

**ITINERARIO RAGUSA-CATANIA**

Collegamento viario compreso tra lo Svincolo della S.S. 514 "di Chiaramonte"  
con la S.S. 115 e lo Svincolo della S.S. 194 "Ragusana"

LOTTO 1 - Dallo svincolo n. 1 sulla S.S. 115 (compreso) allo svincolo n. 3 sulla S.P. 5 (escluso)

**PROGETTO ESECUTIVO**

COD. **PA895**

**PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GP INGEGNERIA - COOPROGETTI -GDG - ICARIA - OMNISERVICE**

PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI  
SPECIALISTICHE:


Dott. Ing. Nando Granieri

Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351



IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

	Dott. Ing. N. Granieri Dott. Ing. F. Durastanti Dott. Ing. V. Truffini Dott. Arch. A. Bracchini Dott. Ing. L. Nani	Dott. Ing. M. Abram Dott. Ing. F. Pambianco Dott. Ing. M. Briganti Botta Dott. Ing. L. Gagliardini Dott. Geol. G. Cerquiglioni
---	--	--

MANDANTI:

	Dott. Ing. G. Guiducci Dott. Ing. A. Signorelli Dott. Ing. E. Moscatelli Dott. Ing. A. Bela	Dott. Ing. G. Lucibello Dott. Arch. G. Guastella Dott. Geol. M. Leonardi Dott. Ing. G. Parente
	Dott. Arch. E. A. E. Crimi Dott. Ing. M. Panfili Dott. Arch. P. Ghirelli Dott. Ing. D. Pelle	Dott. Ing. L. Ragnacci Dott. Arch. A. Strati Archeol. M.G. Liseno
	Dott. Ing. D. Carlacchini Dott. Ing. S. Sacconi Dott. Ing. C. Consorti	Dott. Ing. F. Aloe Dott. Ing. A. Salvemini
	Dott. Ing. V. Rotisciani Dott. Ing. G. Pulli Dott. Ing. F. Macchioni	Dott. Ing. G. Verini Supplizi Dott. Ing. V. Piunno Geom. C. Sugaroni
	Dott. Ing. P. Agnello	

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Marco Leonardi

Ordine dei Geologi della Regione Lazio n° 1541

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

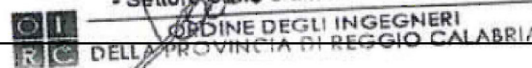
Dott. Ing. Ambrogio Signorelli

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n° A35111

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Luigi Mupo

IL RESPONSABILE DI PROGETTO:

**Dott. Ing. Danilo PELLE**  
Iscrizione all'Albo n° A3536  
alla Sezione degli Ingegneri (Sez. A)  
- Settore civile e ambientale  


**OPERE D'ARTE MINORI**  
**TOMBINO SCATOLARE 2.00X2.00 - AL KM 3+836**  
**Relazione tecnica e di calcolo**

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	<i>T01TM07STRRE01B</i>		
<b>L</b> <b>O</b> <b>4</b> <b>0</b> <b>8</b> <b>Z</b>	<b>E</b>	<b>2</b> <b>1</b> <b>0</b> <b>1</b>	CODICE ELAB. <b>T</b> <b>0</b> <b>1</b> <b>T</b> <b>M</b> <b>0</b> <b>7</b> <b>S</b> <b>T</b> <b>R</b> <b>R</b> <b>E</b> <b>0</b> <b>1</b>	<b>B</b>	-
<b>D</b>					
<b>C</b>					
<b>B</b>	REVISIONE A SEGUITO DI RAPPORTO DI VERIFICA		<i>NOVEMBRE 2021</i>	<i>RAGNACCI</i>	<i>PELLE</i>
<b>A</b>	EMISSIONE		<i>GIUGNO 2021</i>	<i>RAGNACCI</i>	<i>PELLE</i>
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

**INDICE**

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</b> .....	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>CALCESTRUZZO MAGRONE DI FONDAZIONE</b> .....	<b>10</b>
<b>3.2</b>	<b>CALCESTRUZZO OPERE IN FONDAZIONE E IN ELEVAZIONE</b> .....	<b>10</b>
<b>3.3</b>	<b>ACCIAIO D'ARMATURA</b> .....	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI CALCOLO</b> .....	<b>13</b>
<b>4.1</b>	<b>GENERALITA'</b> .....	<b>13</b>
<b>4.2</b>	<b>CRITERI DI MODELLAZIONE STRUTTURALE</b> .....	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SITO</b> .....	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>PARAMETRI E COEFFICIENTI SISMICI</b> .....	<b>16</b>
<b>6.1</b>	<b>GENERALITA'</b> .....	<b>16</b>
<b>6.2</b>	<b>PARAMETRI PER LA DETERMINAZIONE DELL'ANALISI SISMICA</b> .....	<b>16</b>
<b>7</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI</b> .....	<b>18</b>
<b>7.1</b>	<b>CARICHI PERMANENTI</b> .....	<b>18</b>
7.1.1	G1 Peso proprio strutturale (condizione: G1k_Strutturale) .....	18
7.1.2	G2.1 Peso permanente ricoprimento (condizione: G2.1k_Geo su soletta) .....	18
7.1.3	G2.2 Spinta statica terreno (condizione G2.2k_Spinta a riposo) .....	18
<b>7.2</b>	<b>CARICHI VARIABILI</b> .....	<b>19</b>
7.2.1	Carico mobile su manufatto (Condizione: Q1_Veicolo tandem) .....	19
7.2.2	Carichi a tergo del rilevato (condizione: Q2_Veicolo distribuito) .....	21
7.2.3	Frenatura .....	21
7.2.4	Forza centrifuga .....	21
7.2.5	Forza del vento .....	21

7.2.6	Variazioni termiche .....	22
7.2.7	E azione sismica .....	22
<b>8</b>	<b>METODO VERIFICHE.....</b>	<b>25</b>
<b>8.1</b>	<b>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI.....</b>	<b>25</b>
8.1.1	Verifiche di resistenza.....	25
<b>8.2</b>	<b>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO .....</b>	<b>25</b>
8.2.1	Verifiche delle tensioni di esercizio .....	25
8.2.2	Verifica dello stato limite di fessurazione.....	25
8.2.3	Verifica di deformabilità .....	26
<b>8.3</b>	<b>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA.....</b>	<b>26</b>
8.3.1	Verifiche di resistenza.....	26
<b>8.4</b>	<b>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI DANNO.....</b>	<b>26</b>
8.4.1	Verifiche di resistenza.....	26
<b>8.5</b>	<b>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI OPERATIVITA' .....</b>	<b>26</b>
8.5.1	Verifiche di rigidezza.....	26
<b>9</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO.....</b>	<b>27</b>
<b>10</b>	<b>RISULTATI DELLE ANALISI SEZIONE SCATOLARE .....</b>	<b>32</b>
10.1	INVILUPPO SOLLECITAZIONI .....	32
10.2	PRESSIONI TERRENO .....	35
10.3	SOLLECITAZIONI RARE.....	37
10.4	SOLLECITAZIONI FREQUENTI.....	38
10.5	SOLLECITAZIONI QUASI PERMANENTI.....	39
<b>11</b>	<b>VERIFICHE.....</b>	<b>40</b>
11.1	VERIFICHE SLU/SLV .....	40
11.1.1	Soletta fondazione - flessione.....	40

11.1.2	Soletta fondazione – taglio .....	41
11.1.3	Impalcato – flessione .....	42
11.1.4	Impalcato – taglio .....	43
11.1.5	Piedritti – flessione .....	44
11.1.6	Piedritti – taglio.....	45
<b>11.2</b>	<b>VERIFICHE SLE .....</b>	<b>46</b>
11.2.1	Impalcato .....	46
11.2.2	Piedritti .....	49
11.2.3	Soletta fondazione.....	51
<b>11.3</b>	<b>VERIFICHE SLO .....</b>	<b>54</b>
<b>12</b>	<b>ALLEGATO – TABULATI DI CALCOLO SCATOLARE.....</b>	<b>56</b>
12.1	DATI RELATIVI AI NODI DELLA STRUTTURA .....	56
12.2	ELEMENTI TIPO TRAVE .....	58
12.3	ELEMENTO TIPO PILASTRO .....	60
12.4	ELEMENTO TIPO TRAVE SU SUOLO ALLA WINKLER.....	61
12.5	CONDIZIONI, COMBINAZIONI E ANALISI SISMICA.....	63
12.6	CARICHI APPLICATI AGLI ELEMENTI.....	72
12.7	AZIONI TRAVI.....	76
12.8	AZIONI PILASTRI.....	82
12.9	AZIONI TRAVI DI FONDAZIONE .....	92
<b>13</b>	<b>ANALISI E VERIFICHE POZZETTO DI MONTE .....</b>	<b>99</b>
13.1	PREMESSA .....	99
13.2	CARATTERISTICHE TERRENI .....	99
13.3	RISULTATI DELL'ANALISI.....	100
13.3.1	Dati di input modellazione.....	100



13.3.2	Rappresentazione grafica modellazione.....	128
13.3.3	Risultati sollecitazioni .....	130
13.3.4	Verifiche strutturali.....	135
<b>14</b>	<b>ANALISI E VERIFICHE POZZETTO DI VALLE.....</b>	<b>183</b>
14.1	PREMESSA .....	183
14.2	CARATTERISTICHE TERRENI .....	183
14.3	COMBINAZIONI DI CALCOLO .....	184
14.4	DATI RELATIVI AI NODI DELLA STRUTTURA .....	186
14.5	ELEMENTI TIPO PILASTRO E TRAVE SU SUOLO ALLA WINKLER .....	187
14.6	RISULTATI ANALISI DINAMICA.....	190
14.7	CARICHI APPLICATI AGLI ELEMENTI.....	195
14.8	AZIONI SUGLI ELEMENTI.....	197
14.9	INVILUPPO SOLLECITAZIONI .....	203
14.10	SOLLECITAZIONI RARE .....	205
14.11	VERIFICHE SLU/SLV.....	205
14.11.1	Piedritti – flessione .....	205
14.11.2	Piedritti – taglio.....	207
14.11.3	Soletta – flessione.....	208
14.11.4	Soletta – taglio .....	209
14.12	VERIFICHE SLE .....	210
14.12.1	Piedritti .....	210
14.12.2	Soletta .....	212
<b>15</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE .....</b>	<b>215</b>
15.1	APPROCCIO DI VERIFICA GEOTECNICA .....	215
15.2	VERIFICHE GEOTECNICHE TOMBINO .....	215

15.2.1	Inviluppo delle sollecitazioni per la verifica .....	215
15.2.2	Verifica di portanza .....	217
15.2.3	Verifica di galleggiamento .....	221
<b>15.3</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE POZZETTO DI VALLE .....</b>	<b>221</b>
15.3.1	Inviluppo delle sollecitazioni per la verifica .....	221
15.3.2	Verifica di portanza .....	223
15.3.3	Verifica di galleggiamento .....	227
<b>15.4</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE POZZETTO DI MONTE .....</b>	<b>227</b>
15.4.1	Inviluppo delle sollecitazioni per la verifica .....	227
15.4.2	Verifica di portanza .....	229
15.4.3	Verifica di galleggiamento .....	233
<b>16</b>	<b>SINTESI DEI RISULTATI.....</b>	<b>234</b>
<b>16.1</b>	<b>SOLETTE FONDAZIONE .....</b>	<b>234</b>
16.1.1	Tombino .....	234
16.1.2	Pozzetto monte.....	234
16.1.3	Pozzetto valle .....	234
<b>16.2</b>	<b>PARETI.....</b>	<b>234</b>
16.2.1	Tombino .....	234
16.2.2	Pozzetto monte.....	234
16.2.3	Pozzetto valle .....	234
<b>16.3</b>	<b>SOLETTA COPERTURA.....</b>	<b>234</b>
<b>16.4</b>	<b>CONTROLLO DETTAGLI COSTRUTTIVI .....</b>	<b>235</b>
<b>17</b>	<b>ACCETTABILITA' DEI CALCOLI .....</b>	<b>236</b>
<b>18</b>	<b>LICENZA SOFTWARE.....</b>	<b>238</b>

## 1 PREMESSA

La presente relazione di calcolo tratta le analisi e le verifiche strutturali dell'attraversamento idraulico posto al km 3+835 di dimensioni interne 2,00 m x 2,00 m da realizzarsi nell'ambito dell'Ammodernamento a N° 4 corsie della S.S. 5140 "Di Chiaromonte" e della S.S. 194 Ragusana dallo svincolo con la S.S. 115 allo svincolo con la S.S. 114, Lotto 1°. Il manufatto in progetto presenta una forma scatolare, costituito in cemento armato gettato in opera.

La fondazione, i piedritti e la soletta hanno uno spessore di 30 cm, le verifiche strutturali sono state effettuate considerando la sezione trasversale avente il ricoprimento massimo di terreno, che nel caso in esame è 3,00 m.

Il piano di manutenzione T01CM00CMSRE1 e la relazione sui materiali T01EG04GENSCO1 è presente in altre relazioni generali. Verifica delle fondazioni e fascicolo di calcolo sono riportate in questo elaborato.

### Geometria sezione trasversale

Altezza esterna	2,60 [m]
Lunghezza esterna	2,60 [m]
Lunghezza mensola fondazione sinistra	0,50 [m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,50 [m]
Spessore piedritto sinistro	0,30 [m]
Spessore piedritto destro	0,30 [m]
Spessore fondazione	0,30 [m]
Spessore traverso	0,30 [m]

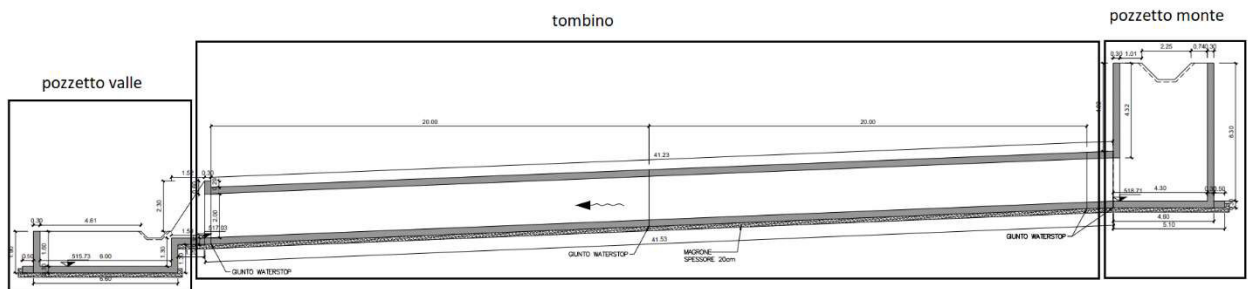


Figura 1-1 "Sezione"

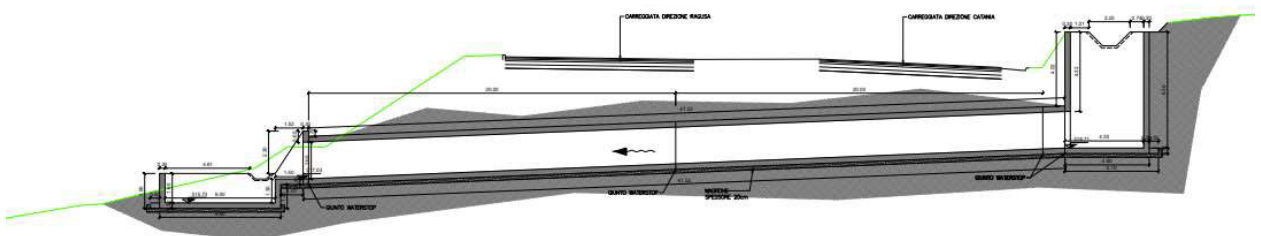


Figura 1-2 "Sezione con ricoprimento"

**RELAZIONE DI CALCOLO**

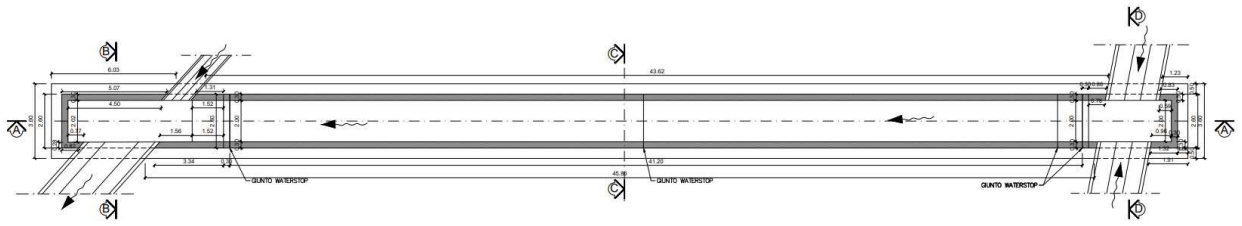


Figura 1-3 "Pianta"

## 2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le prescrizioni contenute nelle seguenti normative.

- **Legge nr 1086 del 05/11/1971**  
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- **Legge nr 64 del 02/02/1974**  
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- **Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 gennaio 2008)**
- **Circolare 617 del 02/02/2009**  
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- **UNI EN 206-1:2006**  
Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- **UNI 11104:2004**  
Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione delle EN 206-1.
- **UNI EN 1990:2006 Eurocodice 0**  
Criteri generali di progettazione strutturale.
- **UNI EN 1991-1-1:2004 Eurocodice 1**  
Azioni sulle strutture – Parte 1-1: Azioni generali – Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.
- **UNI EN 1991-2:2005 Eurocodice 1**  
Azioni sulle strutture – Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
- **UNI EN 1992-1-1:2005 Eurocodice 2**  
Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- **UNI EN 1992-2:2006 Eurocodice 2**  
Progettazione delle strutture in calcestruzzo Parte 2: Ponti in calcestruzzo – Progettazione e dettagli costruttivi.
- **UNI EN 1997-1:2005 Eurocodice 7**  
Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- **UNI EN 1997-2:2007 Eurocodice 7**

Progettazione geotecnica Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo.

