON OK

Nel caso di azione del vento sugli elementi di sezione rettangolare:

$c_{fx} =$	2	$0.1 \leq d/b \leq 0.2$	NON OK
$c_{fx} = 0.73 \cdot \log_{10}(d/b) + 3.15 =$	3.70	$0.2 \leq d/b \leq 0.7$	NON OK
$c_{fx} = -1.64 \cdot \log_{10}(d/b) + 2.15 =$	0.91	$0.7 \leq d/b \leq 5$	NON OK
$c_{fx} = -0.33 \cdot \log_{10}(d/b) + 1.23 =$	0.98	$5 \leq d/b \leq 10$	OK
$c_{fx} =$	0.9	$10 \leq d/b \leq 50$	NON OK

dove d e b sono le dimensioni del rettangolo nella direzione parallela e ortogonale alla direzione del vento

$$c_{fy} = \pm \left(0.7 + 0.1 \cdot \frac{d}{h_{tot}} \right) = 1.27 \quad 0 \leq d/b \leq 5 \quad \text{NON OK}$$

$$c_{fy} = 2 \quad d/b > 5 \quad \text{OK}$$



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
 MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
 MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



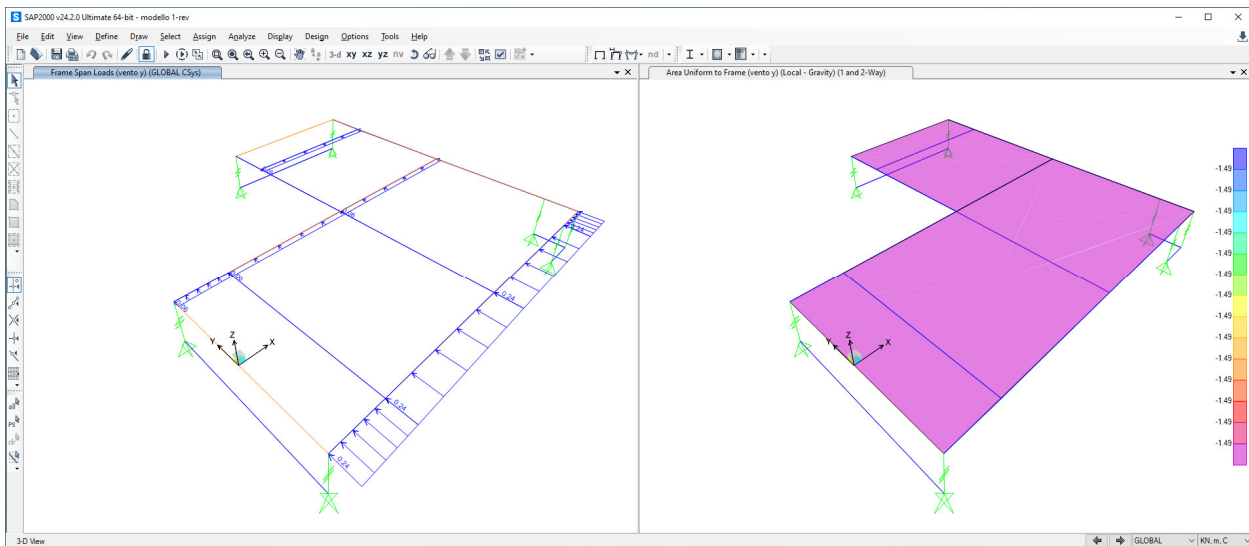
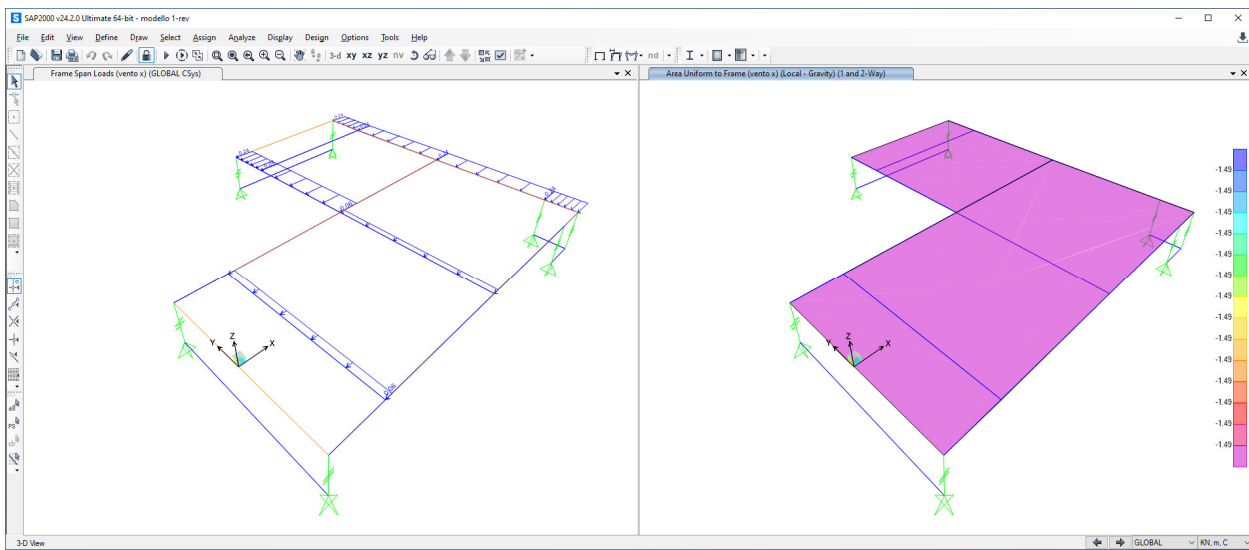
Cod. CBRE015B


Relazione di calcolo

Pag. 49 di 124

$c_{fx} =$	0.24
$c_{fy} =$	2.00

pressione vento orizzontale $q_{px} = 178.7$ N/mq $\Rightarrow 0.18$ KN/mq
 pressione vento verticale $q_{py} = 1489.2$ N/mq $\Rightarrow 1.49$ KN/mq



 Comune di Deruta	 Regione Umbria	 Next Generation EU EuroPA Comune	
PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO: MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA			
	Cod. CBRE015B	Relazione di calcolo	Pag. 50 di 124

7.3.6 Azione sismica

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 17 gennaio 2018 e relativa circolare applicativa.

Ai sensi del DM 17/01/2018 – Nuove norme tecniche per le costruzioni, nell'analisi della struttura in esame si farà riferimento ad un modello tridimensionale ed analisi dinamica lineare.

Per il calcolo dell'azione sismica si considerano le condizioni sottostanti.

Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (VN), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (CU)

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: $V_N = 50$ anni. Riguardo invece la Classe d'Uso, all'opera in oggetto corrisponde una Classe II a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II): $C_u = 1.0$

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale VN per il coefficiente d'uso C_u , ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 50 \times 1.0 = 50$ anni

Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi del D.M. 17-01-2018, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica / V_R) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

- Categoria sottosuolo **C**

I valori delle caratteristiche sismiche (a_g , F_0 , T_c^*) per gli stati limite di normativa sono dunque:



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

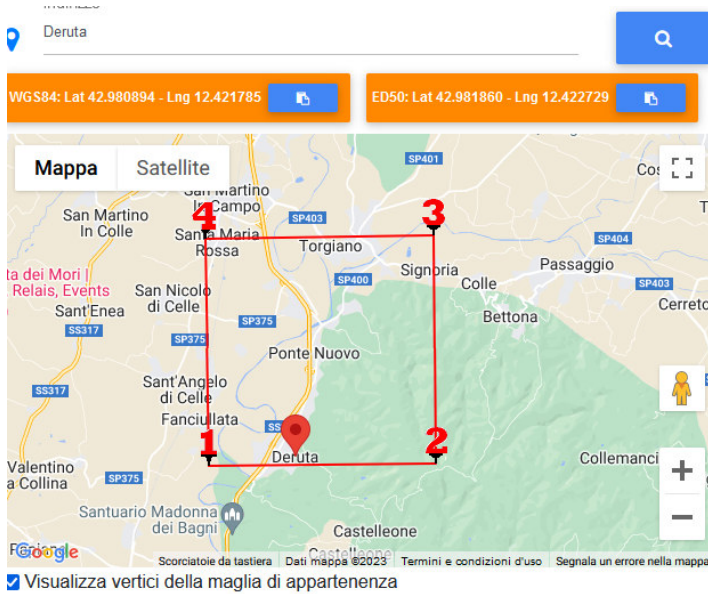
PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 51 di 124



Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale 50

Interpolazione Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.061	2.495	0.269
Danno (SLD)	50	0.075	2.482	0.279
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.179	2.436	0.310
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.223	2.464	0.320

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50

Cat. Sottosuolo C

Cat. Topografica T2

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,44	1,37
CC Coeff. funz categoria	1,62	1,60	1,55	1,53
ST Amplificazione topografica	1,20	1,20	1,20	1,20

a_g → accelerazione orizzontale massima del terreno, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

F_0 → valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c^* → periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

S → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_T).



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 52 di 124

Sisma di progetto

Di seguito si forniscono i dati per la definizione dell'azione sismica per lo SLV

Lat 42.980894 Long 12.421785

Categoria di sottosuolo tipo C

Classe d'uso: II

Vita nominale VN = 50 anni

$q = 1$

Di seguito si forniscono i dati per la definizione dell'azione sismica per lo SLD

Lat 42.980894 Long 12.421785

Categoria di sottosuolo tipo C

Classe d'uso: II

Vita nominale VN = 50 anni

$q = 1$



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 53 di 124

S Response Spectrum Italian NTC2018 Function Definition

Function Name: Function Damping Ratio:

Parameters

- ag, F0 and Tc* - by Latitude/Longitude
- ag, F0 and Tc* - by Island
- ag, F0 and Tc* User Specified

Site Longitude (degree):
 Site Latitude (degree):
 Island Name:
 Limit State:
 Usage Class:
 Nominal Life:
 Peak Ground Acc., ag/g:
 Magnification Factor, F0:
 Reference period, Tc*:
 Spectrum Type:
 Soil Type:
 Topography:
 h/H ratio:
 Spectrum Period, Tb:
 Spectrum Period, Tc:
 Spectrum Period, Td:
 Damping Percentage, Xi:
 Behavior Factor, q:

Define Function

Period	Acceleration
0.	0.3016
0.1596	0.7365
0.4788	0.7365
0.5788	0.6093
0.6788	0.5195
0.7788	0.4528
0.8788	0.4013
0.9788	0.3603

Function Graph

Display Graph

OK Cancel



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 54 di 124

S Response Spectrum Italian NTC2018 Function Definition

Function Name: Function Damping Ratio:

Parameters

- ag, F0 and Tc* - by Latitude/Longitude
- ag, F0 and Tc* - by Island
- ag, F0 and Tc* User Specified

Site Longitude (degree):
 Site Latitude (degree):
 Island Name:
 Limit State:
 Usage Class:
 Nominal Life:
 Peak Ground Acc., ag/g:
 Magnification Factor, F0:
 Reference period, Tc*:
 Spectrum Type:
 Soil Type:
 Topography:
 h/H ratio:
 Spectrum Period, Tb:
 Spectrum Period, Tc:
 Spectrum Period, Td:
 Damping Percentage, Xi:
 Behavior Factor, q:

Define Function

Period	Acceleration
0.	0.1328
0.1488	0.3307
0.4465	0.3307
0.5465	0.2702
0.6465	0.2284
0.7465	0.1978
0.8465	0.1744
0.9465	0.156

Function Graph

Display Graph

OK Cancel



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 55 di 124

7.4 Combinazioni di carico

Ai fini delle verifiche degli stati limite si riportano per comodità le combinazioni delle azioni riportate nella normativa ponti alla quale è possibile fare riferimento per la simbologia adottata:

–Combinazione fondamentale. generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

–Combinazione caratteristica (rara). generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

–Combinazione frequente. generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili; utilizzata nella verifica a Fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

–Combinazione quasi permanente. generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine;

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

–Combinazione sismica. impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_V \pm 0.30 \times E_z \text{ oppure } E = \pm 0.30 \times E_V \pm 1.00 \times E_z$$

avendo indicato con E_V e E_z rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 56 di 124

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_F			
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Nella Tab. 2.6.I il significato dei simboli è il seguente:

γ_{G1} coefficiente parziale dei carichi permanenti G_1 ;

γ_{G2} coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali G_2 ;

γ_{Q1} coefficiente parziale delle azioni variabili Q.

Nel caso in cui l'azione sia costituita dalla spinta del terreno, per la scelta dei coefficienti parziali di sicurezza valgono le indicazioni riportate nel Capitolo 6.

Il coefficiente parziale della precompressione si assume pari a $\gamma_p = 1,0$.

Altri valori di coefficienti parziali sono riportati nei capitoli successivi con riferimento a particolari azioni specifiche.

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
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 - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6

Categoria G - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I - Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K - Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)	da valutarsi caso per caso		
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 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



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 57 di 124

TABLE: Combination Definitions

ComboName	ComboType	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Text	Text	Unitless
SLU1	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
		Linear Static	perm	1.5
		Linear Static	acc	1.5
		Linear Static	neve	0.75
		Linear Static	vento x	0.9
SLU2	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
		Linear Static	perm	1.5
		Linear Static	acc	1.5
		Linear Static	neve	0.75
		Linear Static	vento y	0.9
SLU3	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
		Linear Static	perm	1.5
		Linear Static	acc	1.05
		Linear Static	neve	1.5
		Linear Static	vento y	0.9
SLU4	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
		Linear Static	perm	1.5
		Linear Static	acc	1.05
		Linear Static	neve	1.5
		Linear Static	vento x	0.9
SLU5	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
		Linear Static	perm	1.5
		Linear Static	acc	1.05
		Linear Static	neve	0.75
		Linear Static	vento x	1.5
SLU6	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
		Linear Static	perm	1.5
		Linear Static	acc	1.05
		Linear Static	neve	0.75
		Linear Static	vento y	1.5



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 58 di 124

SLUSIS 1	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
		Linear Static	perm	1
		Linear Static	acc	0.6
		Response Spectrum	sisma x	1
		Response Spectrum	sisma y	0.3
SLUSIS 2	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
		Linear Static	perm	1
		Linear Static	acc	0.6
		Response Spectrum	sisma x	0.3
		Response Spectrum	sisma y	1
SLUSIS 3	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
		Linear Static	perm	1
		Linear Static	acc	0.6
		Response Spectrum	sisma x	-1
		Response Spectrum	sisma y	0.3
SLUSIS 4	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
		Linear Static	perm	1
		Linear Static	acc	0.6
		Response Spectrum	sisma x	-1
		Response Spectrum	sisma y	-0.3
SLE1	Linear Add	Linear Static	perm	1
		Linear Static	acc	1
		Linear Static	DEAD	1
SLE2	Linear Add	Linear Static	perm	1
		Linear Static	DEAD	1
		Linear Static	neve	1
		Linear Static	vento x	1