- **UNI EN 1998-1:2005 Eurocodice 8**  
Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- **UNI EN 1998-2:2009 Eurocodice 8**  
Progettazione delle strutture per la resistenza sismica Parte 2: Ponti.

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

#### 3.1 CALCESTRUZZO MAGRONE DI FONDAZIONE

Per tale tipologia di calcestruzzi, si è individuata una classe di esposizione **X0**. Per tale classe, la UNI 11104 impone le seguenti prescrizioni:

- Massimo rapporto acqua/cemento:.....**Nessuna prescrizione**
- Minima classe di resistenza:.....**C12/15**
- Minimo contenuto in cemento(Kg/m3):...**Nessuna prescrizione**

Alla luce di quanto esposto, di seguito le caratteristiche del calcestruzzo scelto:

<b>Rck</b>	<b>15</b>	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cubica calcestruzzo
<b>γc</b>	1,5		coefficiente parziale di sicurezza
<b>acc</b>	0,85		coefficiente riduttivo resistenze di lunga durata
<b>Ecm</b>	27267	N/mm <sup>2</sup>	modulo elastico
<b>fck</b>	12,45	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica caratteristica a compressione del calcestruzzo
<b>fcd</b>	7,06	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica di calcolo a compressione del calcestruzzo
<b>fcmm</b>	20,45	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica media a compressione del calcestruzzo
<b>fctm</b>	1,61	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica media a trazione calcestruzzo <C50/60
<b>fctk</b>	1,13	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica caratteristica a trazione calcestruzzo <C50/60
<b>fctd</b>	0,75	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica di calcolo a trazione calcestruzzo <C50/60
<b>fbd</b>	1,69	N/mm <sup>2</sup>	resistenza tangenziale di aderenza
<b>fcfm</b>	1,93	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a trazione per flessione

#### 3.2 CALCESTRUZZO OPERE IN FONDAZIONE E IN ELEVAZIONE

Per tale tipologia di calcestruzzi, si è individuata una classe di esposizione **XA2**, "Ambiente chimico moderatamente aggressivo". Per tale classe, la UNI 11104 impone le seguenti prescrizioni:

- Massimo rapporto acqua/cemento:..... **0,50**
- Minima classe di resistenza:.....**C32/40**
- Minimo contenuto in cemento(Kg/m3):...**340**

Alla luce di quanto esposto, di seguito le caratteristiche del calcestruzzo scelto:

<b>Rck</b>	<b>40</b>	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cubica calcestruzzo
<b>γc</b>	1,5		coefficiente parziale di sicurezza
<b>acc</b>	0,85		coefficiente riduttivo resistenze di lunga durata
<b>Ecm</b>	33643	N/mm <sup>2</sup>	modulo elastico
<b>fck</b>	33,20	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica caratteristica a compressione del calcestruzzo
<b>fcd</b>	18,81	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica di calcolo a compressione del calcestruzzo
<b>fcmm</b>	41,20	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica media a compressione del calcestruzzo

**RELAZIONE DI CALCOLO**

<b>fctm</b>	3,10	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica media a trazione calcestruzzo <C50/60
<b>fctk</b>	2,17	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica caratteristica a trazione calcestruzzo <C50/60
<b>fctd</b>	1,45	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica di calcolo a trazione calcestruzzo <C50/60
<b>fbd</b>	3,25	N/mm <sup>2</sup>	resistenza tangenziale di aderenza
<b>fcfm</b>	3,72	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a trazione per flessione

**COPRIFERRO**

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo conto delle tolleranze di posa delle armature. Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Con riferimento al §4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della progettazione delle armature alla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo deve rispettare quanto indicato in Tabella C4.1.IV della Circolare 2 Febbraio 2009, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di tabella 4.1.IV delle NTC.

Si riporta la tabella sopra citata.

C <sub>min</sub>	C <sub>o</sub>	AMBIENTE	BARRE DA C.A. ELEMENTI A PIASTRA		BARRE DA C.A. ALTRI ELEMENTI		CAVI DA C.A.P. ELEMENTI A PIASTRA		CAVI DA C.A.P. ALTRI ELEMENTI	
			C ≥ C <sub>o</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>o</sub>	C ≥ C <sub>o</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>o</sub>	C ≥ C <sub>o</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>o</sub>	C ≥ C <sub>o</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>o</sub>
C25/30	C35/45	ORDINARIO	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	AGGRESSIVO	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	MOLTO AGGRESSIVO	35	40	40	45	45	50	50	50

La classe **XA2** rientra nella categoria di "condizione ambientale aggressiva". In base alla classe di calcestruzzo scelta (C32/40), ne deriva un copriferro minimo per "barre da c.a." di **35mm**. A tale valore vanno aggiunte le tolleranze di posa di **10mm**.

Ne deriva un copriferro pari a: 35+10=45mm approssimato a **50mm** in favore di sicurezza.

**3.3 ACCIAIO D'ARMATURA**

Per l'armatura degli elementi in cemento armato, viene utilizzato un acciaio B450C, caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

Tab. 11.3.Ia

f <sub>y nom</sub>	450 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t nom</sub>	540 N/mm <sup>2</sup>



E deve rispettare i requisiti richiesti indicati nella seguente tabella.

Tab. 11.3.Ib

Caratteristiche		Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$	$\geq f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica a carico massimo	$f_{tk}$	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
	$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$ $< 1,35$	10.0
	$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento	$(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:	$\phi < 12\ mm$	4 $\phi$	
	$12 \leq \phi \leq 16\ mm$	5 $\phi$	
	per $16 < \phi \leq 25\ mm$	8 $\phi$	
	per $25 < \phi \leq 40\ mm$	10 $\phi$	

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato al § 11.3.2.3.

Le caratteristiche del materiale sono quindi di seguito riassunte.

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450\ MPa$
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540\ MPa$
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7,5\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,15 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y\ misurato}/f_{y\ nom}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione 1,5÷4 %)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche
Controllo radiometrico**	superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
* = prove periodiche annuali	

## 4 CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI CALCOLO

### 4.1 GENERALITA'

Le analisi e le verifiche sull'opera sono state condotte nel pieno rispetto delle Norme Tecniche per le Costruzioni adottando, di conseguenza, un approccio di calcolo di tipo prestazionale basato sul ricorso del Metodo degli Stati Limite.

Come indicato dalle NTC2008 al 2.6.1, nelle verifiche nei confronti dello stato limite ultimo strutturali (STRU) e geotecnici (GEO), si possono adottare, in alternativa, due diversi approcci progettuali.

Si utilizza l'**approccio 2** che utilizza un'unica combinazione di gruppi di coefficienti parziali **(A1+M1+R3)**.

### 4.2 CRITERI DI MODELLAZIONE STRUTTURALE

Lo stato di sollecitazione della struttura, viene desunto da un codice di calcolo (Enexsys-Winstrand). La struttura in progetto, nonostante lo sviluppo longitudinale, viene schematizzata come un telaio piano di estensione 1 metro. Elementi orizzontali e elementi verticali sono rappresentati da elementi beam monodimensionali la cui sezione sarà data da una dimensione fissa (1 metro, ossia l'estensione del telaio analizzato) e una dimensione variabile (lo spessore degli elementi) che rappresenta la dimensione effettiva in progetto.

**Le camerette di monte e valle o intermedie, sono separate dai tombini scatolari da giunti waterstop che garantiscono continuità idraulica, ma non strutturale. Queste, quando articolate, sono state modellate tridimensionalmente. I tombini scatolari presentano invece una distribuzione spaziale costante. La modellazione piana, riferendosi alla sezione maggiormente sollecitata sia dal punto di vista dei carichi statici che dinamici, non differisce dalla modellazione intera tridimensionale, o al più ne differisce in forma lievemente conservativa non considerando le ridistribuzioni di sollecitazioni agli elementi limitrofi meno sollecitati.**

Lo schema statico assunto è quello di telaio chiuso e continuo, nel quale l'interazione con la struttura di fondazione è tenuta in conto tramite una modellazione del terreno alla Winkler.

Il coefficiente di reazione non è tuttavia una proprietà intrinseca del materiale costituente la fondazione, ma è funzione anche delle caratteristiche della struttura in appoggio sia in termini di estensione che di rigidezza.

Per tale ragione, in una prima fase, la costante di Winkler è ipotizzata. Con tale ipotesi viene eseguito un primo dimensionamento del telaio. Questo dimensionamento è sufficiente per la determinazione delle pressioni, della portanza, dei cedimenti e della costante di Winkler. Il valore così ottenuto è reinserito quindi nel modello di calcolo. Il processo iterativo viene interrotto non appena le differenze di sollecitazione sono ritenute trascurabili e/o non dimensionanti.

La caratterizzazione del terreno in cui la struttura è immersa è suddiviso nei tre strati: ricoprimento, rinfiando, e di fondazione. Per ogni strato occorre fornire i valori dei parametri fisici e meccanici più comuni (peso di volume, angolo di attrito, attrito terreno-struttura, coesione, adesione ecc).

Data la natura della infrastruttura, ossia viabilità in rilevato, il terreno di rinfiando corrisponde sempre al terreno di ricoprimento (caratteristiche da materiale di riporto).

Contrariamente, il terreno di fondazione, presenta le caratteristiche dei terreni affioranti in loco o in taluni casi è ancora definito da materiale di riporto.

## 5 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SITO

Di seguito si riportano i parametri geotecnici utilizzati per le analisi.

- STRATO DI RICOPRIMENTO

Descrizione	Rilevato	
Spessore dello strato	4,00	[m]
Peso di volume	20,00	[kN/m <sup>3</sup> ]
Angolo di attrito	35,00	[°]
Coesione	0,00	[MPa]

- STRATO DI RINFIANCO

Descrizione	Rilevato	
Peso di volume	20,00	[kN/m <sup>3</sup> ]
Angolo di attrito	35,00	[°]
Coesione	0,00	[MPa]

- STRATO DI FONDAZIONE

Descrizione	Formazione Ocm	
Peso di volume	25,40	[kN/m <sup>3</sup> ]
Angolo di attrito	25,00	[°]
Coesione	0,200	[MPa]

## 6 PARAMETRI E COEFFICIENTI SISMICI

### 6.1 GENERALITA'

Per il calcolo sismico dell'opera in esame si è fatto riferimento alle indicazioni delle NTC2008 con il concetto di "pericolosità sismica di base" come elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. Tale pericolosità è quella relativa a condizioni ideali di sito con superficie topografica orizzontale e terreno di tipo rigido (Categoria A).

Le indicazioni sulla pericolosità sismica di base dell'intero territorio nazionale è fornita dalla predetta normativa, in termini di:

- **ag** accelerazione orizzontale massima del terreno;
- **Fo** 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;

Tali valori sono forniti per ciascun nodo del reticolo di riferimento con maglia di circa 10km e per ciascun periodo di ritorno  $T_R$ . Il periodo di ritorno è ricavabile mediante la seguente relazione.

$$T_R = -(V_R) / (\ln(1 - P_{VR}))$$

Dove

- $V_R$  Vita di riferimento per l'azione sismica
- $P_{VR}$  Probabilità di superamento nel periodo di riferimento

La vita di riferimento è funzione della vita nominale tramite la classe d'uso. La probabilità di superamento è funzione dello stato limite considerato. Gli stati limite analizzati sono SLV, SLD e SLO.

Gli spettri di progetto associati ai vari stati limite di interesse, sono determinati a partire dai parametri di pericolosità sismica sopra esposti (determinati in funzione del tempo di ritorno), dai coefficienti di amplificazione stratigrafica  $S_s$  e topografica  $S_T$ .

### 6.2 PARAMETRI PER LA DETERMINAZIONE DELL'ANALISI SISMICA

#### CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE (PAR. 3.2.2 NTC08)

Per la definizione dello spettro utilizzato nel calcolo sismico, sono stati considerati i seguenti parametri.

Identificazione sito:.....Tombino km 3+835  
Comune:.....Ragusa  
Provincia:.....Ragusa  
Latitudine:.....36.9651°  
Longitudine:.....14.6756°

Categoria di sottosuolo:.....	B
Categoria topografica:.....	T1
Zona sismica amministrativa.....	2

La categoria di sottosuolo è desunta dall'elaborato **T01GE03GEORE01**

**VITA NOMINA E CLASSE D'USO (2.4.2 NTC08)**

Vita nominale:.....	50anni
Classe d'uso:.....	IV
Cu.....	2
Vita di riferimento:.....	100anni

**TIPOLOGIA STRUTTURALE E FATTORE DI STRUTTURA**

Per la determinazione del fattore di struttura per l'opera in esame si è fatto riferimento a quanto le NTC08 prevedono per i ponti.

Nel caso in oggetto, la struttura è stata assimilata a delle spalle connesse in maniera rigida all'impalcato con i piedritti che sostengono un terreno rigido naturale per più dell'80% dell'altezza (p.to 7.9.5.6.2). Si tratta pertanto di strutture che si muovono col terreno ai sensi della Tabella 7.9.I, caratterizzate da peridi di vibrazione in direzione orizzontale molo bassi e per le quali si assume un valore **di  $q_0=q=1,0$** .

Per strutture con tali proprietà, le forze di inerzia possono essere determinate considerando un'accelerazione pari a  **$a_g * S$** .

## 7 ANALISI DEI CARICHI

### 7.1 CARICHI PERMANENTI

#### 7.1.1 G1 Peso proprio strutturale (condizione: G1k\_Structurale)

Il peso strutturale è calcolato automaticamente dal software di calcolo strutturale e quindi è tenuto in conto automaticamente durante la fase di progettazione

#### 7.1.2 G2.1 Peso permanente ricoprimento (condizione: G2.1k\_Geo su soletta)

Il carico sulla calotta è stato determinato mediante il metodo della *pressione geostatica* secondo il quale la pressione in calotta viene calcolata come prodotto tra il peso del volume di terreno per l'altezza del ricoprimento (tale carico tiene conto anche dell'eventuale pavimentazione, considerando uno spessore di ricoprimento  $H_{\text{rinterro}}$  comprensivo del suddetto).

$$G2.1 = P_v = \gamma_{\text{rinterro}} \times H_{\text{rinterro}} \times L_{\text{telaio}} = P_v \times L_{\text{telaio}} = 20 \times 4 \times 1 = 80,0 \text{ kN/m}$$

#### 7.1.3 G2.2 Spinta statica terreno (condizione G2.2k\_Spinta a riposo)

Si assume che sui piedritti agisca la spinta calcolata in condizioni di riposo.