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 59 di 124

7.5 Output del modello di calcolo

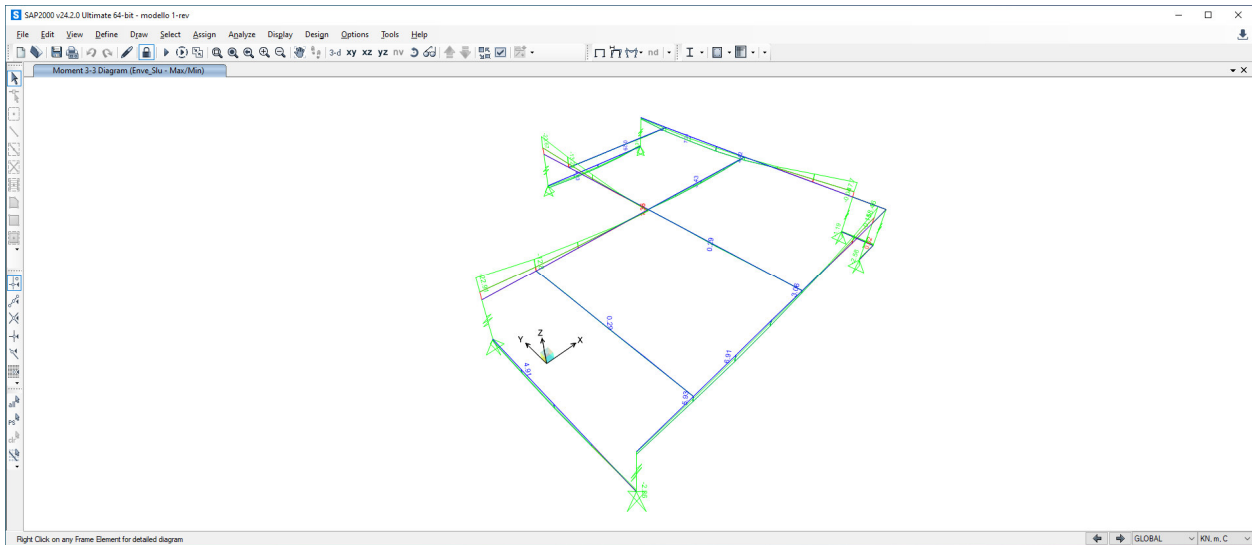


Figura 19 – Momento flettente M33

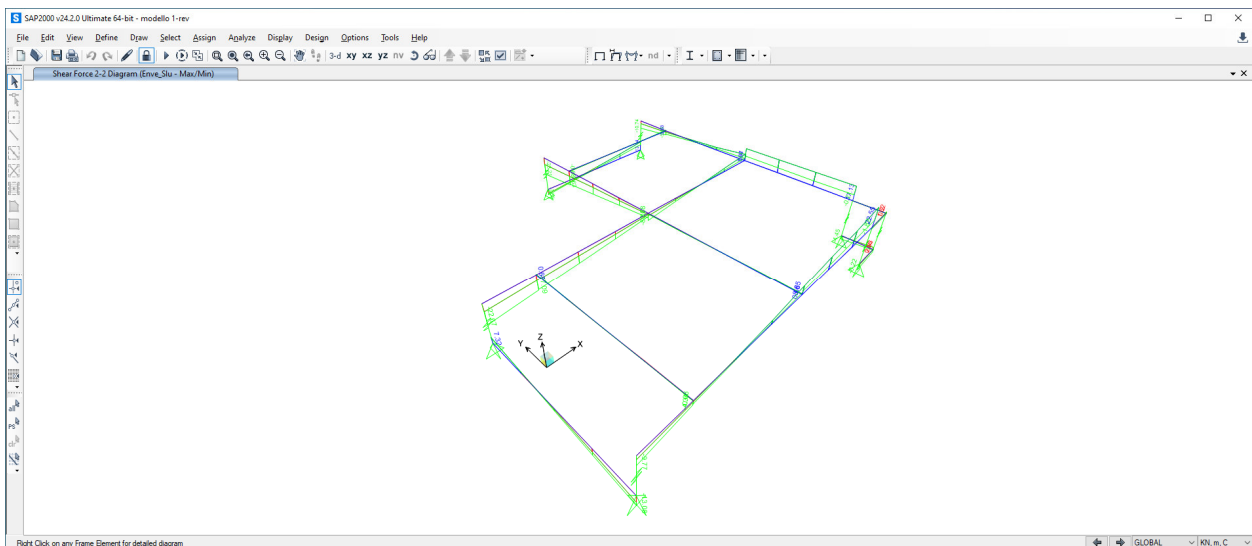


Figura 20 – Sforzo di taglio V2



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 60 di 124

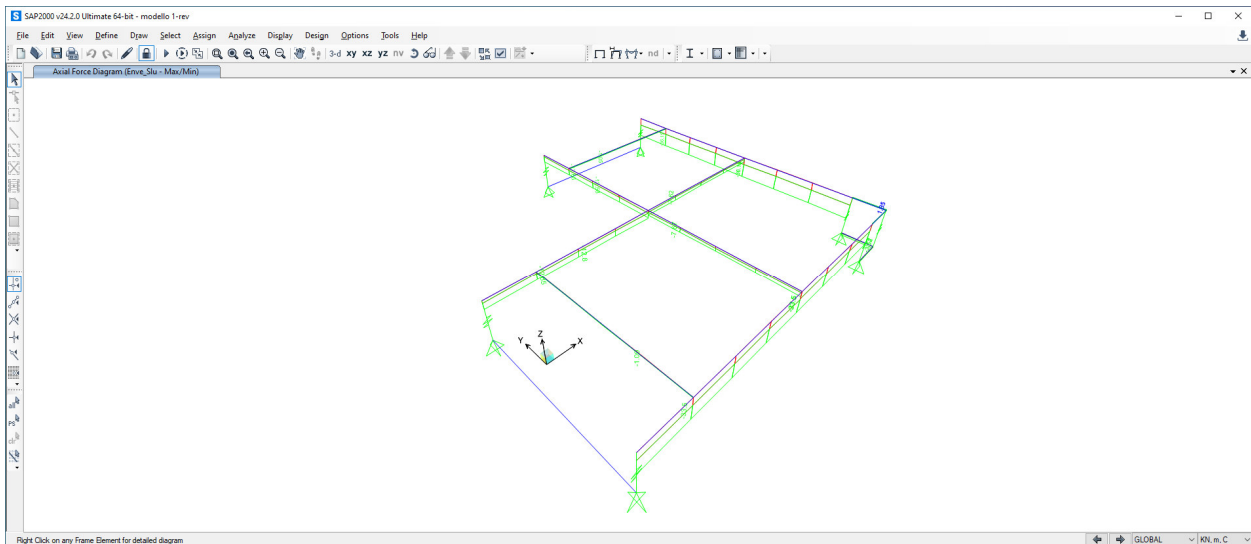


Figura 21 – Sforzo Assiale

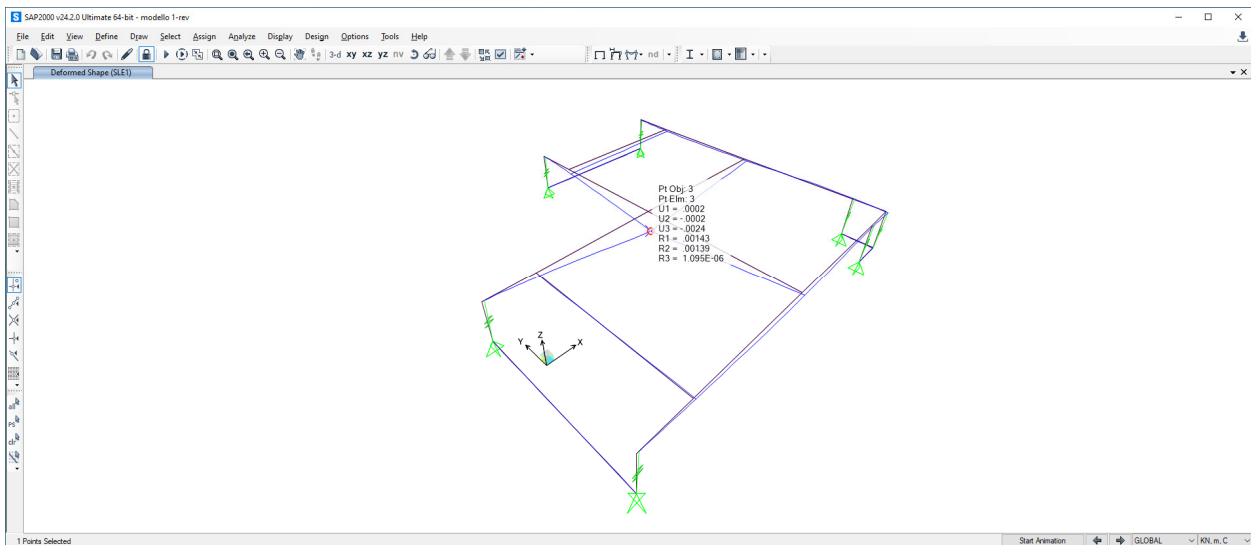


Figura 22 – Deformata dovuta al peso proprio, al carico permanente ed al carico accidentale



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 61 di 124

7.6 Verifiche di resistenza delle travi in legno

7.6.1 Travi principali

Si riportano di seguito le sollecitazioni massime sulle travi.

Frame	OutputCase	P	V2	M3
Text	Text	KN	KN	KN-m
341	SLU1	1.81	-1.82	-0.15
1	SLU1	-36.15	-10.73	1.86
32A	SLU2	-33.50	22.55	-18.46
7	SLU2	-12.63	-23.21	-23.67
2	SLU1	-36.15	-0.91	7.31
7	SLU2	-12.63	-23.21	-23.67

CARATTERISTICHE DEL LEGNO

Coefficiente di sicurezza per il materiale	γ_m	1.30	
Coefficiente k_{mod}	k_{mod}	0.60	
		C40	Calcolo
Flessione	$f_{m,k}$	40.00	18.46 [MPa]
Trazione parallela alla fibra	$f_{t,0,k}$	24.00	11.08 [MPa]
Trazione perpendicolare alla fibra	$f_{t,90,k}$	0.60	0.28 [MPa]
Compressione parallela alla fibra	$f_{c,0,k}$	26.00	12.00 [MPa]
Compressione perpendicolare alla fibra	$f_{c,90,k}$	2.90	1.34 [MPa]
Taglio	$f_{v,k}$	3.80	1.75 [MPa]
Modulo medio parallelo alla fibratura	$E_{0,mean}$	14.00	14000 [MPa]
Modulo parallelo alla fibratura	$E_{0,05}$	0.47	470 [MPa]
Modulo medio perpendicolare alla fibratura	$E_{90,mean}$	0.75	750 [MPa]
Modulo di taglio medio	G_{mean}	0.88	880 [MPa]
Caratteristiche di sollecitazione	$\gamma_{q/g}$	1.00	



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
 MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
 MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 62 di 124

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE RETTANGOLARE E DELL'ASTA

Base della sezione	b	300	[mm]
Altezza della sezione	h	300	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a y - y	L_{0y}	3600	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a z - z	L_{0z}	3600	[mm]
Distanza tra i ritegni torsionali	L_{LT}	1800	[mm]
Area della sezione	A	90000	[mm ²]
Momento d'inerzia y - y	I_y	675000000	[mm ⁴]
Momento d'inerzia z - z	I_z	675000000	[mm ⁴]
Modulo di resistenza y - y	W_y	4500000	[mm ³]
Modulo di resistenza z - z	W_z	4500000	[mm ³]
Raggio d'inerzia y	i_y	86.60	[mm]
Raggio d'inerzia z	i_z	86.60	[mm]
Snellezze dell'elemento	λ_y	41.57	[-]
	λ_z	41.57	[-]
Tensioni critiche euleriane	$\sigma_{c,crit,y}$	2.68	[MPa]
	$\sigma_{c,crit,z}$	2.68	[MPa]
Snellezze relative dell'elemento	$\lambda_{rel,y}$	3.112	[-]
	$\lambda_{rel,z}$	3.112	[-]
Coefficienti di stabilità	β_c	0.20	[-]
	k_y	5.624	[-]
	k_z	5.624	[-]
	$k_{c,y}$	0.097	[-]
	$k_{c,z}$	0.097	[-]
Tensioni limite di calcolo	$k_{c,y}f_{c,0,d}$	1.16	[MPa]
	$k_{c,z}f_{c,0,d}$	1.16	[MPa]



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
 MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
 MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 63 di 124

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE - TENSOFFLESSIONE - TAGLIO		SLU	SOLLECITAZIONI
Massima forza di compressione	$N_{c,sd}$	36.15 [kN]	36.15
Massima forza di trazione	$N_{t,sd}$	1.81 [kN]	1.81
Massimo momento flettente	M_{sd}	23.67 [kNm]	23.67
Massimo taglio	V_{sd}	23.21 [kN]	23.21
Tensione massima di compressione	$\sigma_{c,0,d} = N_{c,sd}/A$	0.40 [MPa]	
Tensione massima di trazione	$\sigma_{t,0,d} = N_{t,sd}/A$	0.02 [MPa]	
Tensione massima a flessione	$\sigma_{m,y,d} = M_{sd}/W_y$	5.26 [MPa]	
Tensione tangenziale massima	$\tau_d = 1,5 V_{sd}/(b h)$	0.39 [MPa]	
Tasso di lavoro in compressione	$\sigma_{c,0,d}/[K_{c,min}f_{c,0,d}]$	0.35 [-]	SI
Tasso di lavoro in trazione	$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d}$	0.00 [-]	SI
Tasso di lavoro a flessione	$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	0.28 [-]	SI
Tasso di lavoro a pressoflessione	$\sigma_{c,0,d}/[K_{c,min}f_{c,0,d}] + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	0.63 [-]	SI
Tasso di lavoro a taglio	$\tau_d/f_{v,d}$	0.22 [-]	SI

7.6.2 Travi irrigidenti

Si riportano di seguito le sollecitazioni massime sulle travi.

Frame	OutputCase	P	V2	M3
Text	Text	KN	KN	KN-m
322	SLUSIS 1	-0.47	-0.53	0.00
326	SLU2	-7.67	-0.68	0.00
324	SLU1	-7.62	8.07	0.00
324	SLU1	-7.62	-8.07	0.00
324	SLU1	-7.62	0.00	3.43
329	SLU1	-1.05	0.68	0.00



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 64 di 124

CARATTERISTICHE DEL LEGNO

Coefficiente di sicurezza per il materiale	γ_m	1.30		
Coefficiente k_{mod}	k_{mod}	0.60		
		C40	Calcolo	
Flessione	$f_{m,k}$	40.00	18.46	[MPa]
Trazione parallela alla fibra	$f_{t,0,k}$	24.00	11.08	[MPa]
Trazione perpendicolare alla fibra	$f_{t,90,k}$	0.60	0.28	[MPa]
Compressione parallela alla fibra	$f_{c,0,k}$	26.00	12.00	[MPa]
Compressione perpendicolare alla fibra	$f_{c,90,k}$	2.90	1.34	[MPa]
Taglio	$f_{v,k}$	3.80	1.75	[MPa]
Modulo medio parallelo alla fibratura	$E_{0,mean}$	14.00	14000	[MPa]
Modulo parallelo alla fibratura	$E_{0,05}$	0.47	470	[MPa]
Modulo medio perpendicolare alla fibratura	$E_{90,mean}$	0.75	750	[MPa]
Modulo di taglio medio	G_{mean}	0.88	880	[MPa]
Caratteristiche di sollecitazione	γ_a/g	1.00		



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
 MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
 MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 65 di 124

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE RETTANGOLARE E DELL'ASTA

Base della sezione	b	300	[mm]
Altezza della sezione	h	300	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a y - y	L_{0y}	1700	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a z - z	L_{0z}	1700	[mm]
Distanza tra i ritegni torsionali	L_{LT}	1700	[mm]
Area della sezione	A	90000	[mm ²]
Momento d'inerzia y - y	I_y	675000000	[mm ⁴]
Momento d'inerzia z - z	I_z	675000000	[mm ⁴]
Modulo di resistenza y - y	W_y	4500000	[mm ³]
Modulo di resistenza z - z	W_z	4500000	[mm ³]
Raggio d'inerzia y	i_y	86.60	[mm]
Raggio d'inerzia z	i_z	86.60	[mm]
Snellezze dell'elemento	λ_y	19.63	[-]
	λ_z	19.63	[-]
Tensioni critiche euleriane	$\sigma_{c,crit,y}$	12.04	[MPa]
	$\sigma_{c,crit,z}$	12.04	[MPa]
Snellezze relative dell'elemento	$\lambda_{rel,y}$	1.470	[-]
	$\lambda_{rel,z}$	1.470	[-]
Coefficienti di stabilità	β_c	0.20	[-]
	k_y	1.697	[-]
	k_z	1.697	[-]
	$k_{c,y}$	0.393	[-]
	$k_{c,z}$	0.393	[-]
Tensioni limite di calcolo	$k_{c,y}f_{c,0,d}$	4.71	[MPa]
	$k_{c,z}f_{c,0,d}$	4.71	[MPa]



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 66 di 124

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE - TENSOFFLESSIONE - TAGLIO		SLU	SOLLECITAZIONI
Massima forza di compressione	$N_{c,sd}$	7.67 [kN]	7.67
Massima forza di trazione	$N_{t,sd}$	0.00 [kN]	0.00
Massimo momento flettente	M_{sd}	3.43 [kNm]	3.43
Massimo taglio	V_{sd}	8.07 [kN]	8.07
Tensione massima di compressione	$\sigma_{c,0,d} = N_{c,sd}/A$	0.09 [MPa]	
Tensione massima di trazione	$\sigma_{t,0,d} = N_{t,sd}/A$	0.00 [MPa]	
Tensione massima a flessione	$\sigma_{m,y,d} = M_{sd}/W_y$	0.76 [MPa]	
Tensione tangenziale massima	$\tau_d = 1,5 V_{sd}/(b h)$	0.13 [MPa]	
Tasso di lavoro in compressione	$\sigma_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}]$	0.02 [-]	SI
Tasso di lavoro in trazione	$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d}$	0.00 [-]	SI
Tasso di lavoro a flessione	$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	0.04 [-]	SI
Tasso di lavoro a pressoflessione	$\sigma_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}] + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	0.06 [-]	SI
Tasso di lavoro a taglio	$\tau_d/f_{v,d}$	0.08 [-]	SI



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
 MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
 MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 67 di 124

7.7 Verifiche di resistenza del tavolato

Si riporta di seguito la verifica del tavolato formato da tavole di dimensione 30x200 sp =5 cm.

Caratteristiche geometriche e inerziali

Classe di durata del carico: **Permanente** > di 10 anni (peso proprio e carichi perman.)
 Classe di servizio **1** UR < 65% $K_{mod} = 0.6$

Sez. rettangolare

Altezza trave in legno	H =	300 mm
Larghezza trave in legno	B =	300 mm
Interasse travi in legno	i =	1.70 m
Spessore tavolato	$h_t =$	5 cm
Peso unità di volume del legno (travi e tavolato)	=	4.20 KN/m ³
Spessore cappa	=	0 cm
Peso unità di volume cappa	=	0.00 KN/m ³
Luce netta solaio	l =	1.40 m
Carico permanente (pavim., sottof., intonaco, imperme., tegole)	=	0.00 KN/m ²
Peso tramezzatura	=	0.00 KN/m ²
Carico variabile	=	5.00 KN/m ²
Modulo di resistenza della sezione	$W_{pl} =$	4500000 mm ³
Tensione di calcolo a flessione legno tipo <input type="text" value="Massiccio C40"/>	$f_{m,d} =$	16.00 N/mm ²
Tensione di calcolo a taglio	$f_{v,d} =$	1.60 N/mm ²
Area di taglio della sezione della trave in legno	$A_v =$	90000 mm ²
Momento d'inerzia della sezione della trave in legno	$I_y =$	675000000 mm ⁴
Modulo elastico longitudinale medio	$E_{0,m} =$	14000 N/mm ²
Modulo elastico tangenziale medio	$G_{0,m} =$	880 N/mm ²

Analisi dei carichi in KN/m

Tavolato	0.05	x	4.20	x	1.70	=	0.36 KN/m
Travi in legno						=	0.38 "
Cappa	0	x	0.00	x	1.70	=	0.00 "
Perman.			0.00	x	1.70	=	0.00 "
Tramez.			0.00	x	1.70	=	0.00 "
Carico variabile			5.00	x	1.70	q =	8.50 "
Altri carichi distribuiti						=	0.00 "
Totale (carichi fissi + sovraccarico)						$Q_t =$	9.24 KN/m

ù



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 68 di 124

Il carico totale di progetto allo SLU è dato da:

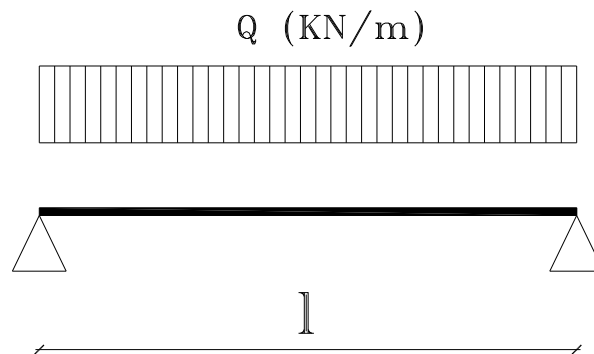
$$Q = 1,3 \times Q_1 + 1,5 \times Q_2 = \quad \mathbf{13.71 \text{ KN/m}}$$

dove:

$\gamma_G = 1,3$ è il fattore parziale di amplificazione dei carichi permanenti.

$\gamma_Q = 1,5$ è il fattore parziale di amplificazione dei carichi perm. non strutturali + variabili

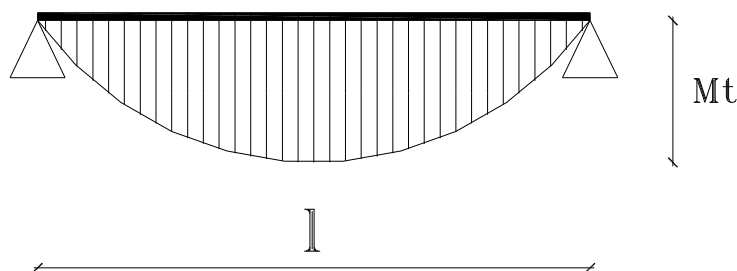
Lo schema statico risultante è il seguente:



Determinazione delle sollecitazioni

Ogni trave in legno viene sollecitata da un momento flettente massimo in mezzeria:

$$M_t = Q \times l^2 / 8 = \quad \mathbf{3.36 \text{ KNm}}$$





Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

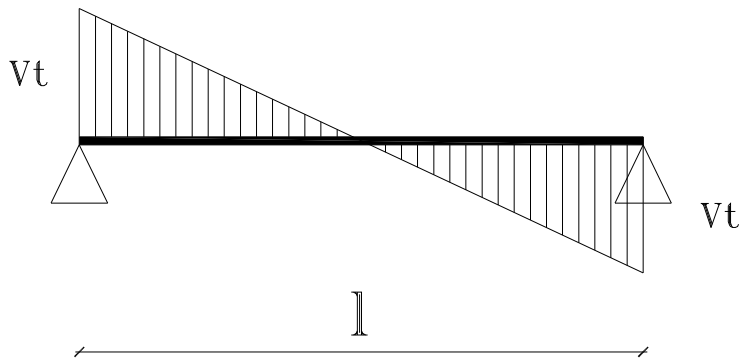
Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 69 di 124

Ogni trave viene sollecitata inoltre da un taglio massimo agli appoggi:

$$V_t = Q \times l / 2 = \quad \mathbf{9.59 \text{ KN}}$$



Verifica a flessione

La tensione normale massima determinata da M_t è data da:

$$\sigma_{m,y,d} = M_t / W_{pl} = \quad 0.75 \text{ N/mm}^2 \quad < \quad f_{m,d}$$

VERIFICATO

Verifica a taglio

La tensione tangenziale massima determinata da V_t è data da:

$$\tau_d = 1,5 V_t / (B \times H) = \quad 0.16 \text{ KN} \quad < \quad f_{v,d}$$

VERIFICATO



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 70 di 124

Verifica di deformabilità

I limiti di spostamento allo stato limite di esercizio sono:

$$u_{lim,tot} = l / 250 = 5.60 \text{ mm}$$

$$u_{lim,q} = l / 300 = 4.67 \text{ mm}$$

dove: $u_{lim,tot}$ = spostamento verticale totale massimo (carichi perm. e variabili)

$u_{lim,q}$ = spostamento verticale massimo dovuto ai soli carichi variabili

La massima freccia della trave è:

$$u_{tot} = (5xQ_t x l^4)/(384xE_{0,m} x l_y) + (Q_t x l^2)/(8xG_{0,m} x 0,83xBxH) = 0.1 \text{ mm}$$

$$u_{tot} < u_{lim,tot}$$

VERIFICATO

$$u_q = (5xq x l^4)/(384xE_{0,m} x l_y) + (q x l^2)/(8xG_{0,m} x 0,83xBxH) = 0.08 \text{ mm}$$

$$u_q < u_{lim,q}$$

VERIFICATO

dove: Q_t = carico totale lineare non amplificato agente sulla trave

q = carico variabile principale lineare non amplificato agente sulla trave

l = luce netta solaio

$E_{0,m}$ = modulo elastico longitudinale medio del legno

$G_{0,m}$ = modulo elastico tangenziale medio del legno

I_y = momento d'inerzia della sezione

La sezione prevista in progetto è idonea a sopportare i carichi assegnati.



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 71 di 124

Verifica tavolato

La verifica del tavolato si conduce considerando uno schema statico di trave incastrata alle estremità, di lunghezza pari all'interasse delle travi dell'orditura principale, ed una sezione di base unitaria ed altezza lo spessore del tavolato.

Il Momento flettente massimo è dato da:

$$M_{tt} = Q_d \times i^2 / 12 = \quad \quad \quad \mathbf{3.18 \text{ KNm}}$$

Il taglio massimo è dato da:

$$V_{tt} = Q_d \times i / 2 = \quad \quad \quad \mathbf{11.23 \text{ KN}}$$

La tensione normale massima determinata da M_{tt} è data da:

$$\sigma_{m,y,d,t} = M_{tt} / W_{pl} = \quad 0.71 \text{ N/mm}^2 \quad < \quad f_{m,d} \quad \mathbf{VERIFICATO}$$

La tensione tangenziale massima determinata da V_{tt} è data da:

$$\tau_{d,t} = 1,5V_{tt}/(b_t \times h_t) = \quad 0.34 \text{ KN} \quad < \quad f_{v,d} \quad \mathbf{VERIFICATO}$$

dove b_t è la larghezza della sezione del tavolato (striscia unitaria 1,00 m.) e h_t è lo spessore del tavolato.



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 72 di 124

7.8 Verifiche di resistenza cordolo

Si riportano di seguito le sollecitazioni massime sul cordolo in c.a.

SOLLECITAZIONI SLU

Frame	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
15	SLU1	0.00	-13.08	-4.75	17.13	-4.08	-2.26
17	SLU2	-3.54	-7.43	2.03	-1.37	2.01	-2.44
16	SLU2	0.00	13.14	4.78	-17.99	-4.11	-2.31
15	SLU1	0.00	-13.08	-4.75	17.13	-4.08	-2.26
16	SLU2	0.00	-6.75	4.78	-17.99	4.02	3.12
15	SLU1	0.00	-13.08	-4.75	17.13	-4.08	-2.26
15	SLU2	0.00	-12.99	-4.67	17.31	-4.01	-2.18
16	SLU1	0.00	-6.88	4.67	-18.12	3.93	3.01
16	SLU2	0.00	-6.75	4.78	-17.99	4.02	3.12
16	SLU2	0.00	13.14	4.78	-17.99	-4.11	-2.31
16	SLU2	0.00	-1.78	4.78	-17.99	1.99	4.93
17	SLU1	-3.41	-8.22	2.22	-1.47	2.07	-2.58

SOLLECITAZIONI SLU-SISMICO

Frame	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
15	SLUSIS 1	0.00	-8.75	-1.70	7.61	-1.49	-0.82
18	SLUSIS 2	-1.98	-4.45	-0.99	0.43	-0.88	-1.19
16	SLUSIS 1	0.00	9.19	2.24	-6.51	-1.47	-0.78
15	SLUSIS 2	0.00	-9.16	-2.21	6.18	-1.93	-1.16
16	SLUSIS 1	0.00	-6.10	2.24	-6.51	1.85	1.44
15	SLUSIS 2	0.00	-9.16	-2.21	6.18	-1.93	-1.16
15	SLUSIS 1	0.00	-8.75	-1.70	7.61	-1.49	-0.82
16	SLUSIS 2	0.00	-6.53	1.70	-7.95	1.40	1.06
16	SLUSIS 1	0.00	-6.10	2.24	-6.51	1.85	1.44
16	SLUSIS 1	0.00	8.70	1.67	-7.93	-1.95	-1.19
15	SLUSIS 2	0.00	-1.04	-1.66	7.60	-0.05	3.39
17	SLUSIS 2	-1.75	-6.53	0.54	-0.76	0.70	-1.75



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

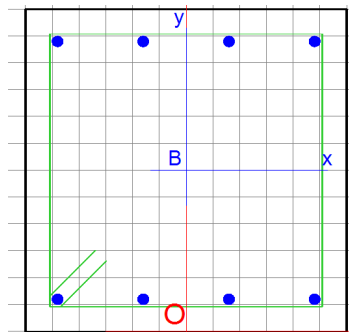
Relazione di calcolo

Pag. 73 di 124

SOLLECITAZIONI SLE

Frame	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
15	SLE1	0.00	-9.44	-2.73	9.82	-2.36	-1.32
17	SLE1	-2.03	-5.22	1.21	-0.83	1.17	-1.56
16	SLE1	0.00	9.48	2.75	-10.29	-2.38	-1.35
15	SLE1	0.00	-9.44	-2.73	9.82	-2.36	-1.32
16	SLE1	0.00	-5.82	2.75	-10.29	2.29	1.76
15	SLE1	0.00	-9.44	-2.73	9.82	-2.36	-1.32
15	SLE1	0.00	-9.44	-2.73	9.82	-2.36	-1.32
16	SLE1	0.00	-5.82	2.75	-10.29	2.29	1.76
16	SLE1	0.00	9.48	2.75	-10.29	-2.38	-1.35
15	SLE1	0.00	-1.80	-2.73	9.82	-0.04	3.46
17	SLE1	-2.03	-5.22	1.21	-0.83	1.17	-1.56

7.8.1 Verifica in fase Statica



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: CORDOLO

(Percorso File: D:\Commesse\CBR-Deruta\passerella in legno\CORDOLO.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Normativa di riferimento:

Percorso sollecitazione:

Condizioni Ambientali:

Resistenze agli Stati Limite Ultimi

Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica

N.T.C.