Il coefficiente di spinta a riposo è espresso dalla relazione:

$$K_0 = 1 - \sin \phi$$

Dove  $\phi$  rappresenta l'angolo d'attrito interno del terreno di rinfianco.

Quindi la pressione laterale, ad una generica profondità  $z$  e la spinta totale sulla parete di altezza  $H$  valgono:

$$\sigma = \gamma z K_0 + P_v K_0$$

$$S = 1/2 \gamma H^2 K_0 + P_v K_0 H$$

Dove  $P_v$  è la pressione verticale agente in corrispondenza della calotta.

Di seguito si riporta il calcolo di suddetta spinta.

Dati geometrici opera		
h	2,4 m	altezza
hr	4 m	ricoprimento misurato dall'estradosso della soletta
H	6,4 m	altezza di spinta terreno
$\Delta q$	0 KN/m <sup>2</sup>	sovraccarico

Le proprietà del terreno di rinfianco/rinterro

Caratteristiche del terreno		
$\phi$	35 °	angolo di attrito
$\gamma_{\text{sat}}$	20 KN/m <sup>3</sup>	peso di volume terreno saturo
$\gamma_w$	0 KN/m <sup>3</sup>	peso acqua
$z_w$	-20 m	quota falda

**RELAZIONE DI CALCOLO**

$H_w$	0 m	altezza di spinta falda
$\gamma'$	20 KN/m <sup>3</sup>	peso efficace

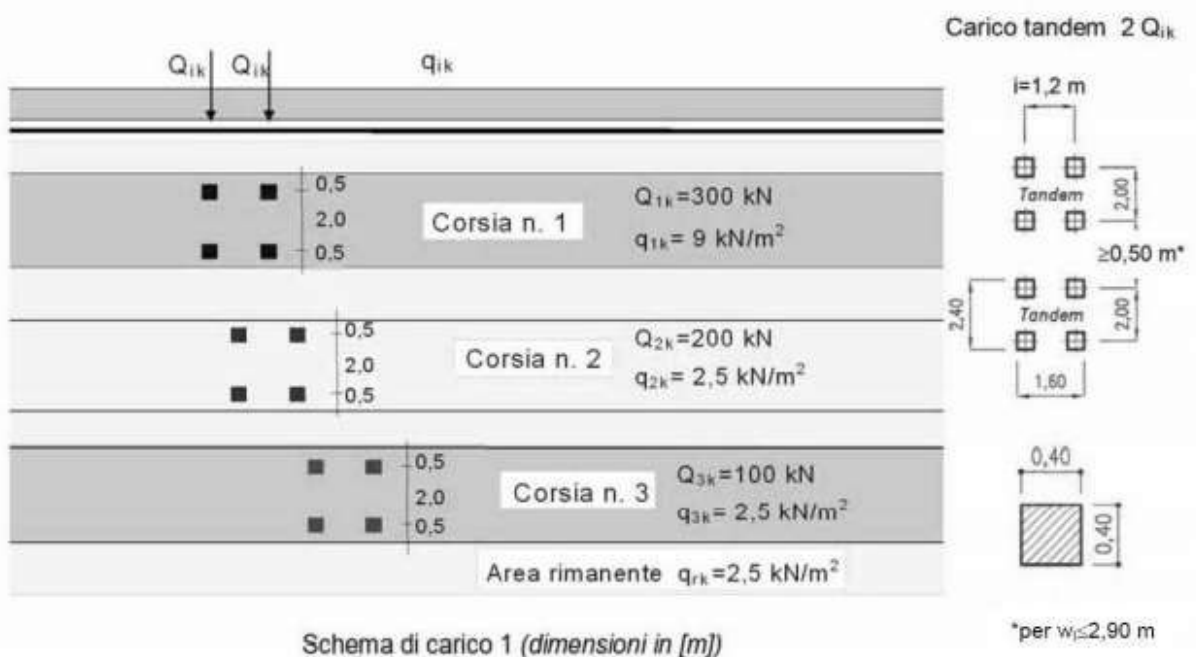
La spinta a riposo vale quindi, con riferimento ad ogni elemento di lunghezza 0,3m con il quale sono stati discretizzati i piedritti

<i>Spinta Statica su elementi bidimensionali</i>						
h mesh	h <sub>i</sub> [m]	$\sigma_{w,i}$ [KN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma'_{h,i}$ [KN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{h,i}$ [KN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{q,i}$ [KN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma'_{tot,i}$ [KN/m <sup>2</sup> ]
0,30	0,15	0,00	0,00	53,33	0,00	<b>53</b>
	0,45	0,00	0,00	50,77	0,00	<b>51</b>
	0,75	0,00	0,00	48,21	0,00	<b>48</b>
	1,05	0,00	0,00	45,65	0,00	<b>46</b>
	1,35	0,00	0,00	43,09	0,00	<b>43</b>
	1,65	0,00	0,00	40,53	0,00	<b>41</b>
	1,95	0,00	0,00	37,97	0,00	<b>38</b>
	2,25	0,00	0,00	35,41	0,00	<b>35</b>

## 7.2 CARICHI VARIABILI

### 7.2.1 Carico mobile su manufatto (Condizione: Q1\_Veicolo tandem)

Le azioni variabili da traffico definite nello Schema di Carico 1 sono costituite da carichi concentrati e da carichi uniformemente distribuiti.





Dato che la sezione è parallela all'asse stradale e dato che viene analizzato un telaio di larghezza perpendicolare all'asse stradale pari ad 1 metri, si considera una sola corsia di carico ed in particolare la corsia di carico numero 1 con valori di carico distribuito e carico tandem pari rispettivamente a:

$$q1k=9kN/mq$$

$$Q1k=300kN$$

Si precisa che secondo il testo Unico del 14 gennaio 2008, i carichi mobili includono gli effetti dinamici.

I carichi concentrati si assumono uniformemente distribuiti sulla superficie della rispettiva impronta. La diffusione attraverso il ricoprimento si considera pari a 30°. La diffusione attraverso la soletta e fino a metà della stessa si considera invece pari a 45°.

I due assi da 300kN vengono ripartiti e trasmessi sulla soletta considerando una diffusione attraverso ricoprimento e soletta.

Il valore del carico tandem complessivo è pari a 600kN. Tale carico è ripartito su una impronta di carico i cui lati, a quota asse soletta, sono visionabili nel foglio di calcolo sotto riportato.

In senso trasversale impronte di carico di due veicoli posti in due corsie convenzionali affiancate si sovrappongono. A favore di sicurezza si prendono in considerazione le prime due corsie convenzionali i cui carichi per ruota sono rispettivamente di 150kN e 100kN.

I carichi distribuiti riferiti agli assi tandem delle due corsie di carico sono quindi sommati e usati nelle verifiche.

Assieme al carico concentrato agente sulle impronte delle ruote agisce anche un carico uniformemente distribuito con intensità pari a 9kN/mq.

Il foglio di calcolo di seguito esposto riporta in forma numerica quanto fin ora detto.

#### CARICO SU SOLETTA

##### DATI GEOMETRICI DI INPUT

H	4 m	altezza ricoprimento
$\varphi$	30 °	angolo diffusione ricoprimento
$\varphi$	0,52 rad	angolo diffusione ricoprimento
S	0,3 m	spessore soletta
$\varphi'$	45 °	angolo diffusione soletta
$\varphi'$	0,79 rad	angolo diffusione soletta
L	1,00 m	larghezza interessa telaio

##### DATI RELATIVI AI CARICHI

s	0,4 m	larghezza impronta
i_t	2 m	interasse trasversale

**RELAZIONE DI CALCOLO**

i <sub>l</sub>	1,2 m	interasse longitudinale
Q1k	300 kN	carico tandem principale
Q2k	200 kN	carico tandem secondario
q1k	9 kN/m <sup>2</sup>	carico distribuito principale
q2k	2,5 kN/m <sup>2</sup>	carico distribuito secondario

**DATI DI CALCOLO**

L <sub>t</sub>	7,62 m	lunghezza trasversale proiezione impronte
L <sub>j</sub>	6,82 m	lunghezza longitudinale proiezione impronte
Q1	11,55 kN/m <sup>2</sup>	carico relativo al carico tandem Q1k
Q2	7,70 kN/m <sup>2</sup>	carico relativo al carico tandem Q2k
Q1+Q2	19,25 kN/m <sup>2</sup>	carico sovrapposto in favore di sicurezza
Qk	19,25 kN/m	carico tandem finale da applicare a soletta
qk	9,00 kN/m	carico distribuito finale da applicare a soletta

**7.2.2 Carichi a tergo del rilevato (condizione: Q2\_Veicolo distribuito)**

La spinta delle terre dovuta all'azione dei sovraccarichi accidentali posti sul rilevato a tergo dei piedritti dello scatolare viene valutata con riferimento ad un sovraccarico di 9kN/mq agente sul rilevato a tergo dello scatolare.

Tale carico viene applicato solo a tergo del piedritto di sinistra, onde massimizzare lo sbilanciamento delle forze per la verifica della struttura scatolare. Il carico a cui si fa riferimento è proprio il carico qk visionabile nel excel sopra riportato.

**7.2.3 Frenatura**

Per quanto riguarda l'azione di frenatura, definita al paragrafo 5.1.3.5 del D.M.14/01/08, viene considerata azione trascurabile ai fini del dimensionamento dei tombini.

**7.2.4 Forza centrifuga**

Poiché la sezione dello scatolare considerata nel modello di calcolo è parallela all'asse stradale, l'azione centrifuga non presenta componente trasversale per lo scatolare.

**7.2.5 Forza del vento**

Poiché la sezione dello scatolare considerata nel modello di calcolo è parallela all'asse stradale, l'azione del vento non presenta componente trasversale per lo scatolare.

### 7.2.6 Variazioni termiche

Trattandosi di un manufatto interrato, si ritiene trascurabile l'effetto delle variazioni termiche, con ordine di grandezza nettamente inferiore all'entità delle sollecitazioni in gioco.

### 7.2.7 Azione sismica

L'azione sismica è tenuta in conto tramite due contributi, E1 ed E2 descrivibili come segue.

Le azioni sismiche di progetto considerate sono:

- E1 – gli incrementi sismici della spinta esercitata dal terrapieno a tergo della spalla;
- E2 – le azioni sismiche dovute alle masse strutturali.

#### 7.2.7.1 E1 – incremento sismico di spinta piedritti (condizione: E\_Spinta sismica+X\_SLV/SLO)

Spinta del terreno nel caso di strutture rigide.

Nel caso di strutture rigide completamente vincolate, in modo tale che non può svilupparsi nel terreno uno stato di spinta attiva, nonché nel caso di muri verticali con terrapieno a superficie orizzontale, l'incremento dinamico di spinta può essere calcolato per via pseudo-statica.

Nell'analisi pseudo-statica, l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, il valore del coefficiente sismico orizzontale  $k_h$  è valutato mediante l'espressione:

$$k_h = \beta_m \cdot a_{max} / g$$

Dove:

$a_{max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito =  $S_s \cdot S_T \cdot a_g$

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido

$S_s \cdot S_T$  = coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica

Per elementi che non sono in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente  $\beta_m$  assume valore unitario.

Con tali ipotesi, sono stati calcolati due incrementi di pressione, una relativa alla condizione di stato limite di *salvaguardia della vita* e una relativa alla condizione di stato limite di *operatività*.

Salvaguardia della vita: SLV

Dati sismici		
$a_g$	0,306	accelerazione massima del sito su suolo rigido / g
Categoria sottosuolo	B	
$F_0$	2,361	valore massimo del fattore di amplificazione spettro
$S_T$	1	coefficiente di amplificazione topografica
$S_s$	1	coefficiente di amplificazione stratigrafica
$S = S_s S_T$	1	
$\beta$	1	

**RELAZIONE DI CALCOLO**

<b>Spinte sismiche</b>		
$K_h = agS\beta$	0,30	coefficiente di spinta sismica
$S_E = K_h\gamma H^2$	<b>35,25 KN/m</b>	spinta sismica terreno applicata su 1/2 h

<b>Spinta Statica su elementi bidimensionali</b>		<b>Spinta sismica</b>
h mesh	hi [m]	$\sigma' E_i$ [KN/m <sup>2</sup> ]
0,30	0,15	<b>15</b>
	0,45	<b>15</b>
	0,75	<b>15</b>
	1,05	<b>15</b>
	1,35	<b>15</b>
	1,65	<b>15</b>
	1,95	<b>15</b>
	2,25	<b>15</b>

Operatività\_SLO

<b>Dati sismici</b>		
ag	0,058	accelerazione massima del sito su suolo rigido / g
Categoria sottosuolo	B	
$F_0$	2,505	valore massimo del fattore di amplificazione spettro
$S_T$	1	coefficiente di amplificazione topografica
$S_S$	1	coefficiente di amplificazione stratigrafica
$S = S_S S_T$	1	
$\beta$	1	

<b>Spinte sismiche</b>		
$K_h = agS\beta$	0,06	coefficiente di spinta sismica
$S_E = K_h\gamma H^2$	<b>6,68 KN/m</b>	spinta sismica terreno applicata su 1/2 h

<b>Spinta Statica su elementi bidimensionali</b>		<b>Spinta sismica</b>
h mesh	hi [m]	$\sigma' E_i$ [KN/m <sup>2</sup> ]
0,30	0,15	<b>3</b>
	0,45	<b>3</b>
	0,75	<b>3</b>
	1,05	<b>3</b>
	1,35	<b>3</b>

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	1,65	<b>3</b>
	1,95	<b>3</b>
	2,25	<b>3</b>

**7.2.7.2 E2 – azioni sismiche dovute alle masse**

L'azione sismica è tenuta in conto tramite Analisi Lineare Dinamica così come indicato al 7.3.3.1. delle NTC2008.

Così come indicato dalla normativa tecnica, sono stati considerati un numero di modi tale da considerare almeno l'85% di massa partecipante e comunque tutti i modi con massa partecipante significativa, indicati come quelli a massa superiore al 5%.

Le due azioni derivanti dal sisma sopra descritte, ossia **E1** ed **E2**, sono state applicate in una sola direzione, in particolare la direzione +x, parallela alla sezione dello scatolare e all'asse stradale.

**L'omissione dell'analisi in direzione -x è legata alla simmetria dell'opera che conduce ad un comportamento equivalente nelle due direzioni e quindi a stessi fattori di sicurezza.**

**L'omissione dell'analisi in direzione +y/-y è legata alla modellazione e relativa verifica piana (piano x-z) dello scatolare, che risulta essere a favore di sicurezza non considerando le inevitabili ridistribuzioni di forze agli elementi vicini.**

## 8 METODO VERIFICHE

### 8.1 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

#### 8.1.1 Verifiche di resistenza

La verifica di resistenza delle sezioni nei vari elementi strutturali, viene condotta tenendo conto delle condizioni più gravose che si individuano dall'involuppo delle sollecitazioni agenti nelle diverse combinazioni di carico.

Le verifiche si basano sul concetto dei coefficienti di sicurezza parziali e considerando una sola famiglia di combinazioni (indicata come **A1 -M1-R3**) in conseguenza dell'utilizzo dell'**approccio 2** della normativa. Si ricorda brevemente come il caso **A1 - M1 - R3** prevede che vengano incrementate le azioni permanenti e variabili con i coefficienti ( $\gamma_G, \gamma_Q$ ) e vengono lasciate inalterate le caratteristiche di resistenza del terreno. Le combinazioni ottenute sono rilevanti per stabilire sia le capacità strutturali delle opere che interagiscono con il terreno sia le verifiche rilevanti per il dimensionamento geotecnico.

### 8.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

#### 8.2.1 Verifiche delle tensioni di esercizio

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni rare e quasi permanenti delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel conglomerato cementizio sia nelle armature; si deve verificare che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti si seguito riportati.

Verifica della tensione massima di compressione del conglomerato cementizio nelle condizioni di esercizio.

La massima tensione di compressione del conglomerato cementizio  $\sigma_c$ , deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_c < 0,6f_{ck} \quad \text{per la combinazione rara}$$

$$\sigma_c < 0,45f_{ck} \quad \text{per la combinazione quasi permanente}$$

Verifica della tensione massima dell'acciaio in condizione di esercizio.

Per l'acciaio, la tensione massima,  $\sigma_s$ , per effetto delle azioni dovute alle combinazioni rare deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_s < 0,8f_{yk}$$

#### 8.2.2 Verifica dello stato limite di fessurazione

In base alla classe di esposizione individuata, XA2, classificata come condizione ambientale aggressiva, ed in base alla tipologia di armatura utilizzata, armatura poco sensibile, si individuano due verifiche entrambe di controllo di apertura delle fessure. In particolare si deve verificare che:

$$a_{p.fessure} < w_2 = 0,3\text{mm} \quad \text{per la combinazione frequente}$$

$$a_{p.fessure} < w_1 = 0,2\text{mm} \quad \text{per la combinazione quasi permanente}$$

### 8.2.3 Verifica di deformabilità

Si verifica che l'inflessione della soletta superiore non superi 1/250 della luce.

## 8.3 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA

### 8.3.1 Verifiche di resistenza

Si ripropongono verifiche di resistenza così come eseguito per le verifiche allo stato limite ultimo, ma con azioni derivanti dalle forze indotte dall'azione sismica.

## 8.4 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI DANNO

### 8.4.1 Verifiche di resistenza

Avendo progettato con un fattore di comportamento  $q$  pari ad 1, lo spettro relativo all'SLV risulta necessariamente sempre maggiore di quello all'SLD. Perciò il soddisfacimento delle verifiche di resistenza all'SLV implica il soddisfacimento delle verifiche all'SLD.

## 8.5 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI OPERATIVITA'

### 8.5.1 Verifiche di rigidezza

Per le costruzioni ricadenti in classe d'uso IV, si deve controllare che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione.

Questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti di interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLO siano inferiori ai 2/3 dei limiti indicati per classi d'uso I e II.

Il limite scelto è pari a:

$$dr < 2/3 * 0,005h$$

Dove:

dr spostamento d'interpiano

h altezza d'interpiano

## 9 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni e i coefficienti moltiplicativi delle singole azioni vengono definiti in base a quanto indicato al paragrafo 5.1.3.12. del D.M.14/01/08 per quello che riguarda le strutture assimilabili a ponti/viadotti e che sorreggono carichi variabili da traffico.

**Tabella 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico**

Gruppo di azioni	Carichi sulla carreggiata				Carichi su marciapiedi e piste ciclabili	
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (Schemi di carico 1, 2, 3, 4, 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura $q_3$	Forza centrifuga $q_4$	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione $2,5 \text{ kN/m}^2$
2 a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2 b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				
(*) Ponti di 3ª categoria						
(**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)						
(***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali						



**RELAZIONE DI CALCOLO**

**Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU**

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{e1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00
<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO. <sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti. <sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna <sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali					

**RELAZIONE DI CALCOLO**

**Tabella 5.1.VI - Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali**

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente $\psi_0$ di combinazione	Coefficiente $\psi_1$ (valori frequenti)	Coefficiente $\psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
Vento $q_5$	4 (folla)	----	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
	Vento a ponte scarico			
	SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
Neve $q_5$	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Temperatura	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
	$T_k$	0,6	0,6	0,5

Come sopra esposto, si è fatto riferimento all'approccio 2 e quindi a coefficienti A1 – M1 – R3.

Numero di condizioni di carico ... : 7

Numero di combinazioni di carico . : 9

**Condizione**

- 1 G1k\_Strutturale
- 2 G2.1k\_Geo su calotta
- 3 G2.2k\_Spinta a riposo
- 4 Q1\_Veicolo tandem
- 5 Q2\_Veicolo distribuito
- 6 E\_Spinta sismica+X\_SLV
- 7 E\_Spinta sismica+X\_SLO
- 8 Sisma OSLU
- 9 Sisma OSLO

Combinazioni di carico:

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

**Combinazione di carico numero**

1	SLU_TANDEM
2	SLU_DISTRIBUITO

Comb.\Cond	1	2	3	4	5
1	1.35	1.35	1.35	1.5	0.6
2	1.35	1.35	1.35	1.125	1.5

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

**Combinazione di carico numero**

3	Sisma 0
---	---------

Comb.\Cond	1	2	3	6	8
3	1	1	1	1	1

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

4	RARA_TANDEM
5	RARA_DISTRIBUITA

Comb.\Cond	1	2	3	4	5
4	1	1	1	1	0.4
5	1	1	1	0.75	1

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

6	FRE_TANDEM
7	FRE_DISTRIBUITA

Comb.\Cond	1	2	3	4	5
6	1	1	1	0.75	
7	1	1	1		0.4

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

8 QUASI PERMANENTE

Comb.\Cond	1	2	3
------------	---	---	---

8	1	1	1
---	---	---	---

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

**Combinazione di carico numero**

9 Sisma 0

Comb.\Cond	1	2	3	9
------------	---	---	---	---

9	1	1	1	1
---	---	---	---	---

## 10 RISULTATI DELLE ANALISI SEZIONE SCATOLARE

### 10.1 INVILUPPO SOLLECITAZIONI

#### Inviluppo sollecitazioni fondazione

Trave di fondazione Sezione numero 1 Rett. FONDAZIONE 100X30

Taglio	Min trave 10 9	-131.38 [kN]	Comb. 1	Max trave 3 2	<b>134.41 [kN]</b>	Comb. 2
Pressioni sul terreno	Min trave 11 10	0.134 [MPa]	Comb. 2	Max trave 2 1	0.031 [MPa]	Comb. 3
Momento flettente	Min trave 3 2	<b>-52.70 [kNm]</b>	Comb. 2	Max trave 7 6	29.96 [kNm]	Comb. 1
Momento torcente	Min trave 3 2	-0.00 [kNm]	Comb. 3	Max trave 2 1	0.00 [kNm]	Comb. 3

#### Inviluppo sollecitazioni impalcato

Trave Sezione numero 1 Rett. IMPALCATO 100X30

Sforzo normale	Min asta 34 33	56.65 [kN]	Comb. 8	Max asta 34 33	<b>83.72 [kN]</b>	Comb. 2
Taglio piano 1-2	Min asta 27 26	-181.85 [kN]	Comb. 1	Max asta 34 33	<b>186.50 [kN]</b>	Comb. 2
Taglio piano 1-3	Min asta 34 33	-0.00 [kN]	Comb. 2	Max asta 34 33	-0.00 [kN]	Comb. 4
Momento torcente	Min asta 34 33	-0.00 [kNm]	Comb. 2	Max asta 34 33	-0.00 [kNm]	Comb. 8
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 31 30	-53.47 [kNm]	Comb. 1	Max asta 34 33	<b>60.00 [kNm]</b>	Comb. 2
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 34 33	-0.00 [kNm]	Comb. 2	Max asta 27 26	0.00 [kNm]	Comb. 2

#### Inviluppo sollecitazioni piedritti

Trave Sezione numero 2 Rett. PIEDRITTI 100X30

Sforzo normale	Min asta 26 24	91.09 [kN]	Comb. 3	Max asta 13 10	<b>210.80 [kN]</b>	Comb. 2
Taglio piano 1-2	Min asta 26 24	-83.72 [kN]	Comb. 2	Max asta 12 2	<b>86.28 [kN]</b>	Comb. 3
Taglio piano 1-3	Min asta 26 24	-0.00 [kN]	Comb. 2	Max asta 34 25	0.00 [kN]	Comb. 2
Momento torcente	Min asta 34 25	0.00 [kNm]	Comb. 4	Max asta 34 25	0.00 [kNm]	Comb. 2
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 26 24	-55.02 [kNm]	Comb. 1	Max asta 34 25	<b>60.00 [kNm]</b>	Comb. 2
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 26 24	-0.00 [kNm]	Comb. 1	Max asta 34 25	0.00 [kNm]	Comb. 2

**RELAZIONE DI CALCOLO**

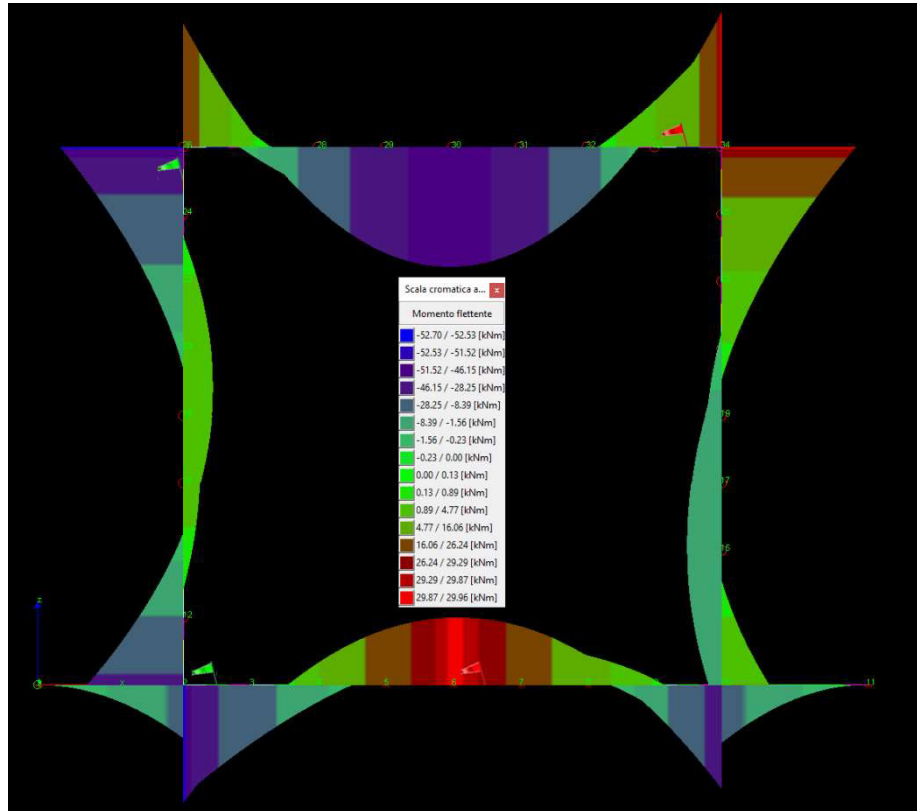


Figura 10-1 "Diagramma involuppo momenti flettenti"

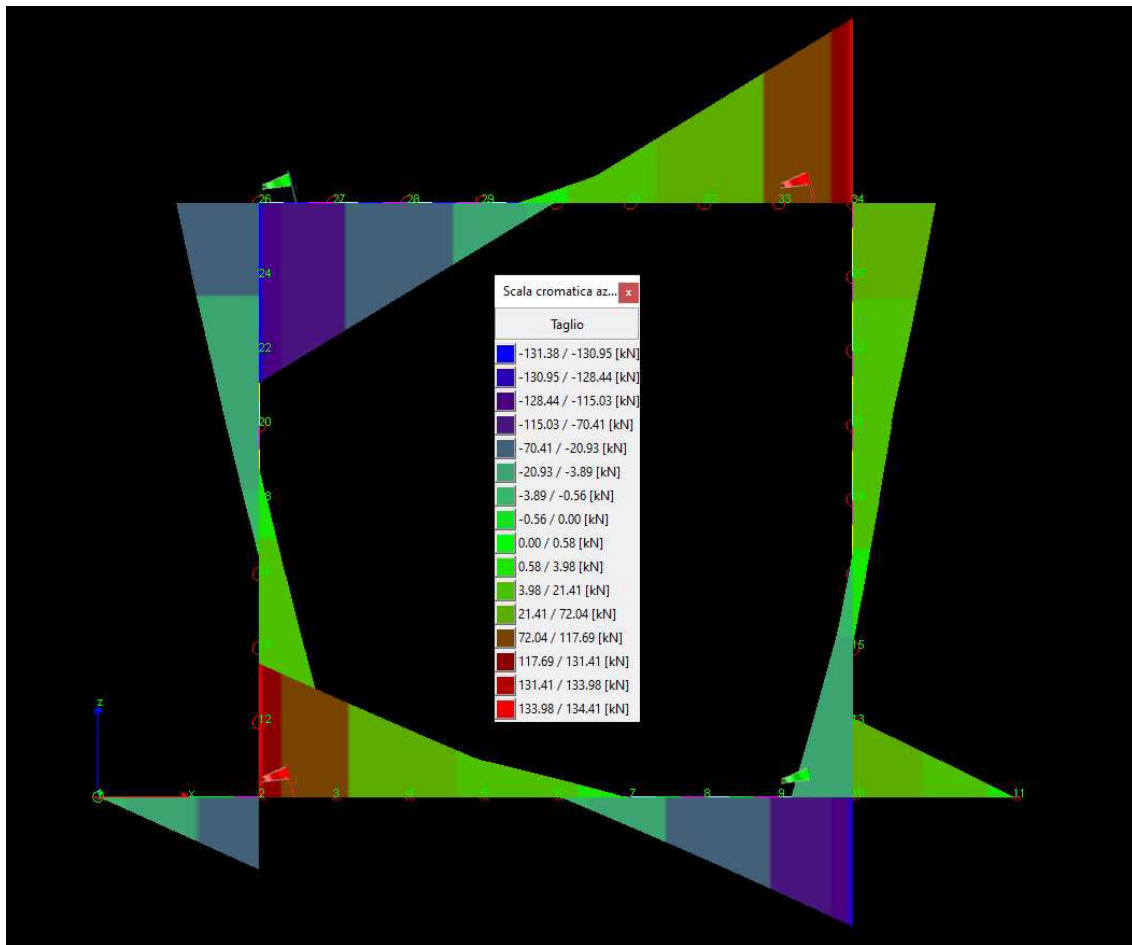


Figura 10-2 "Involuppo diagramma taglio"

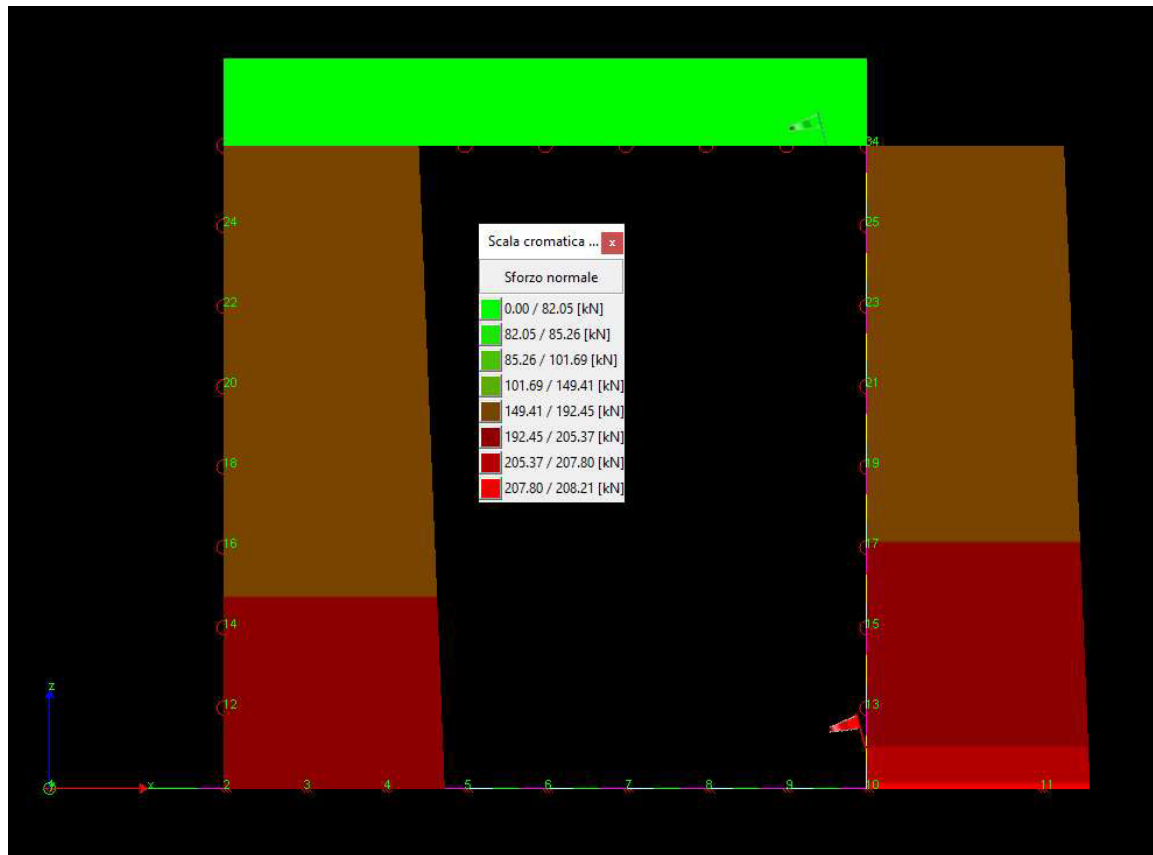


Figura 10-3 "Diagramma involuppo sforzo normale"