A Sforzo Norm. costante

Moderat. aggressive



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
 MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
 MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 74 di 124

Riferimento Sforzi assegnati:
 Riferimento alla sismicit :

Assi x,y principali d'inerzia
 Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	181	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	90.7	daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	333458	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	31.0	daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	192	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	144	daN/cm ²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400	daN/cm ²
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0	daN/cm ²	

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-30.0	0.0
2	-30.0	60.0
3	30.0	60.0
4	30.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-24.0	6.0	16
2	-24.0	54.0	16
3	24.0	54.0	16
4	24.0	6.0	16



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 75 di 124

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	2	16
2	2	3	2	16

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
Passo staffe: 20.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	1	2	3	4

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	-226	-408	1308	475
2	354	-244	201	743	203
3	0	-231	-411	1314	478
4	0	-226	-408	1308	475
5	0	312	402	675	478
6	0	-226	-408	1308	475
7	0	-218	-401	1299	467
8	0	301	393	688	467
9	0	312	402	675	478
10	0	-231	-411	1314	478
11	0	493	199	178	478
12	341	-258	207	822	222

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
 MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
 MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 76 di 124

N°Comb.	N	Mx	My
1	0	-132	-236
2	203	-156	117
3	0	-135	-238
4	0	-132	-236
5	0	176	229
6	0	-132	-236
7	0	-132	-236
8	0	176	229
9	0	176	229
10	0	-135	-238
11	0	346	-4
12	203	-156	117

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0	-132 (-4369)	-236 (-7811)
2	203	-156 (-7623)	117 (5717)
3	0	-135 (-4409)	-238 (-7772)
4	0	-132 (-4369)	-236 (-7811)
5	0	176 (5313)	229 (6914)
6	0	-132 (-4369)	-236 (-7811)
7	0	-132 (-4369)	-236 (-7811)
8	0	176 (5313)	229 (6914)
9	0	176 (5313)	229 (6914)
10	0	-135 (-4409)	-238 (-7772)
11	0	346 (12445)	-4 (-144)
12	203	-156 (-7623)	117 (5717)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0	-132 (-4369)	-236 (-7811)
2	203	-156 (-7623)	117 (5717)
3	0	-135 (-4409)	-238 (-7772)
4	0	-132 (-4369)	-236 (-7811)
5	0	176 (5313)	229 (6914)



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 78 di 124

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.199	-30.0	0.0	0.00155	-24.0	6.0	-0.01409	24.0	54.0
2	0.00350	0.232	30.0	0.0	0.00182	24.0	6.0	-0.01159	-24.0	54.0
3	0.00350	0.201	-30.0	0.0	0.00156	-24.0	6.0	-0.01394	24.0	54.0
4	0.00350	0.199	-30.0	0.0	0.00155	-24.0	6.0	-0.01409	24.0	54.0
5	0.00350	0.227	30.0	60.0	0.00179	24.0	54.0	-0.01190	-24.0	6.0
6	0.00350	0.199	-30.0	0.0	0.00155	-24.0	6.0	-0.01409	24.0	54.0
7	0.00350	0.197	-30.0	0.0	0.00152	-24.0	6.0	-0.01431	24.0	54.0
8	0.00350	0.226	30.0	60.0	0.00178	24.0	54.0	-0.01197	-24.0	6.0
9	0.00350	0.227	30.0	60.0	0.00179	24.0	54.0	-0.01190	-24.0	6.0
10	0.00350	0.201	-30.0	0.0	0.00156	-24.0	6.0	-0.01394	24.0	54.0
11	0.00350	0.151	30.0	60.0	0.00093	24.0	54.0	-0.01964	-24.0	6.0
12	0.00350	0.229	30.0	0.0	0.00180	24.0	6.0	-0.01178	-24.0	54.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	-0.000266020	-0.000059806	-0.004480602	0.199	0.700
2	0.000112161	-0.000167192	0.000135179	0.232	0.730
3	-0.000262246	-0.000060667	-0.004367369	0.201	0.700
4	-0.000266020	-0.000059806	-0.004480602	0.199	0.700
5	0.000207883	0.000077221	-0.007369764	0.227	0.724
6	-0.000266020	-0.000059806	-0.004480602	0.199	0.700
7	-0.000271110	-0.000058704	-0.004633301	0.197	0.700
8	0.000209947	0.000076461	-0.007386063	0.226	0.723
9	0.000207883	0.000077221	-0.007369764	0.227	0.724
10	-0.000262246	-0.000060667	-0.004367369	0.201	0.700
11	0.000052337	0.000376254	-0.020645322	0.151	0.700
12	0.000108822	-0.000174212	0.000235352	0.229	0.726

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [daN] = proiezz. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 79 di 124

Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. La resistenza delle travi è calcolata assumendo il valore di 0.9 Dmed come coppia interna. I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm ² /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	750	84877	52585	52.8	57.1	2.500	1.000	0.2	11.3(0.0)
2	S	504	62685	60541	60.8	36.6	2.500	1.000	0.1	11.3(0.0)
3	S	762	83819	52709	52.9	56.3	2.500	1.000	0.2	11.3(0.0)
4	S	750	84877	52585	52.8	57.1	2.500	1.000	0.2	11.3(0.0)
5	S	683	75027	55614	55.9	47.7	2.500	1.000	0.1	11.3(0.0)
6	S	750	84877	52585	52.8	57.1	2.500	1.000	0.2	11.3(0.0)
7	S	731	84579	52678	52.9	56.8	2.500	1.000	0.2	11.3(0.0)
8	S	674	75920	55361	55.6	48.5	2.500	1.000	0.1	11.3(0.0)
9	S	683	75027	55614	55.9	47.7	2.500	1.000	0.1	11.3(0.0)
10	S	762	83819	52709	52.9	56.3	2.500	1.000	0.2	11.3(0.0)
11	S	242	86432	52835	53.1	57.9	2.500	1.000	0.1	11.3(0.0)
12	S	580	63383	59938	60.2	37.4	2.500	1.000	0.1	11.3(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [daN/cm ²]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm ²]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.9	-30.0	0.0	-11	24.0	54.0	----	----
2	S	0.7	30.0	0.0	-7	-24.0	54.0	----	----
3	S	0.9	-30.0	0.0	-11	24.0	54.0	----	----
4	S	0.9	-30.0	0.0	-11	24.0	54.0	----	----
5	S	1.0	30.0	60.0	-12	-24.0	6.0	----	----
6	S	0.9	-30.0	0.0	-11	24.0	54.0	----	----
7	S	0.9	-30.0	0.0	-11	24.0	54.0	----	----
8	S	1.0	30.0	60.0	-12	-24.0	6.0	----	----
9	S	1.0	30.0	60.0	-12	-24.0	6.0	----	----
10	S	0.9	-30.0	0.0	-11	24.0	54.0	----	----
11	S	0.9	-30.0	60.0	-10	24.0	6.0	----	----
12	S	0.7	30.0	0.0	-7	-24.0	54.0	----	----



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 80 di 124

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta come fessurata solo se la trazione nel calcestruzzo supera f_{ctm} in almeno una combinazione
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max * (e_sm - e_cm)$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	-4369	-7811
2	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	-7623	5717
3	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	-4409	-7772
4	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	-4369	-7811
5	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	5313	6914
6	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	-4369	-7811
7	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	-4369	-7811
8	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	5313	6914
9	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	5313	6914
10	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	-4409	-7772
11	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	12445	-144
12	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	-7623	5717

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.9	-30.0	0.0	-11	24.0	54.0	----	----
2	S	0.7	30.0	0.0	-7	-24.0	54.0	----	----
3	S	0.9	-30.0	0.0	-11	24.0	54.0	----	----
4	S	0.9	-30.0	0.0	-11	24.0	54.0	----	----
5	S	1.0	30.0	60.0	-12	-24.0	6.0	----	----
6	S	0.9	-30.0	0.0	-11	24.0	54.0	----	----
7	S	0.9	-30.0	0.0	-11	24.0	54.0	----	----
8	S	1.0	30.0	60.0	-12	-24.0	6.0	----	----
9	S	1.0	30.0	60.0	-12	-24.0	6.0	----	----
10	S	0.9	-30.0	0.0	-11	24.0	54.0	----	----
11	S	0.9	-30.0	60.0	-10	24.0	6.0	----	----
12	S	0.7	30.0	0.0	-7	-24.0	54.0	----	----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	-4369	-7811



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 81 di 124

2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	-7623	5717
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	-4409	-7772
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	-4369	-7811
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	5313	6914
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	-4369	-7811
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	-4369	-7811
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	5313	6914
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	5313	6914
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	-4409	-7772
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	12445	-144
12	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	-7623	5717

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.9	-30.0	0.0	-11	24.0	54.0	---	---
2	S	0.7	30.0	0.0	-7	-24.0	54.0	---	---
3	S	0.9	-30.0	0.0	-11	24.0	54.0	---	---
4	S	0.9	-30.0	0.0	-11	24.0	54.0	---	---
5	S	1.0	30.0	60.0	-12	-24.0	6.0	---	---
6	S	0.9	-30.0	0.0	-11	24.0	54.0	---	---
7	S	0.9	-30.0	0.0	-11	24.0	54.0	---	---
8	S	1.0	30.0	60.0	-12	-24.0	6.0	---	---
9	S	1.0	30.0	60.0	-12	-24.0	6.0	---	---
10	S	0.9	-30.0	0.0	-11	24.0	54.0	---	---
11	S	0.9	-30.0	60.0	-10	24.0	6.0	---	---
12	S	0.7	30.0	0.0	-7	-24.0	54.0	---	---

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	-4369	-7811
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	-7623	5717
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	-4409	-7772
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	-4369	-7811
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	5313	6914
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	-4369	-7811
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	-4369	-7811
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	5313	6914
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	5313	6914
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	-4409	-7772
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	12445	-144
12	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	-7623	5717

TORSIONE SEMPLICE DI SEZIONE POLIGONALE

NOME SEZIONE: CORDOLO TORS

(Percorso File: D:\Commesse\CBR-Deruta\passerella in legno\CORDOLO TORS.sez)

Descrizione Sezione:

Normativa di riferimento:

NTC



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 82 di 124

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di calcolo fcd :	18.80 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd' :	9.40 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.3 MPa

COORDINATE DEI VERTICI DELLA SEZIONE POLIGONALE

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-30.0	0.0
2	-30.0	60.0
3	30.0	60.0
4	30.0	0.0

RISULTATI DEL CALCOLO A TORSIONE SEMPLICE

Momento Torcente T _{sd} di calcolo:	10.29	kNm
Momento Torc. Resist. Tr _{du} sez. tubolare conglom.:	285.53	kNm
Momento Torc. Resist. Tr _{sd} sviluppato dalle staffe:	59.74	kNm
Momento Torc. Resist. Tr _{ld} delle barre longitudinali:	141.62	kNm

Sezione verificata a torsione semplice

Area A _c del perimetro esterno sezione:	3600	cm ²
Misura P _c del Perimetro esterno sezione:	240	cm
Spessore sez. anulare resistente (=A _c /P _c):	15.0	cm
Area resistente (racchiusa dal perimetro medio):	2025	cm ²
Misura del Perimetro medio sez. tubolare resist.:	180	cm
Area Staffe di calcolo:	0.6	cm ² /m
Staffe progettate:	1 Staffa Ø 12 /30.0	(3.8 cm ²)
Area barre longitudinali calcolate:	1.2	cm ²
Barre longitudinali progettate:	8 Ø 16	(16.1 cm ²)

N.B. Le armature sopra definite come 'calcolate' sono quelle ottenute con riferimento al momento agente ed alle resistenze dei materiali impiegati. Le armature sopra definite come 'progettate' oltre a tener conto del diametro effettivo scelto per le barre considerano anche le minime quantità di normativa. Il numero delle barre longitudinali progettate è tale da consentirne la disposizione lungo il perimetro con interasse non superiore a 35 cm.



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
 MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
 MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 83 di 124

7.8.2 Verifica in fase Sismica

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: CORDOLO SIS

(Percorso File: D:\Commesse\CBR-Deruta\passerella in legno\CORDOLO SIS.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico
 Tipologia sezione: Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicit : Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	181	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	90.7	daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	333458	daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	31.0	daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400	daN/cm ²
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito		

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-30.0	0.0
2	-30.0	60.0
3	30.0	60.0
4	30.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	Diam�[mm]
1	-24.0	6.0	16
2	-24.0	54.0	16
3	24.0	54.0	16
4	24.0	6.0	16



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 84 di 124

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	2	16
2	2	3	2	16

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
Passo staffe: 20.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	1	2	3	4

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	-82	-149	875	170
2	198	-119	-88	445	99
3	0	-78	-147	919	224
4	0	-116	-193	916	221
5	0	144	185	610	224
6	0	-116	-193	916	221
7	0	-82	-149	875	170
8	0	106	140	653	170
9	0	144	185	610	224
10	0	-119	-195	870	167
11	0	339	-5	104	166
12	175	-175	70	653	54

RISULTATI DEL CALCOLO**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 14.4 cm



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 85 di 124

Copriferro netto minimo staffe: 4.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
 Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0	-82	-149	0	-5577	-10065	67.66	
10.1(7.2)									
2	S	198	-119	-88	171	-10183	-7489	85.41	
10.1(7.2)									
3	S	0	-78	-147	0	-5357	-10150	68.97	
10.1(7.2)									
4	S	0	-116	-193	0	-5951	-9897	51.29	
10.1(7.2)									
5	S	0	144	185	0	7244	9261	50.15	
10.1(7.2)									
6	S	0	-116	-193	0	-5951	-9897	51.29	
10.1(7.2)									
7	S	0	-82	-149	0	-5577	-10065	67.66	
10.1(7.2)									
8	S	0	106	140	0	7120	9330	66.84	
10.1(7.2)									
9	S	0	144	185	0	7244	9261	50.15	
10.1(7.2)									
10	S	0	-119	-195	0	-6035	-9858	50.60	
10.1(7.2)									
11	S	0	339	-5	0	15604	-305	46.03	
8.0(7.2)									
12	S	175	-175	70	183	-12826	5175	73.38	
8.0(7.2)									

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
 x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
--------	--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 86 di 124