## 10.2 PRESSIONI TERRENO

### Pressioni massime su terreno di fondazione

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 11 10	2	<b>-0.134</b>
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 6 5	1	-0.116

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 11 10	3	<b>-0.117</b>
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 2 1	3	-0.031



**RELAZIONE DI CALCOLO**

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 11 10	5	-0.097
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 6 5	4	-0.085

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 11 10	6	-0.090
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 6 5	7	-0.073

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 2 1	8	-0.076
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 7 6	8	-0.071

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 11 10	9	-0.084
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 2 1	9	-0.065

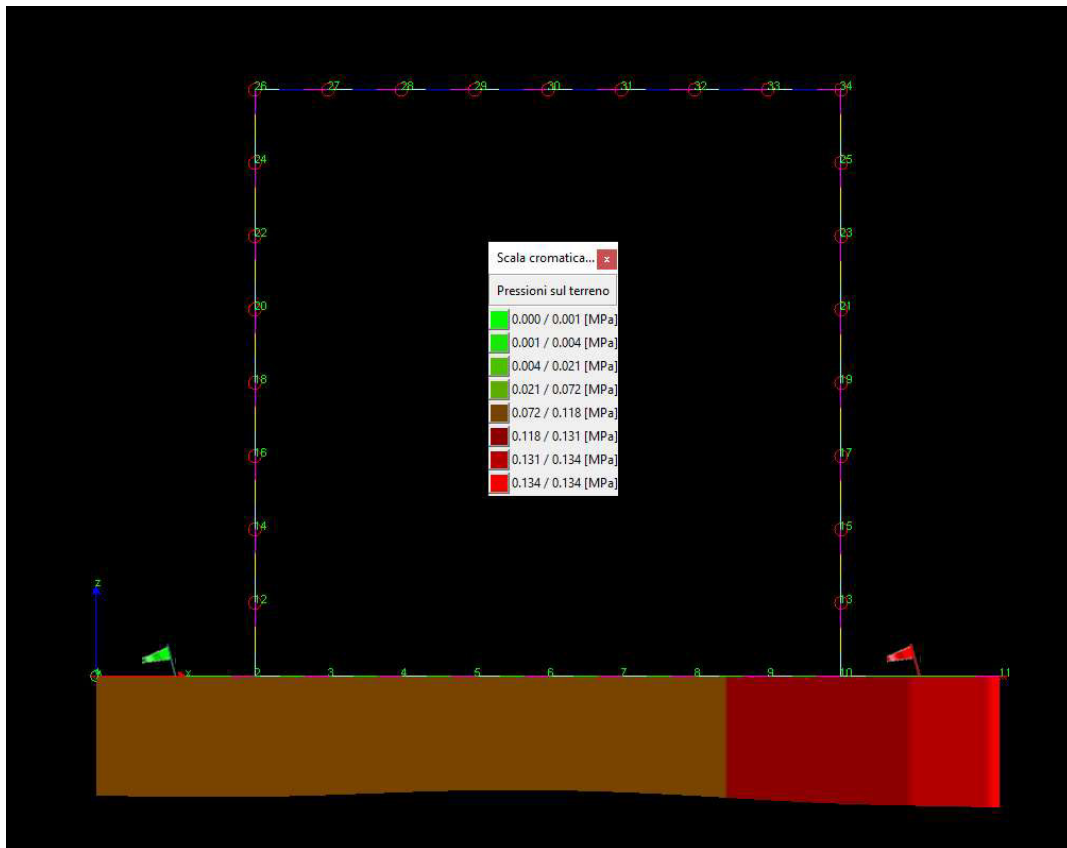


Figura 10-4 "Diagramma involuppo pressioni terreno"

### 10.3 SOLLECITAZIONI RARE

#### Sollecitazioni fondazione

Trave di fondazione Sezione numero 1 Rett. FONDAZIONE 100X30

Taglio	Min trave 10 9	-95.47 [kN]	Comb. 4	Max trave 3 2	97.50 [kN]	Comb. 5
Pressioni sul terreno	Min trave 11 10	0.097 [MPa]	Comb. 5	Max trave 6 5	0.085 [MPa]	Comb. 4
Momento flettente	Min trave 3 2	<b>-38.21 [kNm]</b>	Comb. 5	Max trave 7 6	21.57 [kNm]	Comb. 4
Momento torcente	Min trave 3 2	-0.00 [kNm]	Comb. 5	Max trave 2 1	0.00 [kNm]	Comb. 5

#### Sollecitazioni impalcato

Trave Sezione numero 1 Rett. IMPALCATO 100X30

Sforzo normale	Min asta 34 33	60.00 [kN]	Comb. 4	Max asta 34 33	61.48 [kN]	Comb. 5
Taglio piano 1-2	Min asta 27 26	-131.74 [kN]	Comb. 4	Max asta 34 33	134.84 [kN]	Comb. 5
Taglio piano 1-3	Min asta 34 33	-0.00 [kN]	Comb. 5	Max asta 34 33	-0.00 [kN]	Comb. 4
Momento torcente	Min asta 34 33	-0.00 [kNm]	Comb. 5	Max asta 34 33	-0.00 [kNm]	Comb. 4
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 30 29	-38.52 [kNm]	Comb. 4	Max asta 34 33	<b>43.43 [kNm]</b>	Comb. 5

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Momento Flet. piano 1-3	Min asta 34 33	-0.00 [kNm]	Comb. 5	Max asta 27 26	0.00 [kNm]	Comb. 5
-------------------------	----------------	-------------	---------	----------------	------------	---------

Sollecitazioni piedritti

Trave Sezione numero 2 Rett. PIEDRITTI 100X30

Sforzo normale	Min asta 26 24	131.41 [kN]	Comb. 5	Max asta 13 10	152.84 [kN]	Comb. 5
Taglio piano 1-2	Min asta 26 24	-61.48 [kN]	Comb. 5	Max asta 34 25	61.48 [kN]	Comb. 5
Taglio piano 1-3	Min asta 26 24	-0.00 [kN]	Comb. 5	Max asta 34 25	0.00 [kN]	Comb. 5
Momento torcente	Min asta 34 25	0.00 [kNm]	Comb. 4	Max asta 34 25	0.00 [kNm]	Comb. 5
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 26 24	-40.11 [kNm]	Comb. 4	Max asta 34 25	<b>43.43 [kNm]</b>	Comb. 5
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 26 24	-0.00 [kNm]	Comb. 4	Max asta 34 25	0.00 [kNm]	Comb. 5

**10.4 SOLLECITAZIONI FREQUENTI**

Sollecitazioni fondazione

Trave di fondazione Sezione numero 1 Rett. FONDAZIONE 100X30

Taglio	Min trave 10 9	-91.91 [kN]	Comb. 6	Max trave 3 2	92.77 [kN]	Comb. 6
Pressioni sul terreno	Min trave 11 10	0.090 [MPa]	Comb. 6	Max trave 6 5	0.073 [MPa]	Comb. 7
Momento flettente	Min trave 3 2	<b>-35.31 [kNm]</b>	Comb. 6	Max trave 7 6	20.35 [kNm]	Comb. 6
Momento torcente	Min trave 3 2	-0.00 [kNm]	Comb. 7	Max trave 2 1	0.00 [kNm]	Comb. 7

Sollecitazioni impalcato

Trave Sezione numero 1 Rett. IMPALCATO 100X30

Sforzo normale	Min asta 34 33	57.98 [kN]	Comb. 7	Max asta 34 33	59.50 [kN]	Comb. 6
Taglio piano 1-2	Min asta 27 26	-125.96 [kN]	Comb. 6	Max asta 34 33	127.33 [kN]	Comb. 6
Taglio piano 1-3	Min asta 34 33	-0.00 [kN]	Comb. 7	Max asta 34 33	-0.00 [kN]	Comb. 6
Momento torcente	Min asta 34 33	-0.00 [kNm]	Comb. 6	Max asta 34 33	-0.00 [kNm]	Comb. 7
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 31 30	-36.40 [kNm]	Comb. 6	Max asta 34 33	<b>40.40 [kNm]</b>	Comb. 6
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 34 33	-0.00 [kNm]	Comb. 7	Max asta 27 26	0.00 [kNm]	Comb. 7

Sollecitazioni piedritti

Trave Sezione numero 2 Rett. PIEDRITTI 100X30

Sforzo normale	Min asta 26 24	108.64 [kN]	Comb. 7	Max asta 13 10	145.33 [kN]	Comb. 6
Taglio piano 1-2	Min asta 26 24	-59.50 [kN]	Comb. 6	Max asta 34 25	59.50 [kN]	Comb. 6
Taglio piano 1-3	Min asta 26 24	-0.00 [kN]	Comb. 6	Max asta 34 25	0.00 [kN]	Comb. 6
Momento torcente	Min asta 34 25	0.00 [kNm]	Comb. 6	Max asta 34 25	0.00 [kNm]	Comb. 7
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 26 24	-38.76 [kNm]	Comb. 6	Max asta 34 25	<b>40.40 [kNm]</b>	Comb. 6
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 26 24	-0.00 [kNm]	Comb. 6	Max asta 34 25	0.00 [kNm]	Comb. 6

## 10.5 SOLLECITAZIONI QUASI PERMANENTI

### Sollecitazioni fondazione

#### Trave di fondazione Sezione numero 1 Rett. FONDAZIONE 100X30

Taglio	Min trave 10 9	-78.91 [kN]	Comb. 8	Max trave 3 2	78.91 [kN]	Comb. 8
Pressioni sul terreno	Min trave 2 1	0.076 [MPa]	Comb. 8	Max trave 7 6	0.071 [MPa]	Comb. 8
Momento flettente	Min trave 10 9	<b>-30.78 [kNm]</b>	Comb. 8	Max trave 7 6	15.94 [kNm]	Comb. 8
Momento torcente	Min trave 10 9	-0.00 [kNm]	Comb. 8	Max trave 11 10	0.00 [kNm]	Comb. 8

### Sollecitazioni impalcato

#### Trave Sezione numero 1 Rett. IMPALCATO 100X30

Sforzo normale	Min asta 34 33	56.65 [kN]	Comb. 8	Max asta 34 33	56.65 [kN]	Comb. 8
Taglio piano 1-2	Min asta 27 26	-105.00 [kN]	Comb. 8	Max asta 34 33	105.00 [kN]	Comb. 8
Taglio piano 1-3	Min asta 34 33	-0.00 [kN]	Comb. 8	Max asta 34 33	-0.00 [kN]	Comb. 8
Momento torcente	Min asta 34 33	-0.00 [kNm]	Comb. 8	Max asta 34 33	-0.00 [kNm]	Comb. 8
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 31 30	-28.67 [kNm]	Comb. 8	Max asta 27 26	<b>34.33 [kNm]</b>	Comb. 8
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 34 33	-0.00 [kNm]	Comb. 8	Max asta 27 26	0.00 [kNm]	Comb. 8

### Sollecitazioni piedritti

#### Trave Sezione numero 2 Rett. PIEDRITTI 100X30

Sforzo normale	Min asta 34 25	105.00 [kN]	Comb. 8	Max asta 13 10	123.00 [kN]	Comb. 8
Taglio piano 1-2	Min asta 26 24	-56.65 [kN]	Comb. 8	Max asta 34 25	56.65 [kN]	Comb. 8
Taglio piano 1-3	Min asta 26 24	-0.00 [kN]	Comb. 8	Max asta 34 25	0.00 [kN]	Comb. 8
Momento torcente	Min asta 34 25	0.00 [kNm]	Comb. 8	Max asta 34 25	0.00 [kNm]	Comb. 8
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 26 24	-34.33 [kNm]	Comb. 8	Max asta 34 25	<b>34.33 [kNm]</b>	Comb. 8
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 26 24	-0.00 [kNm]	Comb. 8	Max asta 34 25	0.00 [kNm]	Comb. 8

## 11 VERIFICHE

### 11.1 VERIFICHE SLU/SLV

#### 11.1.1 Soletta fondazione - flessione

Base sezione B= 100,00cm

Altezza sezione H= 30,00cm

Afi= 5Ø20 = 15,71cmq Afs=5Ø20 = 15,71cmq

**Titolo :** Soletta

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15,71	5
2	15,71	25

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

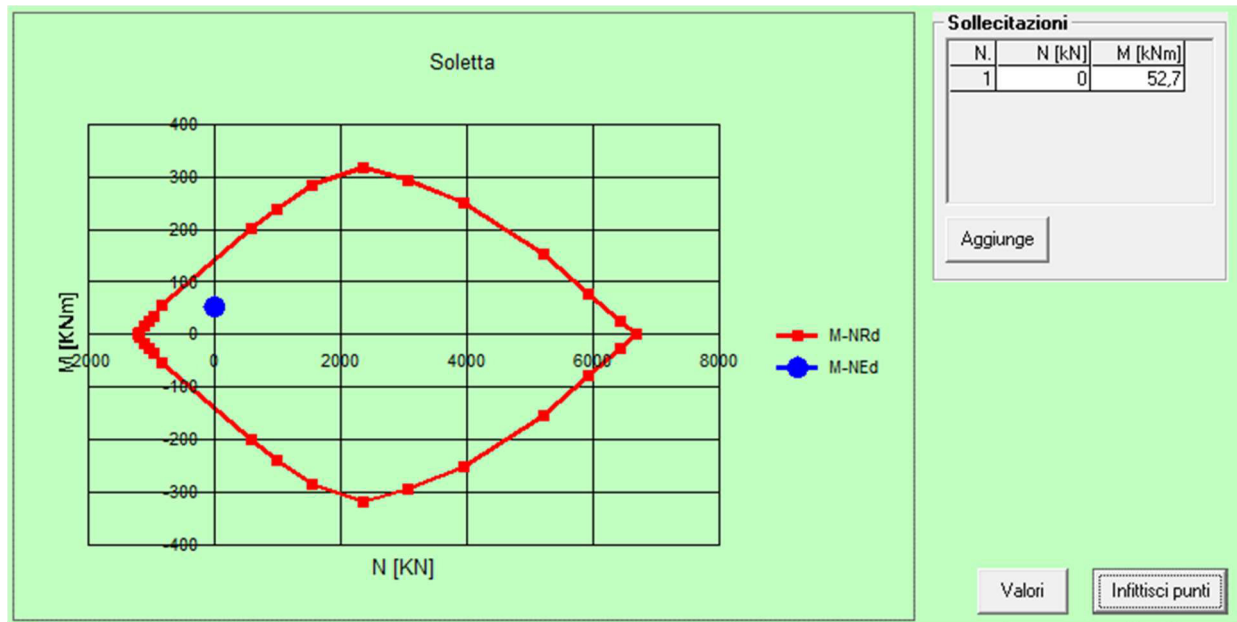
**Materiali**  
 B450C  C32/40  
 ε<sub>su</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
 f<sub>yd</sub>  N/mm² ε<sub>cu</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
 ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>  ‰  
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>  ‰  
 τ<sub>c1</sub>  ‰

M<sub>xRd</sub>  kN m  
 σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²  
 ε<sub>c</sub>  ‰  
 ε<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x  w/d   
 δ

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub>  cm Col. modello

Precompresso



### 11.1.2 Soletta fondazione – taglio

**Verifica a taglio** par. 4.1.2.1.3.1 NTC2008

Valore di calcolo dello sforzo di taglio	<b>V<sub>Ed</sub></b>	134410	N
resistenza calcestruzzo	<b>R<sub>ck</sub></b>	40	N/mm <sup>2</sup>
	<b>f<sub>ck</sub></b>	33,2	N/mm <sup>2</sup>
coeff. parziale di sicurezza del cls	<b>γ<sub>c</sub></b>	1,5	
altezza	<b>h</b>	300	mm
copriferro	<b>c</b>	50	mm
altezza utile	<b>d</b>	250	mm
larghezza minima sezione	<b>b<sub>w</sub></b>	1000	mm
armatura longitudinale	<b>A<sub>sl</sub></b>	1570	mm <sup>2</sup>
sezione calcestruzzo	<b>A<sub>c</sub></b>	300000	mm <sup>2</sup>
valore di calcolo dello sforzo normale	<b>N<sub>Ed</sub></b>	0	N

$k=1+(200/d)^{1/2} \leq 2$	<b>k</b>	1,8944272	
$v_{min}=0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	<b>v<sub>min</sub></b>	0,5258404	
$\rho_1=A_{sl}/(b_w d) \leq 0,02$	<b>ρ<sub>1</sub></b>	0,00628	rapporto geometrico di armatura longitudinale
$\sigma_{cp}=N_{Ed}/A_c \leq 0,2f_{cd}$	<b>σ<sub>cp</sub></b>	0	N/mm <sup>2</sup> tensione media di compressione della sezione

Resistenza a taglio **V<sub>Rd</sub> 156422,21 N**

$V_{Rd} = \{ (0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}) / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$  **VERIFICATA**  
 $V_{Rd} \geq V_{Ed}$  **VERIFICATA**

### 11.1.3 Impalcato – flessione

Base sezione B= 100,00cm

Altezza sezione H= 30,00cm

Afi= 8Ø20 = 25,13cmq Afs=8Ø20 = 25,13cmq

**Titolo :** Impalcato

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	25,13	5
2	25,13	25

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>   kN  
 M<sub>xEd</sub>   kNm  
 M<sub>yEd</sub>

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviate

**Materiali**

B450C		C32/40	
ε <sub>su</sub>	<input type="text" value="67,5"/> ‰	ε <sub>c2</sub>	<input type="text" value="2"/> ‰
f <sub>yd</sub>	<input type="text" value="391,3"/> N/mm²	ε <sub>cu</sub>	<input type="text" value="3,5"/>
E <sub>s</sub>	<input type="text" value="200 000"/> N/mm²	f <sub>cd</sub>	<input type="text" value="18,13"/>
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	<input type="text" value="15"/>	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub>	<input type="text" value="0,8"/> ?
ε <sub>syd</sub>	<input type="text" value="1,957"/> ‰	σ <sub>c,adm</sub>	<input type="text" value="12,25"/>
σ <sub>s,adm</sub>	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ <sub>co</sub>	<input type="text" value="0,7333"/>
		τ <sub>c1</sub>	<input type="text" value="2,114"/>

M<sub>xRd</sub>  kN m

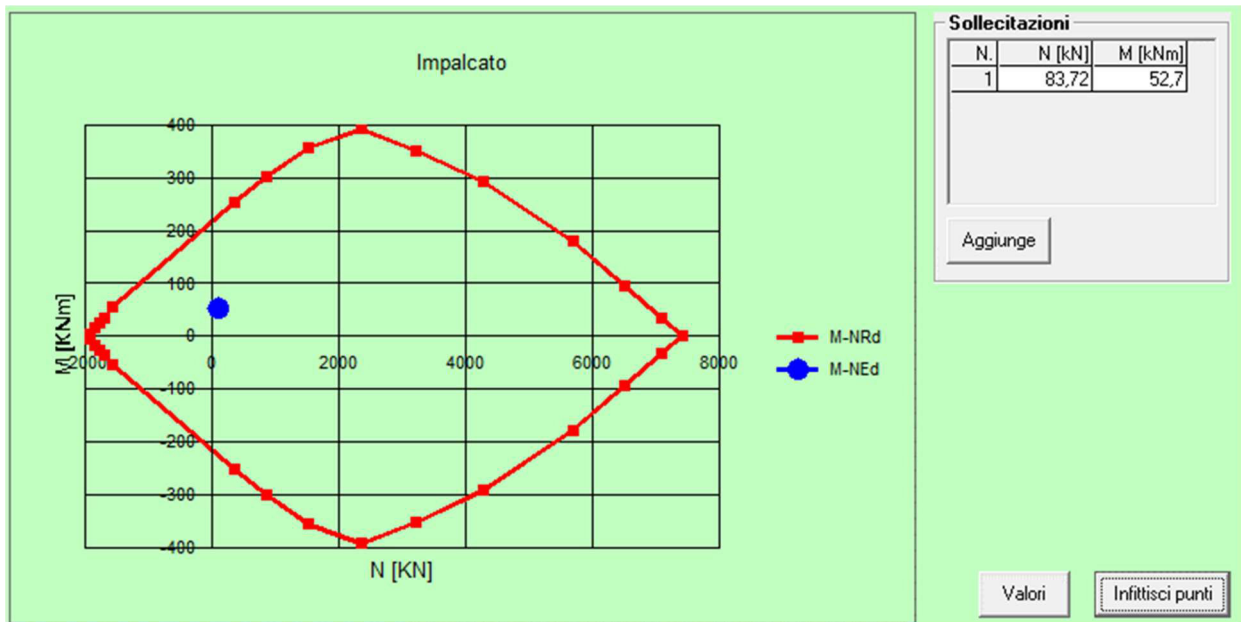
σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²  
 ε<sub>c</sub>  ‰  
 ε<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 δ

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>o</sub>  cm Col. modello

Precompresso





### 11.1.4 Impalcato – taglio

#### Verifica a taglio

par. 4.1.2.1.3.1 NTC2008

Valore di calcolo dello sforzo di taglio	<b>V<sub>Ed</sub></b>	186500	N
resistenza calcestruzzo	<b>R<sub>ck</sub></b>	40	N/mm <sup>2</sup>
	<b>f<sub>ck</sub></b>	33,2	N/mm <sup>2</sup>
coeff. parziale di sicurezza del cls	<b>γ<sub>c</sub></b>	1,5	
altezza	<b>h</b>	300	mm
copriferro	<b>c</b>	50	mm
altezza utile	<b>d</b>	250	mm
larghezza minima sezione	<b>b<sub>w</sub></b>	1000	mm
armatura longitudinale	<b>A<sub>sl</sub></b>	2512	mm <sup>2</sup>
sezione calcestruzzo	<b>A<sub>c</sub></b>	300000	mm <sup>2</sup>
valore di calcolo dello sforzo normale	<b>N<sub>Ed</sub></b>	83720	N

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2 \quad k = 1,8944272$$

$$v_{min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0,5258404$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w d) \leq 0,02 \quad \rho_1 = 0,010048 \quad \text{rapporto geometrico di armatura longitudinale}$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c \leq 0,2f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0,2790667 \text{ N/mm}^2 \quad \text{tensione media di compressione della sezione}$$

Resistenza a taglio **V<sub>Rd</sub>**    193417,53    N

$$V_{Rd} = \{(0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}) / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp}\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

**VERIFICATA**  
**VERIFICATA**



### 11.1.5 Piedritti - flessione

Base sezione B= 100,00cm

Altezza sezione H= 30,00cm

Afi= 5Ø20 = 15,71cmq Afs=5Ø20 = 15,71cmq

**Titolo:** Piedritti

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15,71	5
2	15,71	25

**Tipologia Sezione:**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni:**  
 S.L.U. Metodo n  
 N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N:**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura:**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali:**  
**B450C** **C32/40**  
 ε<sub>su</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
 f<sub>yd</sub>  N/mm² ε<sub>cu</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  ‰ f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ‰  
 ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>  ‰  
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>  ‰  
 τ<sub>c1</sub>  ‰

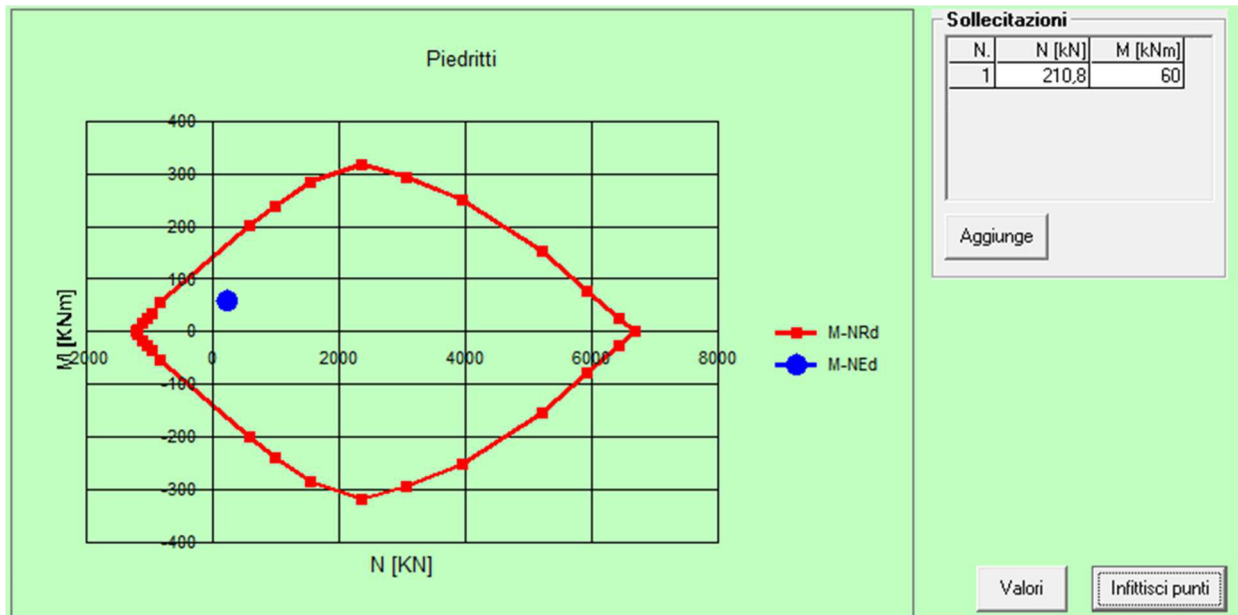
**Metodo di calcolo:**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione:**  
 Retta  Deviata

**Calcoli:**  
 M<sub>xRd</sub>  kN m  
 σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²  
 ε<sub>c</sub>  ‰  
 ε<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 δ

**Parametri:**  
 N° rett.   
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>o</sub>  cm Col. modello

Precompresso



### 11.1.6 Piedritti – taglio

#### Verifica a taglio

par. 4.1.2.1.3.1 NTC2008

Valore di calcolo dello sforzo di taglio	$V_{Ed}$	86280	N	
resistenza calcestruzzo	$R_{ck}$	40	N/mm <sup>2</sup>	
	$f_{ck}$	33,2	N/mm <sup>2</sup>	
coeff. parziale di sicurezza del cls	$\gamma_c$	1,5		
altezza	$h$	300	mm	
copriferro	$c$	50	mm	
altezza utile	$d$	250	mm	
larghezza minima sezione	$b_w$	1000	mm	
armatura longitudinale	$A_{sl}$	1570	mm <sup>2</sup>	
sezione calcestruzzo	$A_c$	300000	mm <sup>2</sup>	
valore di calcolo dello sforzo normale	$N_{Ed}$	210800	N	
$k=1+(200/d)^{1/2} \leq 2$	$k$	1,8944272		
$v_{min}=0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	$v_{min}$	0,5258404		
$\rho_1=A_{sl}/(b_w d) \leq 0,02$	$\rho_1$	0,00628		rapporto geometrico di armatura longitudinale
$\sigma_{cp}=N_{Ed}/A_c \leq 0,2f_{cd}$	$\sigma_{cp}$	0,7026667	N/mm <sup>2</sup>	tensione media di compressione della sezione
Resistenza a taglio	$V_{Rd}$	182772,21	N	

$$V_{Rd} = \left\{ (0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}) / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

**VERIFICATA**  
**VERIFICATA**

## 11.2 VERIFICHE SLE

### 11.2.1 Impalcato

Base sezione B= 100,00cm

Altezza sezione H= 30,00cm

Afi= 8Ø20 = 25,13cmq Afs=8Ø20 = 25,13cmq

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M <sub>Ed</sub>	43,4	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	300	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Area dell'armatura tesa	A <sub>s</sub>	2513	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	A' <sub>s</sub>	2513	[mm <sup>2</sup> ]
Posizione dell'asse neutro	x	92,84	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	126706590	[mm <sup>4</sup> ]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	σ <sub>c,caratt</sub>	19,92	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ <sub>s</sub>	360	[MPa]
<b>Tensione nel calcestruzzo</b>	<b>σ<sub>c</sub></b>	<b>3,18</b>	<b>[MPa]</b>
<b>Tensione nell'armatura tesa</b>	<b>σ<sub>s</sub></b>	<b>80,80</b>	<b>[MPa]</b>

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M <sub>Ed</sub>	34,3	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	300	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	50	[-]
Altezza utile della sezione	d'	250	[-]
Area dell'armatura tesa	A <sub>s</sub>	2513	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	A' <sub>s</sub>	2513	[mm <sup>2</sup> ]
Posizione dell'asse neutro	x	92,84	[mm]

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	126706590	[mm <sup>4</sup> ]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14,94	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	$\sigma_s$	360	[MPa]
<b>Tensione nel calcestruzzo</b>	$\sigma_c$	<b>2,52</b>	<b>[MPa]</b>
<b>Tensione nell'armatura tesa</b>	$\sigma_s$	<b>63,87</b>	<b>[MPa]</b>

**CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS**

Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	300	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Area dell'armatura tesa	A <sub>s</sub>	2513	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	A' <sub>s</sub>	2513	[mm <sup>2</sup> ]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	50	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	100	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	S <sub>rif,max</sub>	300	[mm]

**Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente**

<b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>	<b>M<sub>Ed,q.p.</sub></b>	<b>34,33</b>	<b>[kNm]</b>
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	92,84	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	$\sigma_s$	63,87	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f <sub>ct,eff</sub>	3,1	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k <sub>t</sub>	0,4	[-]
Altezza efficace	h <sub>c,eff</sub>	69,0530755	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A <sub>c,eff</sub>	69053,0755	[mm <sup>2</sup> ]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0,03640	[-]
Rapporto tra E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub>	$\alpha_e$	5,94	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000112	[-]
		0,000192	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	$\phi_{eq}$	20,00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k <sub>1</sub>	0,8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k <sub>2</sub>	0,5	[-]
	k <sub>3</sub>	3,4	[-]
	k <sub>4</sub>	0,425	[-]
Distanza massima tra le fessure	S <sub>r,max</sub>	263,42	[mm]
		263,42	[mm]
<b>Ampiezza delle fessure</b>	<b>w<sub>k</sub></b>	<b>0,0505</b>	<b>[mm]</b>
<b>Ampiezza massima delle fessure</b>	<b>w<sub>max</sub></b>	<b>0,2</b>	<b>[mm]</b>

**Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente**

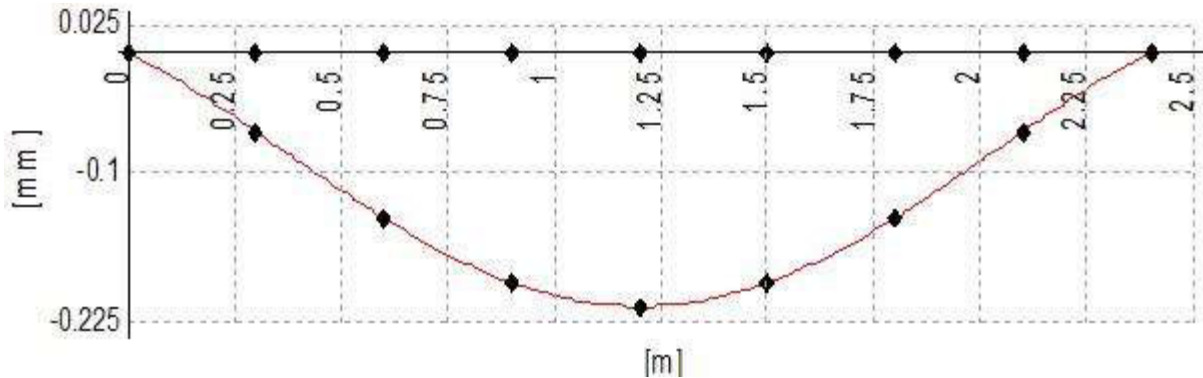
**RELAZIONE DI CALCOLO**

<b>Momento sollecitante per la combinazione Frequente</b>	<b>M<sub>Ed,freq.</sub></b>	<b>40,43</b>	<b>[kNm]</b>
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	92,84	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	$\sigma_s$	75,22	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3,1	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	$k_t$	0,4	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	69,0530755	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	69053,0755	[mm <sup>2</sup> ]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0,03640	[-]
Rapporto tra $E_s/E_{cm}$	$\alpha_e$	5,94	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000169	[-]
		0,000226	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	$\phi_{eq}$	20,00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	$k_1$	0,8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	$k_2$	0,5	[-]
	$k_3$	3,4	[-]
	$k_4$	0,425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	263,42	[mm]
		263,42	[mm]
<b>Ampiezza delle fessure</b>	<b>w<sub>k</sub></b>	<b>0,0594</b>	<b>[mm]</b>
<b>Ampiezza massima delle fessure</b>	<b>w<sub>max</sub></b>	<b>0,3</b>	<b>[mm]</b>

DEFORMABILITA'

Asta Nodi	Sezione	Jx [cm <sup>4</sup> ]	Jy [cm <sup>4</sup> ]
26 - 27	1 Rett. Impalcato B 100 H 30 [cm]	2500000	225000
27 - 28	1 Rett. Impalcato B 100 H 30 [cm]	2500000	225000
28 - 29	1 Rett. Impalcato B 100 H 30 [cm]	2500000	225000
29 - 30	1 Rett. Impalcato B 100 H 30 [cm]	2500000	225000
30 - 31	1 Rett. Impalcato B 100 H 30 [cm]	2500000	225000
31 - 32	1 Rett. Impalcato B 100 H 30 [cm]	2500000	225000
32 - 33	1 Rett. Impalcato B 100 H 30 [cm]	2500000	225000
33 - 34	1 Rett. Impalcato B 100 H 30 [cm]	2500000	225000

**RELAZIONE DI CALCOLO**



Lunghezza dell'asta 2.40 [m]

Freccia massima nel piano 1-2 combinazione 8: -0.2 [mm] VERIFICATO

Freccia massima nel piano 1-3 combinazione 8: 0.0 [mm]

Rapporto f/L nel piano 1-2 1/-11287

Rapporto f/L nel piano 1-3 1/∞

**11.2.2 Piedritti**

Base sezione B= 100,00cm

Altezza sezione H= 30,00cm

Afi= 5Ø20 = 15,71cmq Afs=5Ø20 = 15,71cmq

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	$M_{Ed}$	43,4	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	300	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Area dell'armatura tesa	$A_s$	1571	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	$A_s'$	1571	[mm <sup>2</sup> ]
Posizione dell'asse neutro	x	80,77	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	872736268,3	[mm <sup>4</sup> ]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt}$	19,92	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	$\sigma_s$	360	[MPa]
<b>Tensione nel calcestruzzo</b>	$\sigma_c$	<b>4,02</b>	<b>[MPa]</b>
<b>Tensione nell'armatura tesa</b>	$\sigma_s$	<b>126,32</b>	<b>[MPa]</b>

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	$M_{Ed}$	34,3	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	$n$	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$j$	300	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$b$	1000	[-]
Copriferro	$d'$	50	[-]
Altezza utile della sezione	$d'$	250	[-]
Area dell'armatura tesa	$A_s$	1571	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	$A's$	1571	[mm <sup>2</sup> ]
Posizione dell'asse neutro	$x$	80,77	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	$J$	872736268,	[mm <sup>4</sup> ]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14,94	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	$\sigma_s$	360	[MPa]
<b>Tensione nel calcestruzzo</b>	<b><math>\sigma_c</math></b>	<b>3,18</b>	<b>[MPa]</b>
<b>Tensione nell'armatura tesa</b>	<b><math>\sigma_s</math></b>	<b>99,85</b>	<b>[MPa]</b>

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$h$	300	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$b$	1000	[mm]
Copriferro	$d'$	50	[mm]
Altezza utile della sezione	$d$	250	[mm]
Area dell'armatura tesa	$A_s$	1571	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	$A's$	1571	[mm <sup>2</sup> ]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	$c$	50	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	$s$	100	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	$s_{rif,max}$	300	[mm]
Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente			
<b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>	<b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b>	<b>34,33</b>	<b>[kNm]</b>
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	$x$	80,77	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	$\sigma_s$	99,85	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3,1	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	$k_t$	0,4	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	73,0753875	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	73075,3875	[mm <sup>2</sup> ]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0,02150	[-]

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Rapporto tra $E_s/E_{cm}$	$\alpha_e$	5,94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000174 [-] 0,000300 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	$\phi_{eq}$	20,00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	$k_1$	0,8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	$k_2$	0,5 [-]
	$k_3$	3,4 [-]
	$k_4$	0,425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$S_{r,max}$	328,17 [mm] 328,17 [mm]
<b>Ampiezza delle fessure</b>	<b><math>W_k</math></b>	<b>0,0983 [mm]</b>
<b>Ampiezza massima delle fessure</b>	<b><math>W_{max}</math></b>	<b>0,2 [mm]</b>
<b>Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente</b>		
<b>Momento sollecitante per la combinazione Frequente</b>	<b><math>M_{Ed,freq.}</math></b>	<b>40,43 [kNm]</b>
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	$x$	80,77 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	$\sigma_s$	117,59 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3,1 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	$k_1$	0,4 [-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	73,0753875 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	73075,3875 [mm <sup>2</sup> ]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_p,eff$	0,02150 [-]
Rapporto tra $E_s/E_{cm}$	$\alpha_e$	5,94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000263 [-] 0,000353 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	$\phi_{eq}$	20,00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	$k_1$	0,8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	$k_2$	0,5 [-]
	$k_3$	3,4 [-]
	$k_4$	0,425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$S_{r,max}$	328,17 [mm] 328,17 [mm]
<b>Ampiezza delle fessure</b>	<b><math>W_k</math></b>	<b>0,1158 [mm]</b>
<b>Ampiezza massima delle fessure</b>	<b><math>W_{max}</math></b>	<b>0,3 [mm]</b>

**11.2.3 Soletta fondazione**

Base sezione  $B= 100,00\text{cm}$

Altezza sezione  $H= 30,00\text{cm}$



RELAZIONE DI CALCOLO

$A_{fi} = 5\phi 20 = 15,71 \text{ cm}^2$      $A_{fs} = 5\phi 20 = 15,71 \text{ cm}^2$

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	$M_{Ed}$	38,2	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	$n$	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$h$	300	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$b$	1000	[mm]
Copriferro	$d'$	50	[mm]
Altezza utile della sezione	$d$	250	[mm]
Area dell'armatura tesa	$A_s$	1571	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	$A'_s$	1571	[mm <sup>2</sup> ]
Posizione dell'asse neutro	$x$	80,77	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	$J$	872736268,3	[mm <sup>4</sup> ]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt}$	19,92	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	$\sigma_s$	360	[MPa]
<b>Tensione nel calcestruzzo</b>	<b><math>\sigma_c</math></b>	<b>3,54</b>	<b>[MPa]</b>
<b>Tensione nell'armatura tesa</b>	<b><math>\sigma_s</math></b>	<b>111,11</b>	<b>[MPa]</b>

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	$M_{Ed}$	30,8	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	$n$	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$j$	300	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$b$	1000	[-]
Copriferro	$d'$	50	[-]
Altezza utile della sezione	$d'$	250	[-]
Area dell'armatura tesa	$A_s$	1571	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	$A'_s$	1571	[mm <sup>2</sup> ]
Posizione dell'asse neutro	$x$	80,77	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	$J$	872736268,3	[mm <sup>4</sup> ]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14,94	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	$\sigma_s$	360	[MPa]
<b>Tensione nel calcestruzzo</b>	<b><math>\sigma_c</math></b>	<b>2,85</b>	<b>[MPa]</b>
<b>Tensione nell'armatura tesa</b>	<b><math>\sigma_s</math></b>	<b>89,53</b>	<b>[MPa]</b>

**RELAZIONE DI CALCOLO**

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS		
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	300 [mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [mm]
Copriferro	d'	50 [mm]
Altezza utile della sezione	d	250 [mm]
Area dell'armatura tesa	A <sub>s</sub>	1571 [mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	A' <sub>s</sub>	1571 [mm <sup>2</sup> ]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	50 [mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	100 [mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	S <sub>rif,max</sub>	300 [mm]
Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente		
<b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>	<b>M<sub>Ed,q.p.</sub></b>	<b>30,78 [kNm]</b>
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	80,77 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ <sub>s</sub>	89,53 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f <sub>ct,eff</sub>	3,1 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k <sub>f</sub>	0,4 [-]
Altezza efficace	h <sub>c,eff</sub>	73,0753875 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A <sub>c,eff</sub>	73075,3875 [mm <sup>2</sup> ]
Rapporto geometrico sull'area efficace	ρ <sub>p,eff</sub>	0,02150 [-]
Rapporto tra E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub>	α <sub>e</sub>	5,94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	ε <sub>sm</sub> - ε <sub>cm</sub>	0,000122 [-] 0,000269 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	φ <sub>eq</sub>	20,00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k <sub>1</sub>	0,8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k <sub>2</sub>	0,5 [-]
	k <sub>3</sub>	3,4 [-]
	k <sub>4</sub>	0,425 [-]
Distanza massima tra le fessure	S <sub>r,max</sub>	328,17 [mm] 328,17 [mm]
<b>Ampiezza delle fessure</b>	<b>w<sub>k</sub></b>	<b>0,0881 [mm]</b>
<b>Ampiezza massima delle fessure</b>	<b>w<sub>max</sub></b>	<b>0,2 [mm]</b>
Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente		
<b>Momento sollecitante per la combinazione Frequente</b>	<b>M<sub>Ed,freq.</sub></b>	<b>35,31 [kNm]</b>
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	80,77 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ <sub>s</sub>	102,70 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f <sub>ct,eff</sub>	3,1 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k <sub>f</sub>	0,4 [-]
Altezza efficace	h <sub>c,eff</sub>	73,0753875 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A <sub>c,eff</sub>	73075,3875 [mm <sup>2</sup> ]

RELAZIONE DI CALCOLO

Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0,02150 [-]
Rapporto tra $E_s/E_{cm}$	$\alpha_e$	5,94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000188 [-] 0,000308 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	$\phi_{eq}$	20,00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	$k_1$	0,8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	$k_2$	0,5 [-]
	$k_3$	3,4 [-]
	$k_4$	0,425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	328,17 [mm] 328,17 [mm]
<b>Ampiezza delle fessure</b>	<b><math>w_k</math></b>	<b>0,1011 [mm]</b>
<b>Ampiezza massima delle fessure</b>	<b><math>w_{max}</math></b>	<b>0,3 [mm]</b>

### 11.3 VERIFICHE SLO

La normativa NTC2008 prescrive, per le costruzioni che ricadono in classe d'uso IV, verifiche di rigidezza allo stato limite di operatività.

Data la difficoltà di inserire la struttura in esame tra le categorie elencate al 7.3.7.2 delle NTC2008, si è deciso, in via cautelativa, di verificare suddetto stato limite con il valore di controllo più basso, ossia  $d_r < 0,005h$ , ulteriormente moltiplicato per 2/3 così come richiesto.

In definitiva il valore massimo di spostamento ammissibile è:

$$d_r = 0,005 \cdot h \cdot 2/3 = 0,005 \cdot 2400 \cdot 2/3 = 8,00 \text{ mm}$$

Massimi spostamenti differenziali orizzontali

- Fattore moltiplicativo spostamenti dovuti al sisma  $b = 1$
- $c = 1$
- Controllo degli spostamenti di interpiano  $d_U$  inferiore a  $0,0033 H$

Nelle combinazioni SLD  $b$  è moltiplicato per  $q_{SLD} = 1,00$

Comb.	$U_x$		$U_y$		$U_z$		$ U_{xyz} $	
	Nodi	$U_x$ [mm]	Nodi	$U_y$ [mm]	Nodi	$U_z$ [mm]	Nodi	$ U_{xyz} $ [mm]
9	10-34	0.2	2-26	0.0	10-34	-0.0	10-34	0.2

Lo spostamento nella direzione di verifica risulta essere di 0.2mm, nettamente inferiore ai limiti normativi.

## 12 ALLEGATO – TABULATI DI CALCOLO SCATOLARE

### 12.1 DATI RELATIVI AI NODI DELLA STRUTTURA

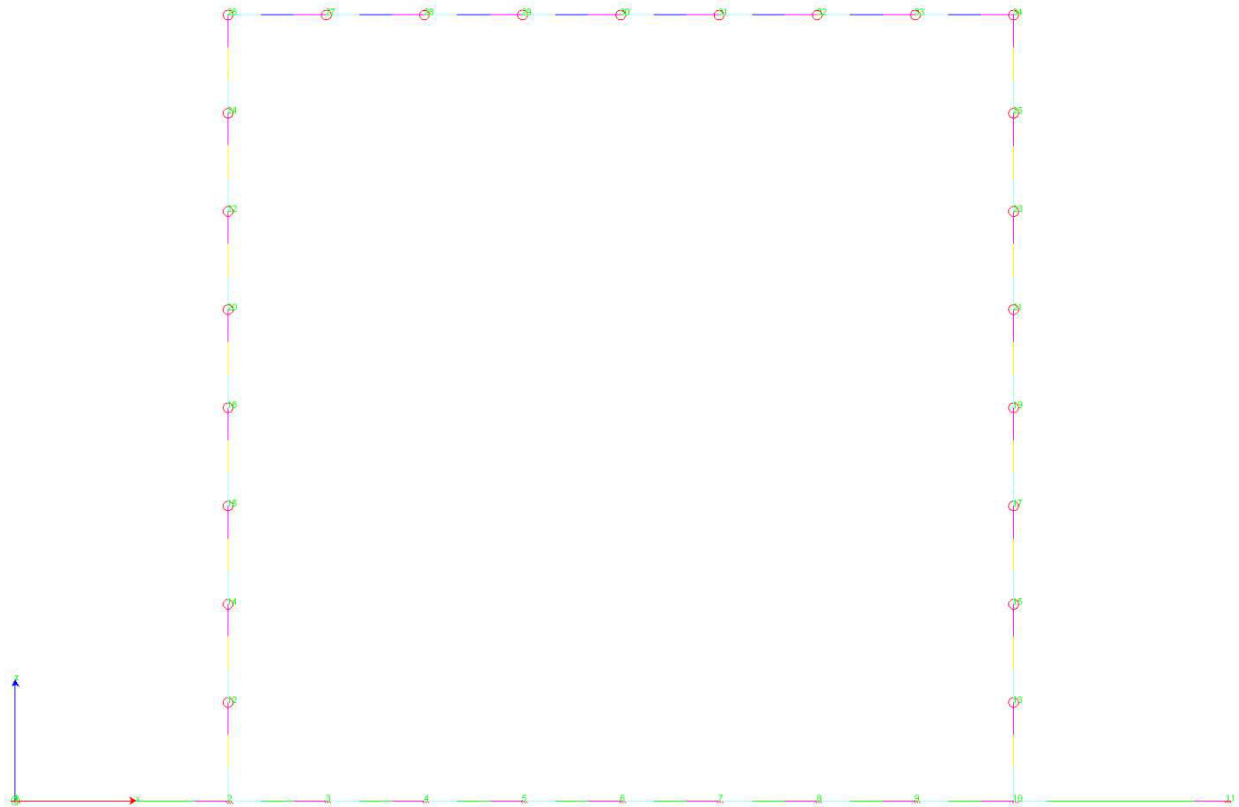


Figura 12-1 "Schema strutturale a fili"