1	0.00074	0.273	-30.0	0.0	0.00044	-24.0	6.0	-0.00196	24.0	54.0
2	0.00083	0.298	-30.0	0.0	0.00052	-24.0	6.0	-0.00196	24.0	54.0
3	0.00073	0.271	-30.0	0.0	0.00043	-24.0	6.0	-0.00196	24.0	54.0
4	0.00075	0.277	-30.0	0.0	0.00045	-24.0	6.0	-0.00196	24.0	54.0
5	0.00079	0.287	30.0	60.0	0.00048	24.0	54.0	-0.00196	-24.0	6.0
6	0.00075	0.277	-30.0	0.0	0.00045	-24.0	6.0	-0.00196	24.0	54.0
7	0.00074	0.273	-30.0	0.0	0.00044	-24.0	6.0	-0.00196	24.0	54.0
8	0.00079	0.287	30.0	60.0	0.00048	24.0	54.0	-0.00196	-24.0	6.0
9	0.00079	0.287	30.0	60.0	0.00048	24.0	54.0	-0.00196	-24.0	6.0
10	0.00075	0.277	-30.0	0.0	0.00045	-24.0	6.0	-0.00196	24.0	54.0
11	0.00052	0.210	-30.0	60.0	0.00024	-24.0	54.0	-0.00196	24.0	6.0
12	0.00076	0.280	30.0	0.0	0.00046	24.0	6.0	-0.00196	-24.0	54.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	-0.000038166	-0.000011678	-0.000409891	0.273	0.781
2	-0.000024491	-0.000027097	0.000094546	0.298	0.812
3	-0.000038540	-0.000011152	-0.000429320	0.271	0.779
4	-0.000037457	-0.000012629	-0.000375563	0.277	0.786
5	0.000034415	0.000016431	-0.001229122	0.287	0.799
6	-0.000037457	-0.000012629	-0.000375563	0.277	0.786
7	-0.000038166	-0.000011678	-0.000409891	0.273	0.781
8	0.000034756	0.000016027	-0.001218512	0.287	0.798
9	0.000034415	0.000016431	-0.001229122	0.287	0.799
10	-0.000037287	-0.000012853	-0.000367570	0.277	0.787
11	-0.000000666	0.000045180	-0.002211588	0.210	0.702
12	0.000013491	-0.000036837	0.000356463	0.280	0.790

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [daN] = proiezz. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
La resistenza delle travi è calcolata assumendo il valore di 0.9 Dmed come coppia interna.
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce.(Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
 MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
 MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 87 di 124

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	419	84069	52510	52.7	56.7	2.500	1.000	0.1	11.3(0.0)
2	S	397	72493	58408	58.7	43.9	2.500	1.000	0.1	11.3(0.0)
3	S	471	84962	52293	52.5	57.5	2.500	1.000	0.1	11.3(0.0)
4	S	502	83520	52525	52.8	56.3	2.500	1.000	0.1	11.3(0.0)
5	S	465	79000	54529	54.8	51.3	2.500	1.000	0.1	11.3(0.0)
6	S	502	83520	52525	52.8	56.3	2.500	1.000	0.1	11.3(0.0)
7	S	419	84069	52510	52.7	56.7	2.500	1.000	0.1	11.3(0.0)
8	S	428	79502	54256	54.5	51.9	2.500	1.000	0.1	11.3(0.0)
9	S	465	79000	54529	54.8	51.3	2.500	1.000	0.1	11.3(0.0)
10	S	441	83615	52511	52.7	56.4	2.500	1.000	0.1	11.3(0.0)
11	S	102	90291	53530	53.8	59.7	2.500	1.000	0.0	11.3(0.0)
12	S	595	82958	52599	52.8	55.8	2.500	1.000	0.1	11.3(0.0)

7.9 Verifiche Micropali

Si riportano di seguito le sollecitazioni massime agenti sui micropali.

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
11	SLU2	38.17	4.42	22.75
15	SLU2	-31.74	5.51	31.79
17	SLU1	-5.04	34.06	19.10
14	SLU1	-4.47	-40.82	23.74
15	SLU1	-31.48	5.91	32.57
17	SLUSIS 2	-2.64	11.83	7.76



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 88 di 124

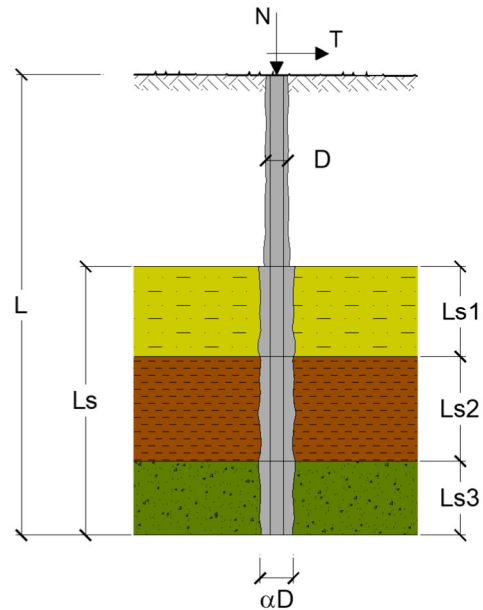
CAPACITA' PORTANTE DI UN MICROPALO

OPERA:

DATI DI INPUT:

Sollecitazioni Agenti:

	Permanenti	Temporanee	Calcolo
N (kN)	32.57	0.00	32.57
T (kN)	41.10	0.00	41.10



coefficienti parziali		azioni		resistenza laterale	
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	γ_s	$\gamma_{s \text{ traz}}$
		γ_G	γ_Q		
S1D	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00
	A2+M1+R2	1.00	1.30	1.45	1.60
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.15	1.25
	SISMA	1.00	1.00	1.15	1.25
DM88		1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		1.00	1.00	1.15	1.25

n	1	2	3	4	5	7	≥ 10	DM88	prog.
ξ_s	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_f	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

Caratteristiche del micropalo:

Diametro di perforazione del micropalo (D): 0.2 (m)

Lunghezza del micropalo (L): 5.60 (m)



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
 MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
 MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 89 di 124

Armatura:

IPE INP HEA HEB HEM Tubi ALTRO

ø114,3 x 8,0

Area dell'armatura (A_{arm}): 2672 (mm²)
 Momento di inerzia della sezione di armatura (J_{arm}): 3.795E+06 (mm⁴)
 Modulo di resistenza della sezione di armatura (W_{arm}): 66,403 (mm³)

Tipo di acciaio

Tensione di snervamento dell'acciaio (f_y): 355 (N/mm²)
 Coefficiente Parziale Acciaio (γ_M): 1.05
 Tensione ammissibile dell'acciaio (σ_{lim}): 338 (N/mm²)
 Modulo di elasticità dell'acciaio (E_{arm}): 210,000 (N/mm²)

Coefficiente di Reazione Laterale:

Coeff. di Winkler (k): 15.0 (MN/m³)

CAPACITA' PORTANTE ESTERNA**Capacità portante di fusto**

$$Ql = \sum_i \pi \cdot Ds_i \cdot s_i \cdot Is_i$$

Tipo di Terreno	Spessore Is_i (m)	α (-)	$Ds_i = \alpha \cdot D$ (m)	s_i media (MPa)	s_i minima (MPa)	s_i calcolo (MPa)	Qs_i (kN)
terreno	5.60	1.10	0.22	0.100	0.100	0.051	197.98
						0.000	0.00
			0.00			0.000	0.00

Ls = 5.60 (m) Ql = 197.98 (kN)

Capacità portante di punta

$$Qp = \%Punta \cdot Ql$$

(consigliato 10-15%)

% Punta 0% Qp = 0.00 (kN)

CARICO LIMITE DEL MICROPALO

$$Qlim = Qb + Ql$$

Qlim = 197.98 (kN)

COEFFICIENTE DI SICUREZZA

$$Fs = Qlim / N \quad (Fs > 1)$$

Fs = 6.08



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 90 di 124

CAPACITA' PORTANTE PER INSTABILITA' DELL'EQUILIBRIO ELASTICO

Reaz. Laterale per unità di lunghezza e di spostam. (β) ($\beta = k \cdot D_{arm}$): 1.71 (N/mm²)

$P_k = 2 \cdot (\beta \cdot E_{arm} \cdot J_{arm})^{0.5}$ $\eta = P_k / N$ (consigliato $\eta > 10$)

$P_k = 2337.81$ (MN) $\eta = 71.78$

VERIFICA ALLE FORZE ORIZZONTALI

Momento massimo per carichi orizzontali (M):
(Ipotesi di palo con testa impedita di ruotare)

$$M = T / (2 \cdot b)$$

$$b = 4 \sqrt{\frac{k \cdot D}{4 \cdot E_{arm} \cdot J_{arm}}}$$

$b = 0.985$ (1/m)

Momento Massimo (M):

$M = 20.86$ (kN m)

VERIFICHE STRUTTURALI DEL MICROPALO

Acciaio S 355 (Fe 510)

Tensioni nel singolo micropalo

$$\sigma = N/A_{arm} \pm M/W_{arm}$$

$$\tau = 2 \cdot T/A_{arm}$$

$\sigma_{max} = 326.40$ (N/mm²) $\sigma_{min} = -302.02$ (N/mm²)

$\tau = 30.77$ (N/mm²)

$$\sigma_{id} = (\sigma^2 + 3 \tau^2)^{0.5}$$

$\sigma_{id} = 330.72$ (N/mm²) **verifica soddisfatta**



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
 MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
 MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 91 di 124

7.10 Verifica giunto

Tra la struttura della passerella e le mura storiche viene lasciato un giunto sismico di 10 cm. Tale giunto è sufficientemente in grado di assorbire lo spostamento sismico SLV della struttura.

Dall'analisi del modello di calcolo si riportano gli spostamenti sismici SLV di tutti i nodi della struttura, come riportato al paragrafo 7.3.3.3 delle NTC2018, e si confrontano con il giunto sismico di progetto.

q=	1
Tc =	0.4788
T1 =	0.047
μ_d =	1

TABLE: Joint Displacements					U1 (m)		U1d (m)		Δ
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	max	min	max	min	m
Text	Text	Text	Text	m					
1	sisma x	LinRespSpec	Max	0.000011	0.0000130	0.0000000	0.0000260	0.0000000	0.10
1	sisma y	LinRespSpec	Max	0.000011	OK	OK	OK	OK	
2	sisma x	LinRespSpec	Max	0.000012					
2	sisma y	LinRespSpec	Max	0.000012					
3	sisma x	LinRespSpec	Max	0.000013					
3	sisma y	LinRespSpec	Max	0.000013					
5	sisma x	LinRespSpec	Max	8.85E-08					
5	sisma y	LinRespSpec	Max	5.38E-08					
7	sisma x	LinRespSpec	Max	8.45E-08					
7	sisma y	LinRespSpec	Max	4.93E-08					
8	sisma x	LinRespSpec	Max	0.00001					
8	sisma y	LinRespSpec	Max	0.00001					
9	sisma x	LinRespSpec	Max	0.00001					
9	sisma y	LinRespSpec	Max	0.00001					
10	sisma x	LinRespSpec	Max	0.00001					
10	sisma y	LinRespSpec	Max	0.00001					



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 92 di 124

TABLE: Joint Displacements

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U2	U2 (m)		U2d (m)		Δ
					max	min	max	min	
Text	Text	Text	Text	m					m
1	sisma x	LinRespSpec	Max	4.64E-08	0.0000130	0.0000000	0.0000260	0.0000000	0.10
1	sisma y	LinRespSpec	Max	8.2E-08	OK	OK	OK	OK	
2	sisma x	LinRespSpec	Max	5.1E-08					
2	sisma y	LinRespSpec	Max	8.78E-08					
3	sisma x	LinRespSpec	Max	0.000012					
3	sisma y	LinRespSpec	Max	0.000013					
5	sisma x	LinRespSpec	Max	0.000012					
5	sisma y	LinRespSpec	Max	0.000012					
7	sisma x	LinRespSpec	Max	0.000011					
7	sisma y	LinRespSpec	Max	0.000011					
8	sisma x	LinRespSpec	Max	0.00001					
8	sisma y	LinRespSpec	Max	0.00001					
9	sisma x	LinRespSpec	Max	0.00001					
9	sisma y	LinRespSpec	Max	0.00001					
10	sisma x	LinRespSpec	Max	0.00001					
10	sisma y	LinRespSpec	Max	0.00001					



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 93 di 124

7.11 Verifiche dei nodi di collegamento

Di seguito si riportano le verifiche dei vari nodi della struttura con riferimento all'elaborato di progetto.

7.11.1 Verifica nodo 1 e 2

Le verifiche sono state effettuate sul nodo 1 che è quello più gravoso con le sollecitazioni massime ottenute sulle travi principali.

Si riportano di seguito le sollecitazioni massime agenti.

Frame	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
341	SLU1	1.81	-1.82	-0.12	-0.01	0.02	-0.15
1	SLU1	-36.15	-10.73	-4.47	-0.19	-4.01	1.86
32A	SLU2	-33.50	22.55	-3.64	0.19	2.03	-18.46
7	SLU2	-12.63	-23.21	-3.94	-1.35	-4.02	-23.67
4	SLU2	-12.34	-3.85	4.87	1.36	-4.42	1.35
8	SLU1	-12.23	-4.88	-5.13	-1.35	4.43	1.35
3	SLU2	-12.34	-22.64	3.67	1.36	3.93	-22.87
7	SLU1	-12.23	-23.18	-3.69	-1.35	-3.93	-23.63
8	SLU1	-12.23	-4.88	-5.13	-1.35	4.43	1.35
4	SLU1	-12.80	-3.87	4.83	1.35	-4.43	1.35
2	SLU1	-36.15	-0.91	-3.63	-0.19	-0.20	7.31
7	SLU2	-12.63	-23.21	-3.94	-1.35	-4.02	-23.67

Tali sollecitazioni si tramutano in forze di taglio e trazione agenti sul nodo nella seguente maniera:

BULLONI

TAGLIO = $(P+V2) / n^{\circ}$ bulloni

TRAZIONE = V3

TIRAFONDI

TAGLIO = $(V3+P) / n^{\circ}$ bulloni

TRAZIONE = $M3/(d * n^{\circ}$ bulloni tesi) + $V2/ n^{\circ}$ bulloni



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b

MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 94 di 124

- Di seguito i risultati delle verifiche sui bulloni M20:

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	10762.58
$F_{t,Ed}$ (N)	5200

Bulloni	
Classe	8.8
d (mm)	20
γ_{M2}	1.25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	314
A_{res} (mm ²)	245

Piastra di collegamento	
Acciaio	S355
t (mm)	15
γ_{M2}	1.25
d_0 (mm)	21
f_{tk} (N/mm ²)	510

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f_{yb} (N/mm ²)	f_{tb} (N/mm ²)
4.6	240	400
5.6	300	500
6.8	480	600
8.8	640	800
10.9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$F_{v,Rd}$ (N)	94080
$F_{t,Rd}$ (N)	141120

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0.141
--	-------

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0.037
-----------------------------	-------



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
 MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
 MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 95 di 124

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \text{ con } F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione	
	Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
	Non esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
	Elementi resistenti alla corrosione (EN10025-5)

e_1 (mm)	75	25.2	$\leq e_1 \leq$	100
e_2 (mm)	75	25.2	$\leq e_2 \leq$	100
p_1 (mm)	150	46.2	$\leq p_1 \leq$	200
p_2 (mm)	150	50.4	$\leq p_2 \leq$	200

 $\alpha = \min \{e_1/(3d_0) ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni di bordo // al carico applicato

 $\alpha = \min \{p_1/(3d_0)-0,25 ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni interni // al carico applicato

 $k = \min \{2,8e_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni di bordo _|_ al carico applicato

 $k = \min \{1,4p_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni interni _|_ al carico applicato

α_{MIN}	1.000
k_{MIN}	2.500

$F_{b,Rd}$ (N)	306000
----------------	--------

$\frac{F_{v, Ed}}{F_{b, Rd}}$	0.035
-------------------------------	-------



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
 MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
 MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 96 di 124

- Di seguito i risultati delle verifiche sui tirafondi M20 inghisati nel cordolo con ancorante chimico tipo Hilti HIT-RE500 V4:

CARATTERISTICHE

Barre	Classe 8.8	$\phi =$	20 mm
		$A =$	314 mm ²
		$A_{res} =$	245 mm ²
numero barre tese		$n_t =$	2
numero barre compresse		$n_c =$	2
		$f_{yb} =$	640 MPa
		$f_{tb} =$	800 MPa
		$\gamma_{M2} =$	1.25

Verifica a taglio trazione barre

$V_x =$	36.20 kN	taglio in direzione x
$V_y =$	5.20 kN	taglio in direzione y
$F_{v,tot} =$	36.57 kN	taglio totale
$n =$	4	numero barre totali
$F_{v,Ed} =$	9.14 kN	taglio agente sulla singola barra
$F_{t,Ed} =$	28.8 kN	trazione agente sulla barra più sollecitata

$$F_{v,Ed} = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} / n$$

$F_{v,Rd} =$	78.40 kN	$F_{v,Rd} = 0.5 f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2}$
$F_{t,Rd} =$	141.12 kN	$F_{t,Rd} = 0.9 f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2}$
$F_{v,Ed} =$	9.14 kN	
$F_{t,Ed} =$	28.83 kN	

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1 \Rightarrow 0.26 \leq 1 \quad \text{verifica soddisfatta}$$

$$\text{con } \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1 \Rightarrow 0.20 \leq 1 \quad \text{verifica soddisfatta}$$



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 97 di 124

VERIFICA LUNGHEZZA DI ANCORAGGIO

CARATTERISTICHE ELEMENTI

tensione di aderenza ancorante chimico $f_{bd} = 6.00$ MPa

Barre

Classe 10.9

$\Phi = 20$ mm

$A = 314$ mm²

tensione di aderenza calcestruzzo

$f_{bd} = 6.00$ MPa

forza di trazione su singola barra

$F_b = 28.8$ KN

lunghezza di ancoraggio

$L = 30.00$ cm

$$F_{lim} = \pi \cdot \Phi \cdot L \cdot f_{bd} = 113.10 \text{ KN}$$

> F_b

verifica soddisfatta



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
 MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
 MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 98 di 124

7.11.2 Verifica nodo 3

Le verifiche sono state effettuate sul nodo 3 con le sollecitazioni massime ottenute sulle travi principali.

Frame	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
322	SLUSIS 1	-0.47	-0.53	0.00	0.00	0.00	0.00
326	SLU2	-7.67	-0.68	0.00	0.00	0.00	0.00
324	SLU1	-7.62	8.07	0.00	0.00	0.00	0.00
324	SLU1	-7.62	-8.07	0.00	0.00	0.00	0.00
322	SLU5	-0.94	0.68	0.08	0.00	0.00	0.00
322	SLU5	-0.94	-0.68	-0.08	0.00	0.00	0.00
322	SLU1	-1.02	-0.68	-0.05	0.00	0.00	0.00
322	SLU1	-1.02	-0.68	-0.05	0.00	0.00	0.00
322	SLU5	-0.94	0.00	0.00	0.00	0.03	0.29
326	SLU5	-6.54	0.00	0.00	0.00	-0.03	0.29
324	SLU1	-7.62	0.00	0.00	0.00	0.00	3.43
329	SLU1	-1.05	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00

Tali sollecitazioni si tramutano in forze di taglio e trazione agenti sul nodo nella seguente maniera:

BULLONI

TAGLIO = $(P+V2) / n^{\circ}$ bulloni

TRAZIONE = V3

TASSELLI

TAGLIO = $(V2+V3) / n^{\circ}$ tasselli

TRAZIONE = P



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b

MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 99 di 124

- Di seguito i risultati delle verifiche sui tasselli M16:

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	2025.0
$F_{t,Ed}$ (N)	7700

Bulloni	
Classe	8.8
d (mm)	16
γ_{M2}	1.25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	201
A_{res} (mm ²)	157

Piastra di collegamento	
Acciaio	S355
t (mm)	10
γ_{M2}	1.25
d_0 (mm)	17
f_{tk} (N/mm ²)	510

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f_{yb} (N/mm ²)	f_{tb} (N/mm ²)
4.6	240	400
5.6	300	500
6.8	480	600
8.8	640	800
10.9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$F_{v,Rd}$ (N)	60288
$F_{t,Rd}$ (N)	90432

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0.094
--	-------

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0.085
-----------------------------	-------



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 100 di 124

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \text{ con } F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione	
	Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
	Non esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
	Elementi resistenti alla corrosione (EN10025-5)

e_1 (mm)	75	20.4	$\leq e_1 \leq$	80
e_2 (mm)	75	20.4	$\leq e_2 \leq$	80
p_1 (mm)	140	37.4	$\leq p_1 \leq$	140
p_2 (mm)	140	40.8	$\leq p_2 \leq$	140

$\alpha = \min \{e_1/(3d_0) ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni di bordo // al carico applicato

$\alpha = \min \{p_1/(3d_0)-0,25 ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni interni // al carico applicato

$k = \min \{2,8e_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni di bordo _|_ al carico applicato

$k = \min \{1,4p_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni interni _|_ al carico applicato

α_{MIN}	1.000
k_{MIN}	2.500

$F_{b,Rd}$ (N)	163200
----------------	--------

$\frac{F_{v, Ed}}{F_{b, Rd}}$	0.012
-------------------------------	-------



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b

MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 101 di 124

- Di seguito i risultati delle verifiche sui bulloni M16:

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	5587.9
$F_{t,Ed}$ (N)	0

Bulloni	
Classe	8.8
d (mm)	16
γ_{M2}	1.25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	201
A_{res} (mm ²)	157

Piastra di collegamento	
Acciaio	S355
t (mm)	10
γ_{M2}	1.25
d_0 (mm)	17
f_{tk} (N/mm ²)	510

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f_{yb} (N/mm ²)	f_{tb} (N/mm ²)
4.6	240	400
5.6	300	500
6.8	480	600
8.8	640	800
10.9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$F_{v,Rd}$ (N)	60288
$F_{t,Rd}$ (N)	90432

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0.093
--	-------

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0.000
-----------------------------	-------



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
 MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
 MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 102 di 124

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \text{ con } F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione	
	Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
	Non esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
	Elementi resistenti alla corrosione (EN10025-5)

e_1 (mm)	75	20.4	$\leq e_1 \leq$	80
e_2 (mm)	75	20.4	$\leq e_2 \leq$	80
p_1 (mm)	140	37.4	$\leq p_1 \leq$	140
p_2 (mm)	140	40.8	$\leq p_2 \leq$	140

$\alpha = \min \{e_1/(3d_0) ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni di bordo // al carico applicato

$\alpha = \min \{p_1/(3d_0)-0,25 ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni interni // al carico applicato

$k = \min \{2,8e_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni di bordo _|_ al carico applicato

$k = \min \{1,4p_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni interni _|_ al carico applicato

α_{MIN}	1.000
k_{MIN}	2.500

$F_{b,Rd}$ (N)	163200
----------------	--------

$\frac{F_{v, Ed}}{F_{b, Rd}}$	0.034
-------------------------------	-------

 Comune di Deruta	 Regione Umbria	 Next Generation EU EuroPA Comune	
PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO: MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA			
	Cod. CBRE015B	Relazione di calcolo	Pag. 103 di 124

7.12 Verifica parapetto

Si riporta di seguito la verifica dei montanti e del corrimano del parapetto di protezione in legno. I montanti del parapetto sono costituiti da profili rettangolari in legno di dimensioni 80x100 mm e sono posti ad interasse massimi di 82 cm mentre il corrimano è costituito da un profilo rettangolare di dimensioni 150x100 mm. Si effettua di seguito la verifica considerando l'interasse massimo tra i montanti di 0.82 m.

7.12.1 Codice di calcolo

L'analisi della struttura scatolare è stata condotta con un programma agli elementi finiti:

Titolo SAP 2000

Versione 24.0

Distributore CSI ITALIA

7.12.2 Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale è condotta con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La struttura viene discretizzata con un modello tridimensionale in elementi tipo trave.

La struttura del parapetto risulta composta da montanti rettangolari 100x80 di altezza pari a 1.20 m posti ad interasse massimo di 0.82 m e da un corrimano orizzontale rettangolare 150x100 bullonato ai montanti.

E' stato quindi implementato un modello matematico tridimensionale agli elementi finiti, risolto numericamente tramite codice di calcolo SAP 2000, il cui manuale d'uso si dà per conosciuto. Il modello schematizza un modulo a due campi ed è stato realizzato con i vincoli di nodi cerniera tra montante e corrimano e incastri alla base dei montanti.

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

Il modello di calcolo è mostrato in figura.



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

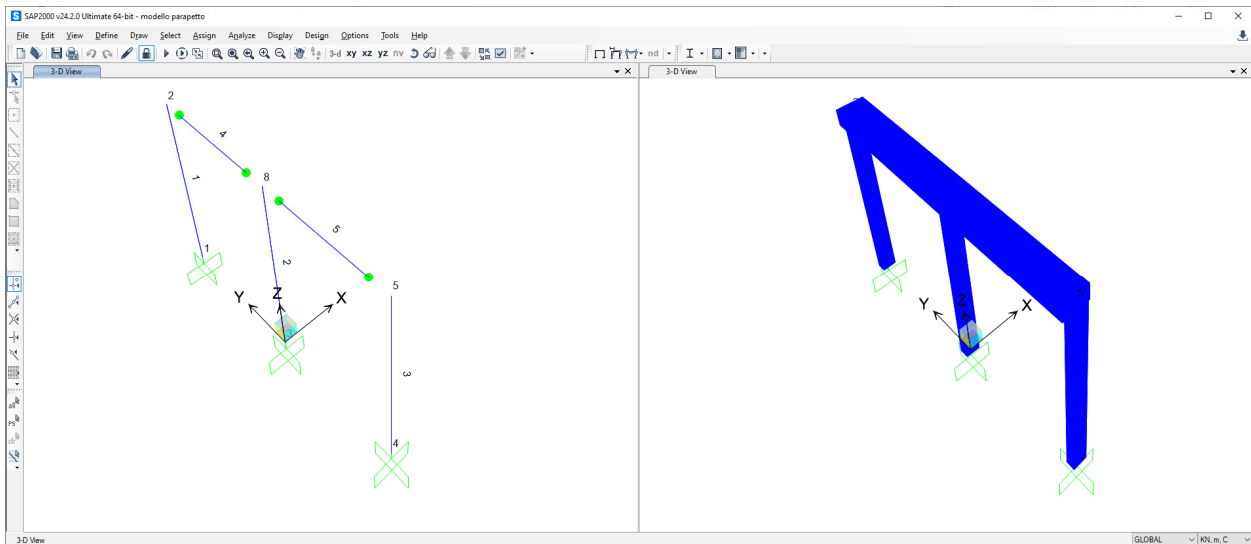
PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

 Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 104 di 124



7.12.3 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. Come detto, per la risoluzione del modello di calcolo si è fatto uso del programma di calcolo SAP2000 NL

Di seguito si riporta una schermata con tutte le informazioni del programma, del produttore e della licenza d'uso:



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

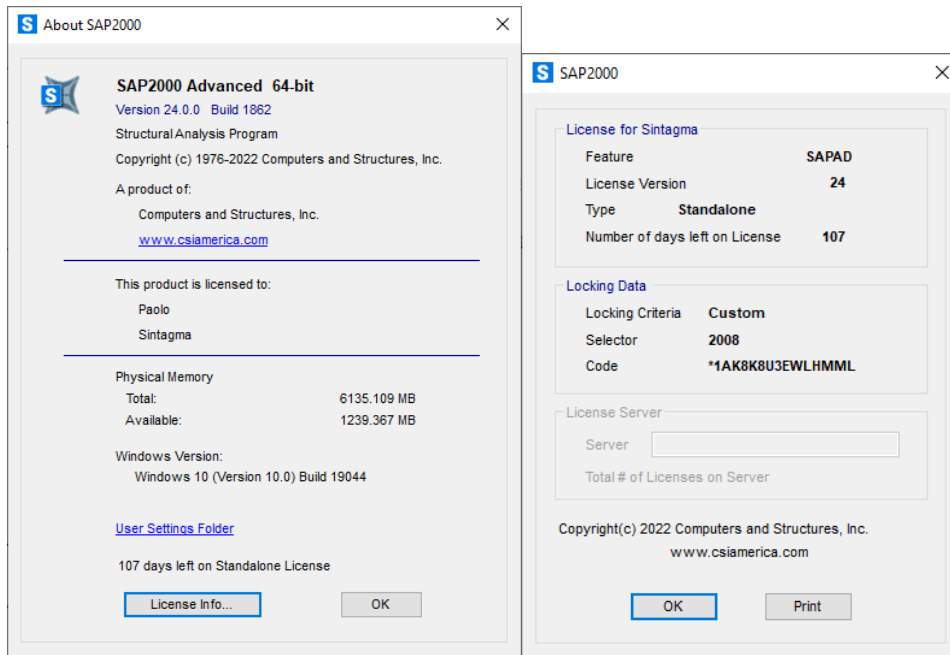
PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 105 di 124



Il produttore fornisce idonea documentazione utile al corretto uso del programma. Sul sito del produttore e' inoltre possibile scaricare la necessaria documentazione utile alla validazione del programma.

7.12.4 Informazioni generali sull'elaborazione

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

7.12.5 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

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



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 106 di 124

7.12.6 Analisi dei carichi

Si riportano di seguito i carichi utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche delle sezioni della struttura in esame.

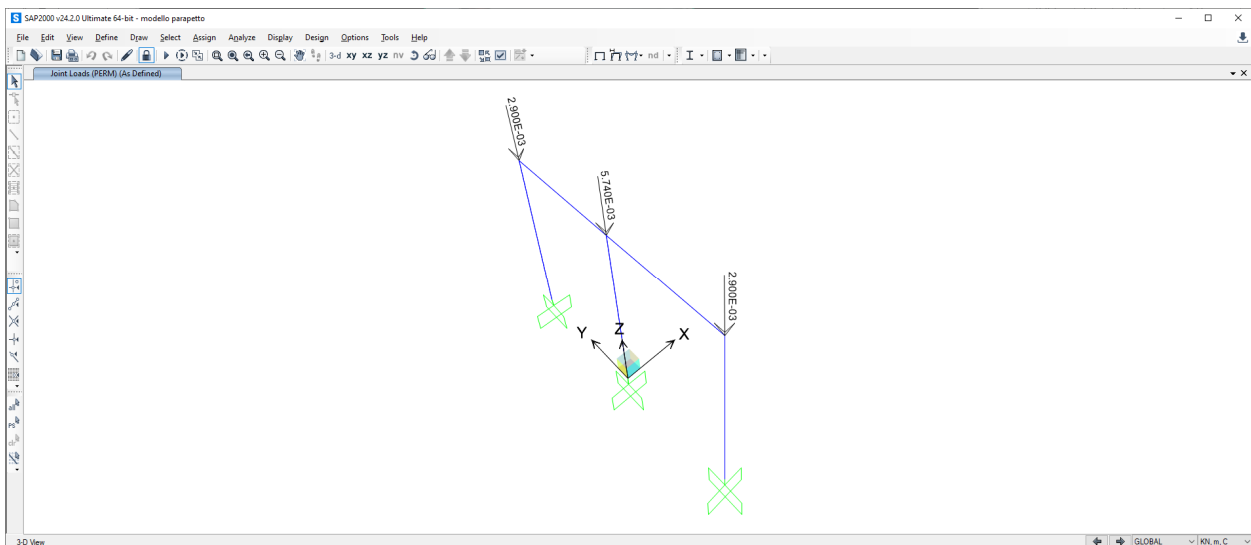
7.12.7 Peso proprio della struttura

Le sollecitazioni indotte dal peso della struttura sono valutate automaticamente dal programma.

7.12.8 Permanente

Il carico permanente è costituito dal peso delle tavole in legno orizzontali che si attaccano da montante a montante.

$$p = 0.1 * 0.025 * 0.7 = 0.00175/m \Rightarrow 0.00175 * 0.82 * 4 = 0.00574 \text{ KN}$$



7.12.9 carico variabile orizzontale lineare

In base a quanto prescritto nella normativa NTC 2018 (3.1.4.3), per le verifiche locali di elementi verticali bidimensionali (tramezzi, pareti, tamponamenti esterni con esclusione di divisori mobili) si considera un carico orizzontale lineare pari a 1 KN/m (Cat. H sola manutenzione) applicato alla quota di 1,20 m dal rispettivo piano di calpestio per pareti ed alla quota di bordo superiore per parapetti o mancorrenti. I carichi variabili orizzontali devono essere utilizzati per verifiche locali e non si sommano ai carichi utilizzati nelle verifiche dell'edificio o struttura nel suo insieme.



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

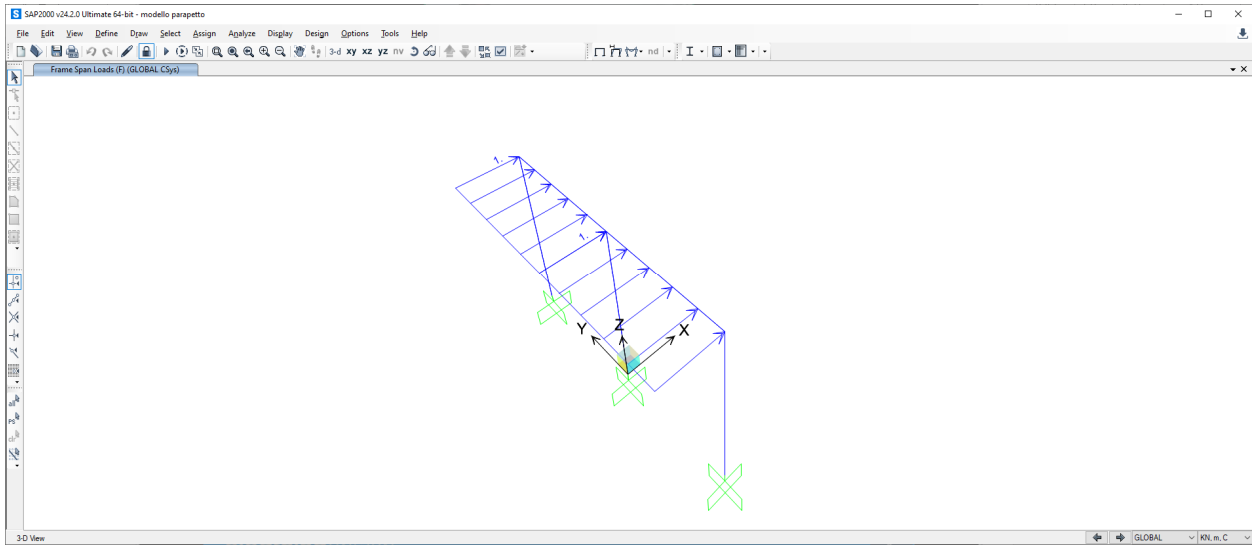
PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 107 di 124



7.12.10 Combinazioni di carico

Ai fini delle verifiche degli stati limite si riportano per comodità le combinazioni delle azioni riportate nella normativa alla quale è possibile fare riferimento per la simbologia adottata:

– Combinazione fondamentale. generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

– Combinazione caratteristica (rara). generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Tabella 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli	γ_{G1}	1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli	γ_{G2}	1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli	γ_{Qi}	1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

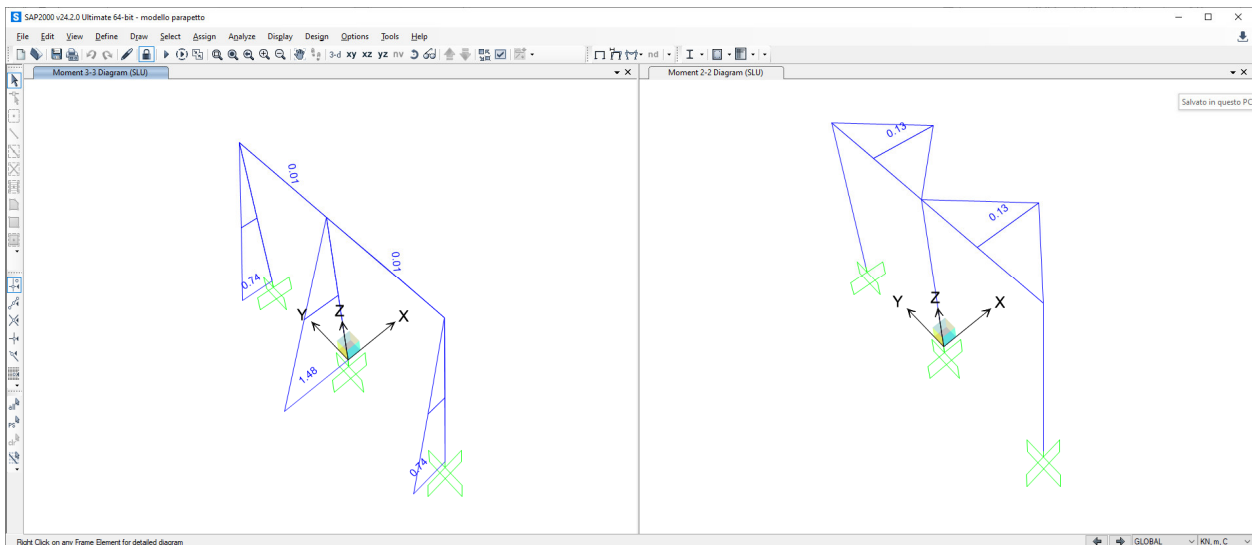
Relazione di calcolo

Pag. 108 di 124

TABLE: Combination Definitions				
ComboName	ComboType	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Text	Text	Unitless
STATICA	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.3
		Linear Static	ACC	1.5
		Linear Static	PERM	1.5
SLE	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
		Linear Static	ACC	1
		Linear Static	PERM	1

7.12.11 Sollecitazioni di progetto

Si riportano di seguito i diagrammi delle sollecitazioni agenti sulle membrature ottenuti dal modello di calcolo.



Momento flettente M33 – M22



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

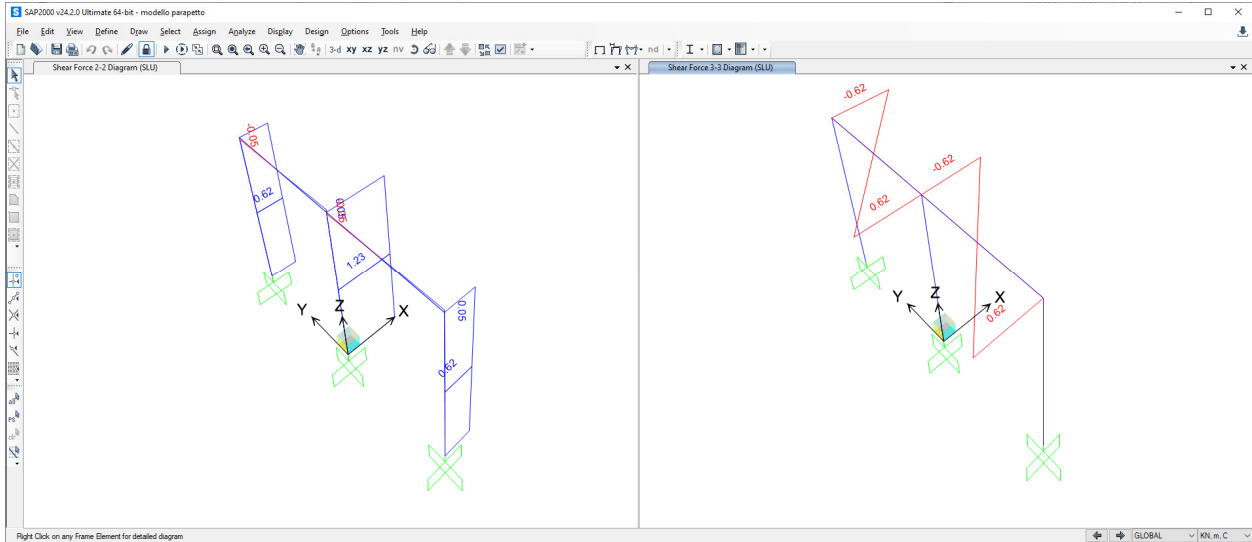
PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



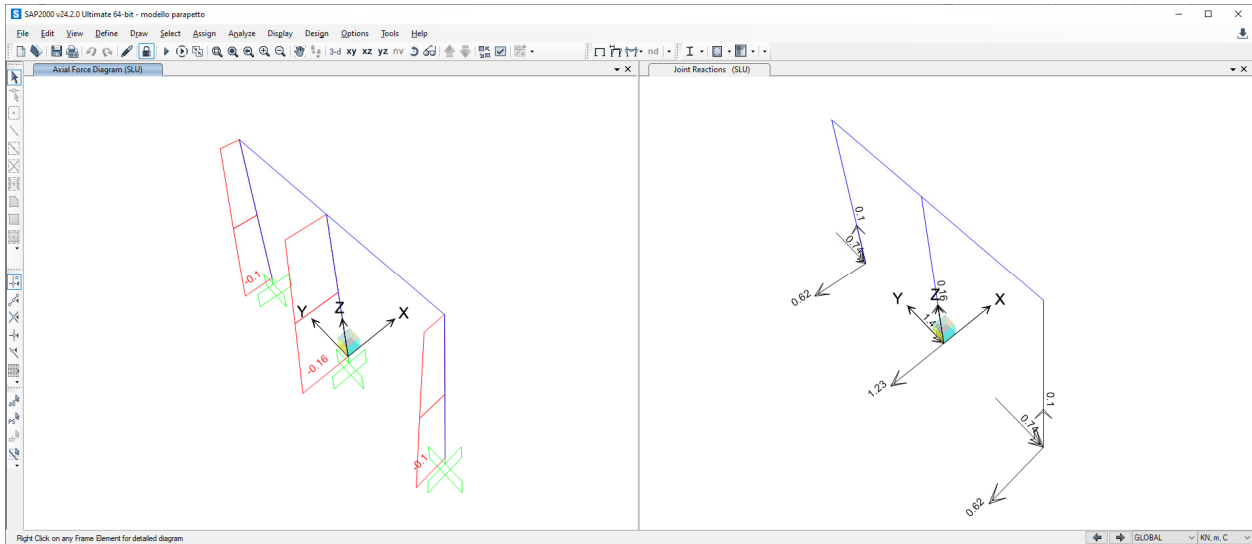
Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 109 di 124



Sforzo di taglio V22 – V33



sforzo assiale P – Reazioni vincolari



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 110 di 124

7.12.12 Verifica montante

Si riportano di seguito le sollecitazioni massime agenti sui montanti.

Frame	OutputCase	P	V2	M3
Text	Text	KN	KN	KN-m
1	SLU	-0.06	0.62	0.00
2	SLU	-0.16	1.23	1.48
2	SLU	-0.16	1.23	1.48
1	SLU	-0.10	0.62	0.74
2	SLU	-0.16	1.23	1.48
1	SLU	-0.06	0.62	0.00

CARATTERISTICHE DEL LEGNO

Coefficiente di sicurezza per il materiale	γ_m	1.30		
Coefficiente k_{mod}	k_{mod}	0.60		
		C40	Calcolo	
Flessione	$f_{m,k}$	40.00	18.46	[MPa]
Trazione parallela alla fibra	$f_{t,0,k}$	24.00	11.08	[MPa]
Trazione perpendicolare alla fibra	$f_{t,90,k}$	0.60	0.28	[MPa]
Compressione parallela alla fibra	$f_{c,0,k}$	26.00	12.00	[MPa]
Compressione perpendicolare alla fibra	$f_{c,90,k}$	2.90	1.34	[MPa]
Taglio	$f_{v,k}$	3.80	1.75	[MPa]
Modulo medio parallelo alla fibratura	$E_{0,mean}$	14.00	14000	[MPa]
Modulo parallelo alla fibratura	$E_{0,05}$	0.47	470	[MPa]
Modulo medio perpendicolare alla fibratura	$E_{90,mean}$	0.75	750	[MPa]
Modulo di taglio medio	G_{mean}	0.88	880	[MPa]
Caratteristiche di sollecitazione	$\gamma_{q/g}$	1.00		



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
 MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
 MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 111 di 124

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE RETTANGOLARE E DELL'ASTA

Base della sezione	b	80	[mm]
Altezza della sezione	h	100	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a y - y	L_{0y}	2400	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a z - z	L_{0z}	2400	[mm]
Distanza tra i ritegni torsionali	L_{LT}	1200	[mm]
Area della sezione	A	8000	[mm ²]
Momento d'inerzia y - y	I_y	6666666.67	[mm ⁴]
Momento d'inerzia z - z	I_z	4266666.67	[mm ⁴]
Modulo di resistenza y - y	W_y	133333.333	[mm ³]
Modulo di resistenza z - z	W_z	106666.667	[mm ³]
Raggio d'inerzia y	i_y	28.87	[mm]
Raggio d'inerzia z	i_z	23.09	[mm]
Snellezze dell'elemento	λ_y	83.14	[-]
	λ_z	103.92	[-]
Tensioni critiche euleriane	$\sigma_{c,crit,y}$	0.67	[MPa]
	$\sigma_{c,crit,z}$	0.43	[MPa]
Snellezze relative dell'elemento	$\lambda_{rel,y}$	6.224	[-]
	$\lambda_{rel,z}$	7.780	[-]
Coefficienti di stabilità	β_c	0.20	[-]
	k_y	20.463	[-]
	k_z	31.515	[-]
	$k_{c,y}$	0.025	[-]
	$k_{c,z}$	0.016	[-]
Tensioni limite di calcolo	$k_{c,y}f_{c,0,d}$	0.30	[MPa]
	$k_{c,z}f_{c,0,d}$	0.19	[MPa]



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
 MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
 MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 112 di 124

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE - TENSOFFLESSIONE - TAGLIO		SLU	SOLLECITAZIONI
Massima forza di compressione	$N_{c,sd}$	0.16 [kN]	0.16
Massima forza di trazione	$N_{t,sd}$	0.00 [kN]	0.00
Massimo momento flettente	M_{sd}	1.48 [kNm]	1.48
Massimo taglio	V_{sd}	1.23 [kN]	1.23
Tensione massima di compressione	$\sigma_{c,0,d} = N_{c,sd}/A$	0.02 [MPa]	
Tensione massima di trazione	$\sigma_{t,0,d} = N_{t,sd}/A$	0.00 [MPa]	
Tensione massima a flessione	$\sigma_{m,y,d} = M_{sd}/W_y$	11.10 [MPa]	
Tensione tangenziale massima	$\tau_d = 1,5 V_{sd}/(b h)$	0.23 [MPa]	
Tasso di lavoro in compressione	$\sigma_{c,0,d}/[K_{c,min}f_{c,0,d}]$	0.10 [-]	SI
Tasso di lavoro in trazione	$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d}$	0.00 [-]	SI
Tasso di lavoro a flessione	$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	0.60 [-]	SI
Tasso di lavoro a pressoflessione	$\sigma_{c,0,d}/[K_{c,min}f_{c,0,d}] + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	0.70 [-]	SI
Tasso di lavoro a taglio	$\tau_d/f_{v,d}$	0.13 [-]	SI

7.12.13 Verifica corrimano

Frame	OutputCase	P	V3	M2
Text	Text	KN	KN	KN-m
4	SLU	0.00	-0.62	0.00
4	SLU	0.00	-0.62	0.00
4	SLU	0.00	0.62	0.00
4	SLU	0.00	-0.62	0.00
4	SLU	0.00	0.00	0.13
4	SLU	0.00	-0.62	0.00



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 113 di 124

CARATTERISTICHE DEL LEGNO

Coefficiente di sicurezza per il materiale	γ_m	1.30		
Coefficiente k_{mod}	k_{mod}	0.60		
		C40	Calcolo	
Flessione	$f_{m,k}$	40.00	18.46	[MPa]
Trazione parallela alla fibra	$f_{t,0,k}$	24.00	11.08	[MPa]
Trazione perpendicolare alla fibra	$f_{t,90,k}$	0.60	0.28	[MPa]
Compressione parallela alla fibra	$f_{c,0,k}$	26.00	12.00	[MPa]
Compressione perpendicolare alla fibra	$f_{c,90,k}$	2.90	1.34	[MPa]
Taglio	$f_{v,k}$	3.80	1.75	[MPa]
Modulo medio parallelo alla fibratura	$E_{0,mean}$	14.00	14000	[MPa]
Modulo parallelo alla fibratura	$E_{0,05}$	0.47	470	[MPa]
Modulo medio perpendicolare alla fibratura	$E_{90,mean}$	0.75	750	[MPa]
Modulo di taglio medio	G_{mean}	0.88	880	[MPa]
Caratteristiche di sollecitazione	$\gamma_{a/g}$	1.00		



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 114 di 124

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE RETTANGOLARE E DELL'ASTA

Base della sezione	b	100	[mm]
Altezza della sezione	h	150	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a y - y	L_{0y}	820	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a z - z	L_{0z}	820	[mm]
Distanza tra i ritegni torsionali	L_{LT}	820	[mm]
Area della sezione	A	15000	[mm ²]
Momento d'inerzia y - y	I_y	28125000	[mm ⁴]
Momento d'inerzia z - z	I_z	12500000	[mm ⁴]
Modulo di resistenza y - y	W_y	375000	[mm ³]
Modulo di resistenza z - z	W_z	250000	[mm ³]
Raggio d'inerzia y	i_y	43.30	[mm]
Raggio d'inerzia z	i_z	28.87	[mm]
Snellezze dell'elemento	λ_y	18.94	[-]
	λ_z	28.41	[-]
Tensioni critiche euleriane	$\sigma_{c,crit,y}$	12.94	[MPa]
	$\sigma_{c,crit,z}$	5.75	[MPa]
Snellezze relative dell'elemento	$\lambda_{rel,y}$	1.418	[-]
	$\lambda_{rel,z}$	2.127	[-]
Coefficienti di stabilità	β_c	0.20	[-]
	k_y	1.617	[-]
	k_z	2.944	[-]
	$k_{c,y}$	0.418	[-]
	$k_{c,z}$	0.201	[-]
Tensioni limite di calcolo	$k_{c,y}f_{c,0,d}$	5.01	[MPa]
	$k_{c,z}f_{c,0,d}$	2.41	[MPa]



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 115 di 124

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE - TENSOFFLESSIONE - TAGLIO		SLU	SOLLECITAZIONI
Massima forza di compressione	$N_{c,sd}$	0.00 [kN]	0.00
Massima forza di trazione	$N_{t,sd}$	0.00 [kN]	0.00
Massimo momento flettente	M_{sd}	0.13 [kNm]	0.13
Massimo taglio	V_{sd}	0.62 [kN]	0.62
Tensione massima di compressione	$\sigma_{c,0,d} = N_{c,sd}/A$	0.00 [MPa]	
Tensione massima di trazione	$\sigma_{t,0,d} = N_{t,sd}/A$	0.00 [MPa]	
Tensione massima a flessione	$\sigma_{m,y,d} = M_{sd}/W_y$	0.35 [MPa]	
Tensione tangenziale massima	$\tau_d = 1,5 V_{sd}/(b h)$	0.06 [MPa]	
Tasso di lavoro in compressione	$\sigma_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}]$	0.00 [-]	SI
Tasso di lavoro in trazione	$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d}$	0.00 [-]	SI
Tasso di lavoro a flessione	$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	0.02 [-]	SI
Tasso di lavoro a pressoflessione	$\sigma_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}] + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	0.02 [-]	SI
Tasso di lavoro a taglio	$\tau_d/f_{v,d}$	0.04 [-]	SI



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

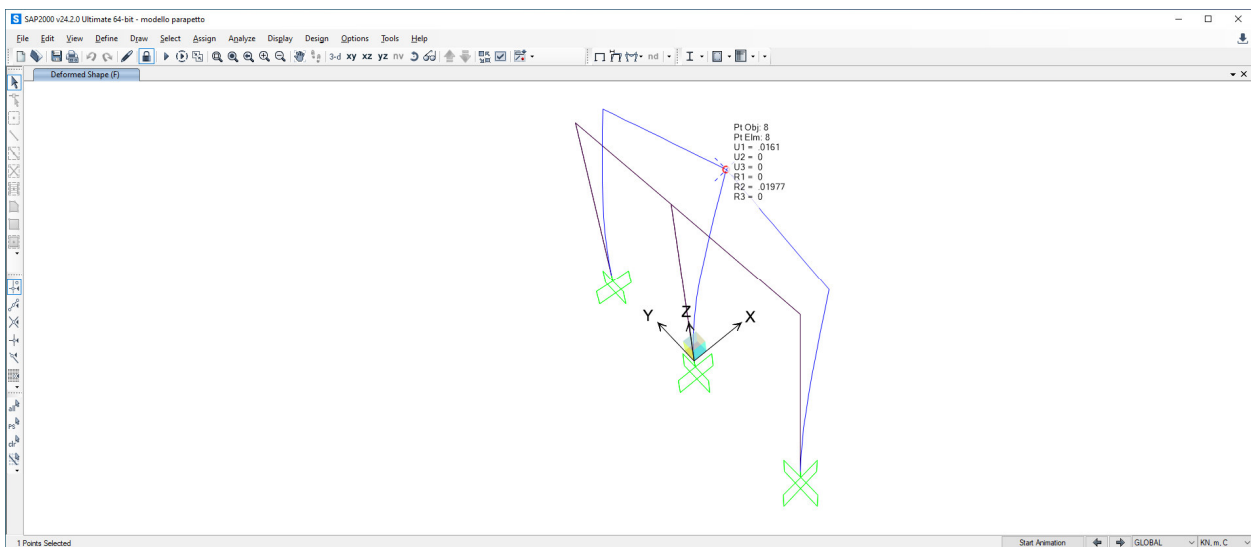
Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 116 di 124

7.12.14 Verifiche di deformabilità

Per la verifica a deformazione del parapetto si considera quanto riportato sulla normativa UNI EN 14122-3: Freccia massima elastica $f_{max} < 30$ mm applicando una forza orizzontale $F_{max} = 300$ N/m x lunghezza in metri tra i montanti. A favore di sicurezza si riporta la freccia massima orizzontale dovuta al carico variabile di 1 KN/m*interasse montanti e si confronta con il valore limite indicato precedentemente.



Deformata

Come si può vedere la deformata elastica presenta un valore di 16 mm < 30 mm per cui la verifica risulta soddisfatta.



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 117 di 124

7.12.15 Verifica nodo 4

Le verifiche sono state effettuate sul nodo 4 con le sollecitazioni massime ottenute alla base del montante:

Frame	OutputCase	P	V2	M3
Text	Text	KN	KN	KN-m
1	SLU	-0.06	0.62	0.00
2	SLU	-0.16	1.23	1.48
2	SLU	-0.16	1.23	1.48
1	SLU	-0.10	0.62	0.74
2	SLU	-0.16	1.23	1.48
1	SLU	-0.06	0.62	0.00

Tali sollecitazioni si tramutano in forze di taglio e trazione nella seguente maniera:

BULLONI

TAGLIO = $(P+V2) / n^\circ$ bulloni

TASELLI

TAGLIO = $(P+V2) / n^\circ$ tasselli

TRAZIONE = $M / (d * n^\circ \text{tasselli tesi})$



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
 MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
 MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 118 di 124

- Di seguito i risultati delle verifiche sui bulloni M10:

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	695.0
$F_{t,Ed}$ (N)	0

Bulloni	
Classe	8.8
d (mm)	10
γ_{M2}	1.25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	78.5
A_{res} (mm ²)	58

Piastra di collegamento	
Acciaio	S355
t (mm)	10
γ_{M2}	1.25
d_0 (mm)	11
f_{tk} (N/mm ²)	510

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f_{yb} (N/mm ²)	f_{tb} (N/mm ²)
4.6	240	400
5.6	300	500
6.8	480	600
8.8	640	800
10.9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
10	78.5	58
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \text{co} \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$F_{v,Rd}$ (N)	22272
$F_{t,Rd}$ (N)	33408

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0.031
--	-------

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0.000
-----------------------------	-------



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
 MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
 MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 119 di 124

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \text{ con } F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione	
	Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
	Non esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
	Elementi resistenti alla corrosione (EN10025-5)

e_1 (mm)	32.5	13.2	$\leq e_1 \leq$	80
e_2 (mm)	37.5	13.2	$\leq e_2 \leq$	80
p_1 (mm)	35	24.2	$\leq p_1 \leq$	140
p_2 (mm)	35	26.4	$\leq p_2 \leq$	140

$\alpha = \min \{e_1/(3d_0) ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni di bordo // al carico applicato

$\alpha = \min \{p_1/(3d_0)-0,25 ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni interni // al carico applicato

$k = \min \{2,8e_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni di bordo _|_ al carico applicato

$k = \min \{1,4p_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni interni _|_ al carico applicato

α_{MIN}	0.811
k_{MIN}	2.500

$F_{b,Rd}$ (N)	82682
----------------	-------

$\frac{F_{v, Ed}}{F_{b, Rd}}$	0.008
-------------------------------	-------



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
 MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
 MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 120 di 124

- Di seguito i risultati delle verifiche sui tasselli M10

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	620.2
$F_{t,Ed}$ (N)	5692

Bulloni	
Classe	8.8
d (mm)	10
γ_{M2}	1.25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	78.5
A_{res} (mm ²)	58

Piastra di collegamento	
Acciaio	S355
t (mm)	10
γ_{M2}	1.25
d_0 (mm)	11
f_{tk} (N/mm ²)	510

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f_{yb} (N/mm ²)	f_{tb} (N/mm ²)
4.6	240	400
5.6	300	500
6.8	480	600
8.8	640	800
10.9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
10	78.5	58
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \text{co} \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$F_{v,Rd}$ (N)	22272
$F_{t,Rd}$ (N)	33408

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0.150
--	-------

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0.170
-----------------------------	-------



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
 MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
 MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 121 di 124

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \text{ con } F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione	
	Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
	Non esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
	Elementi resistenti alla corrosione (EN10025-5)

e_1 (mm)	32.5	13.2	$\leq e_1 \leq$	80
e_2 (mm)	37.5	13.2	$\leq e_2 \leq$	80
p_1 (mm)	35	24.2	$\leq p_1 \leq$	140
p_2 (mm)	35	26.4	$\leq p_2 \leq$	140

 $\alpha = \min \{e_1/(3d_0) ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni di bordo // al carico applicato

 $\alpha = \min \{p_1/(3d_0)-0,25 ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni interni // al carico applicato

 $k = \min \{2,8e_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni di bordo _|_ al carico applicato

 $k = \min \{1,4p_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni interni _|_ al carico applicato

α_{MIN}	0.811
k_{MIN}	2.500

$F_{b,Rd}$ (N)	82682
----------------	-------

$\frac{F_{v, Ed}}{F_{b, Rd}}$	0.008
-------------------------------	-------



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C4I2.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA



Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 122 di 124

7.12.16 Verifica attacco corrimano-montante

Le verifiche sono state effettuate sul nodo con le sollecitazioni massime ottenute alla base del montante:

Frame	OutputCase	P	V3	M2
Text	Text	KN	KN	KN-m
4	SLU	0.00	-0.62	0.00
4	SLU	0.00	-0.62	0.00
4	SLU	0.00	0.62	0.00
4	SLU	0.00	-0.62	0.00
4	SLU	0.00	0.00	0.13
4	SLU	0.00	-0.62	0.00

Tali sollecitazioni si tramutano in forze di taglio nella seguente maniera:

CHIDO

TAGLIO = (P+V3) / n° chiodi



Comune di Deruta



Regione Umbria

Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b

MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 123 di 124

- Di seguito i risultati delle verifiche sui chiodi M10:

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	310.0
$F_{t,Ed}$ (N)	0

Bulloni	
Classe	8.8
d (mm)	10
γ_{M2}	1.25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	78.5
A_{res} (mm ²)	58

Piastra di collegamento	
Acciaio	S355
t (mm)	10
γ_{M2}	1.25
d_0 (mm)	11
f_{tk} (N/mm ²)	510

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f_{yb} (N/mm ²)	f_{tb} (N/mm ²)
4.6	240	400
5.6	300	500
6.8	480	600
8.8	640	800
10.9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
10	78.5	58
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \text{co} \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$F_{v,Rd}$ (N)	22272
$F_{t,Rd}$ (N)	33408

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0.014
--	-------

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0.000
-----------------------------	-------



Comune di Deruta



Regione Umbria



Next Generation EU
EuroPA Comune

PNRR M2C412.1b - MISSIONE 2. COMPONENTE 4. INVESTIMENTO 2.1b
MISURE PER LA GESTIONE DI RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO:
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO RELATIVO AI VERSANTI SOTTOSTANTI IL CENTRO STORICO DI DERUTA

Sintagma

Cod. CBRE015B

Relazione di calcolo

Pag. 124 di 124

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \text{ con } F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione	
<input checked="" type="radio"/>	Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
<input type="radio"/>	Non esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
<input type="radio"/>	Elementi resistenti alla corrosione (EN10025-5)

		13.2	≤	e ₁	≤	80
e ₁ (mm)	32.5	13.2	≤	e ₂	≤	80
e ₂ (mm)	37.5	24.2	≤	p ₁	≤	140
p ₁ (mm)	35	26.4	≤	p ₂	≤	140
p ₂ (mm)	35					

$\alpha = \min \{e_1/(3d_0) ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni di bordo // al carico applicato

$\alpha = \min \{p_1/(3d_0)-0,25 ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni interni // al carico applicato

$k = \min \{2,8e_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni di bordo _ _ al carico applicato

$k = \min \{1,4p_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni interni _ _ al carico applicato

α_{MIN}	0.811
k_{MIN}	2.500

$\frac{F_{v, Ed}}{F_{b, Rd}}$	0.004
-------------------------------	-------

$F_{b,Rd} (N)$	82682
----------------	-------