**RELAZIONE DI CALCOLO**

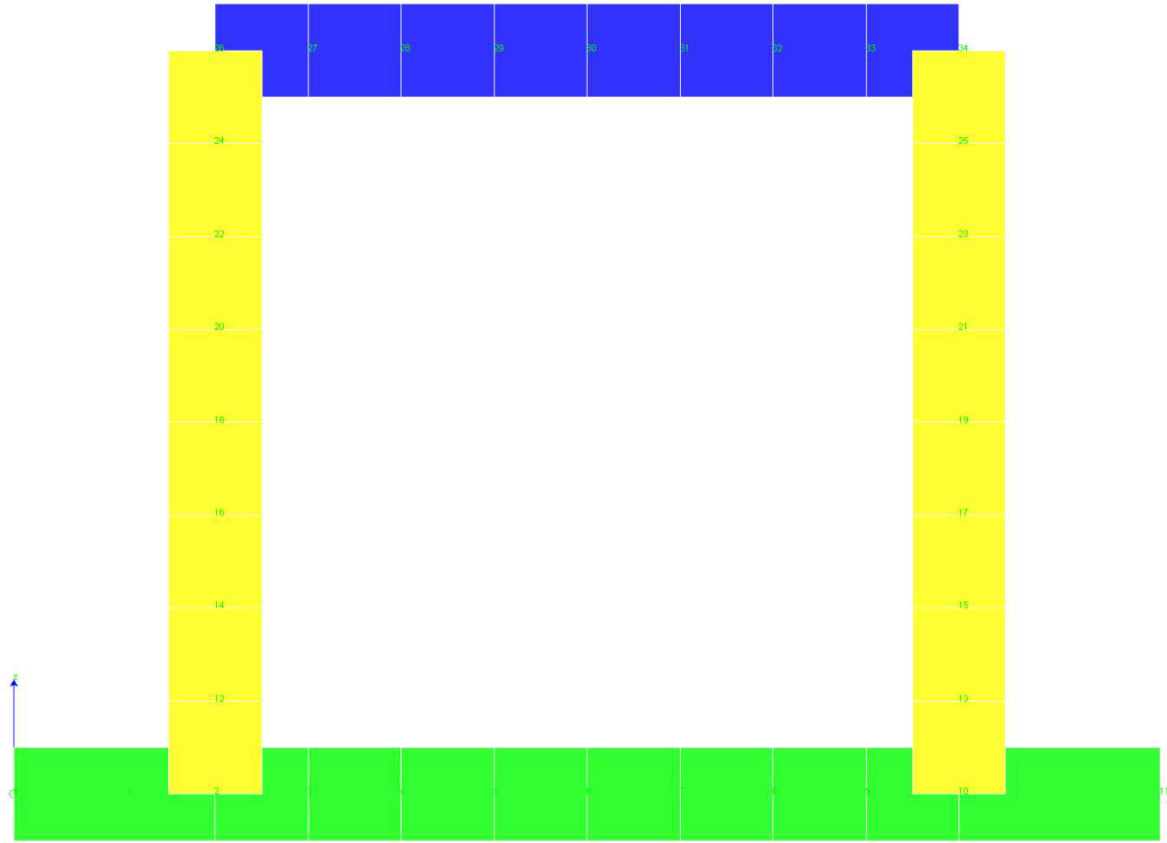


Figura 12-2"Schema strutturale solido"

**Convenzioni adottate**

La terna di riferimento generale è destrorsa.

I nodi vengono numerati, con riferimento a una sezione orizzontale, da sinistra a destra, dal basso verso l'alto e per quote crescenti.

L'impalcato di appartenenza di un nodo è definito, in generale, dalla prima delle tre cifre che ne definiscono il numero, possono tuttavia presentarsi casi in cui si hanno più di 100 nodi per solaio nel qual caso il solaio di appartenenza è specificato dall'ultimo valore stampato nella riga dei dati relativi al nodo.

La maschera dei vincoli è costituita dai valori 0 e 1. Il valore 1 indica che per il nodo in riferimento il grado di libertà correlativo è soppresso mentre il valore 0 indica che è libero.

Nel caso di edifici civili multipiano l'asse z generale coincide con l'asse verticale rivolto verso l'alto.

**Nodi**

Nodo	x [m]	y [m]	z [m]	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz	Solaio
1	-0.65	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
2	0.00	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
3	0.30	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
4	0.60	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
5	0.90	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Nodo	x [m]	y [m]	z [m]	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz	Solaio
6	1.20	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
7	1.50	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
8	1.80	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
9	2.10	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
10	2.40	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
11	3.05	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
12	0.00	0.00	0.30	0	0	0	0	0	0	0
13	2.40	0.00	0.30	0	0	0	0	0	0	0
14	0.00	0.00	0.60	0	0	0	0	0	0	0
15	2.40	0.00	0.60	0	0	0	0	0	0	0
16	0.00	0.00	0.90	0	0	0	0	0	0	0
17	2.40	0.00	0.90	0	0	0	0	0	0	0
18	0.00	0.00	1.20	0	0	0	0	0	0	0
19	2.40	0.00	1.20	0	0	0	0	0	0	0
20	0.00	0.00	1.50	0	0	0	0	0	0	0
21	2.40	0.00	1.50	0	0	0	0	0	0	0
22	0.00	0.00	1.80	0	0	0	0	0	0	0
23	2.40	0.00	1.80	0	0	0	0	0	0	0
24	0.00	0.00	2.10	0	0	0	0	0	0	0
25	2.40	0.00	2.10	0	0	0	0	0	0	0
26	0.00	0.00	2.40	0	0	0	0	0	0	0
27	0.30	0.00	2.40	0	0	0	0	0	0	0
28	0.60	0.00	2.40	0	0	0	0	0	0	0
29	0.90	0.00	2.40	0	0	0	0	0	0	0
30	1.20	0.00	2.40	0	0	0	0	0	0	0
31	1.50	0.00	2.40	0	0	0	0	0	0	0
32	1.80	0.00	2.40	0	0	0	0	0	0	0
33	2.10	0.00	2.40	0	0	0	0	0	0	0
34	2.40	0.00	2.40	0	0	0	0	0	0	0

## 12.2 ELEMENTI TIPO TRAVE

Convenzioni adottate

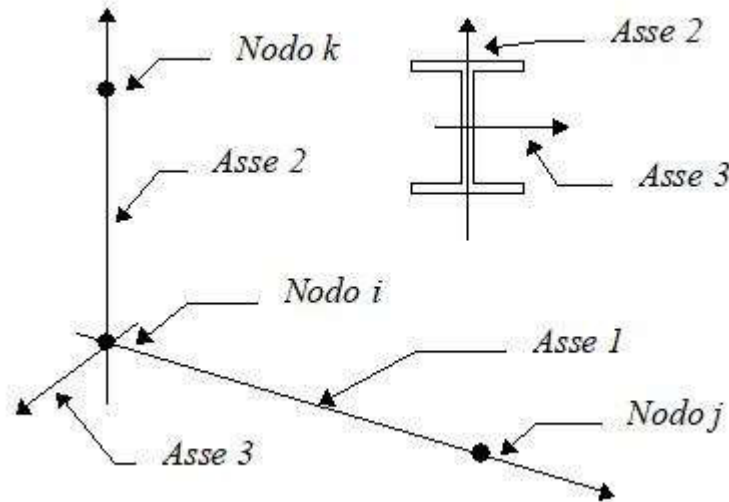
Ogni elemento tipo trave viene identificato da:

Il nodo iniziale *i*;

Il nodo finale j;

Il nodo k che definisce l'orientamento nello spazio della terna riferimento locale dell'elemento.

La terna di riferimento locale delle travi risulta essere così disposta:



Vengono riportati i valori di efficacia dei vincoli alle estremità dello elemento (variabili fra 0 e 100%), nei due piani **1-2** e **1-3** della trave in corrispondenza dei nodi, dando quindi la possibilità di considerare aste non perfettamente incastrate (coefficienti **Vi12, Vj12, Vi13, Vj13**).

Caratteristiche dei Materiali:

Tipo	Modulo Elastico [MPa]	$\nu$	alfa [1/°C]	Peso Specifico [KN/m³]	Commento
1	30000.000	0.120	0.000012	25.00	Calcestruzzo
2	210000.003	0.330	0.000012	78.50	Acciaio

Sezioni Impiegate:

Sezione	Materiale	Tipo di Sezione	Parametri Dimensionali Commenti
1	1	Rett.	B= 100 H= 30 [cm] Impalcato

Caratteristiche Inerziali:

Sezione	Materiale	Area [mm²]	Jt [cm⁴]	J2 [cm⁴]	J3 [cm⁴]	J23 [cm⁴]	Xx	Xy
1	1	300000	789387	225000	2500000	0	1.2	1.2



RELAZIONE DI CALCOLO

Dal Nodo	Al Nodo	Nodo k	Luce [m]	Materiale	Sezione	Fixity factors								Rigid-end [m]		
						V <sub>i12</sub>	V <sub>j12</sub>	V <sub>i13</sub>	V <sub>j13</sub>	N <sub>i</sub>	N <sub>j</sub>	T <sub>i</sub>	T <sub>j</sub>	d <sub>ri</sub>	d <sub>rj</sub>	
27	26	10000	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
28	27	10000	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
29	28	10000	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
30	29	10000	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
31	30	10000	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
32	31	10000	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
33	32	10000	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
34	33	10000	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00

### 12.3 ELEMENTO TIPO PILASTRO

Convenzioni adottate

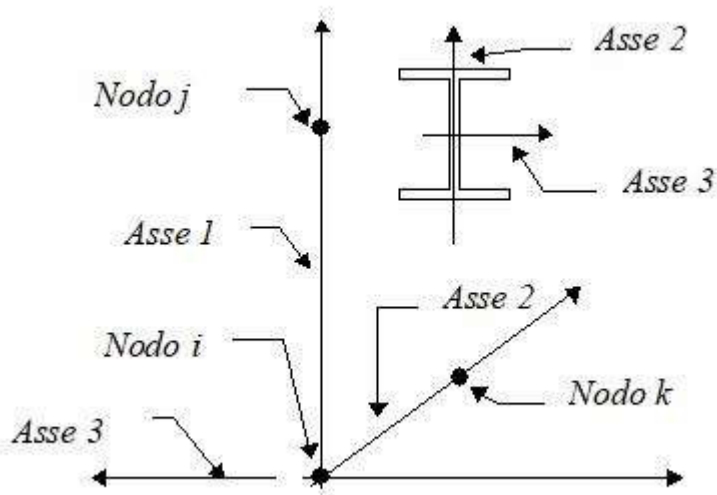
Ogni elemento tipo pilastro viene identificato da:

Il nodo iniziale *i*;

Il nodo finale *j*;

Il nodo *k* che definisce l'orientamento nello spazio della terna riferimento locale dell'elemento.

La terna di riferimento locale del pilastro risulta quindi essere così disposta:



Sistema di riferimento locale

Vengono riportati i valori di efficacia dei vincoli flessionali alle estremità dell'elemento (variabili fra lo 0% e il 100%), nei due piani 1-2 e 1-3 del pilastro in corrispondenza dei nodi, dando quindi la possibilità di considerare aste non perfettamente incastrate alle estremità (coefficienti **V<sub>i12</sub> - V<sub>j12</sub> - V<sub>i13</sub> - V<sub>j13</sub>**).

In generale, se non diversamente disposto, l'asse 2 coincide, per i pilastri, con l'asse *y* globale e pertanto la disposizione della sezione coincide con quella che si avrebbe in una vista in pianta.

Caratteristiche dei Materiali:

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Tipo	Modulo Elastico [MPa]	$\nu$	alfa [1/°C]	Peso Specifico [KN/m³]	Commento
1	30000.000	0.120	0.000012	25.00	Calcestruzzo
2	210000.003	0.330	0.000012	78.50	Acciaio

Sezioni Impiegate:

Sezione	Materiale	Tipo di Sezione	Parametri Dimensionali Commenti
1	1	Rett.	B= 100 H= 30 [cm] Piedritti

Caratteristiche Inerziali:

Sezione	Materiale	Area [mm²]	Jt [cm⁴]	J2 [cm⁴]	J3 [cm⁴]	J23 [cm⁴]	Xx	Xy
1	1	300000	789387	225000	2500000	0	1.2	1.2

Dal Nodo	Al Nodo	Nodo k	Luce [m]	Materiale	Sezione	Fixity factors								Rigid-end [m]	
						V <sub>i12</sub>	V <sub>j12</sub>	V <sub>i13</sub>	V <sub>j13</sub>	N <sub>i</sub>	N <sub>j</sub>	T <sub>i</sub>	T <sub>j</sub>	d <sub>ri</sub>	d <sub>rj</sub>
12	2	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
14	12	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
16	14	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
18	16	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
20	18	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
22	20	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
24	22	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
26	24	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
13	10	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
15	13	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
17	15	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
19	17	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
21	19	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
23	21	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
25	23	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
34	25	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00

**12.4 ELEMENTO TIPO TRAVE SU SUOLO ALLA WINKLER**

Convenzioni adottate

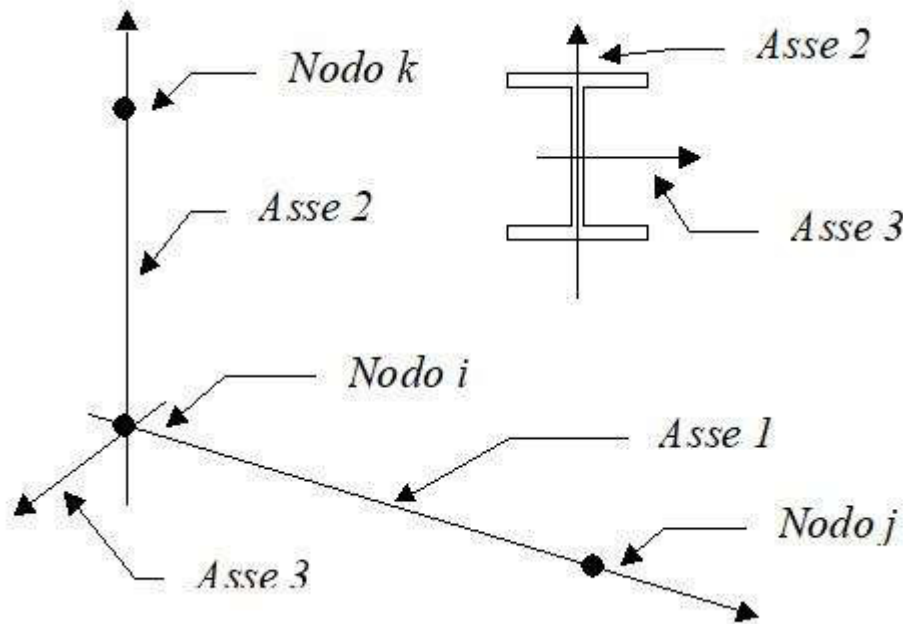
Ogni elemento tipo trave su suolo alla Winkler viene identificato da:

Il nodo iniziale *i*;

il nodo finale *j*;

**RELAZIONE DI CALCOLO**

il nodo  $k$  che definisce l'orientamento nello spazio della terna riferimento locale dell'elemento.  
La terna di riferimento locale della trave risulta essere così disposta:



La modellazione del terreno sul quale agiscono le travi è alla Winkler e pertanto particolare attenzione va riposta ai casi in cui le travi inducano sul terreno zone di trazione poichè, in tal caso, la modellazione stessa cade in difetto.

Caratteristiche dei Materiali:

Tipo	Modulo Elastico [MPa]	$\nu$	alfa [1/°C]	Peso Specifico [KN/m³]	Commento
1	30000.000	0.120	0.000012	25.00	Calcestruzzo
2	210000.003	0.330	0.000012	78.50	Acciaio

Numero	k Winkler [kg/cm³]	E [MPa]	$\nu$	Commento
1	5.0	0.100	0.10	Default

Sezioni Impiegate:

Sezione	Materiale	Tipo di Sezione	Parametri Commenti	Dimensionali
1	1	Rett.	B= 100 H= 30 [cm]	Terreno numero 1 Default Soletta

Caratteristiche Inerziali:

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Sezione	Materiale	Area [mm <sup>2</sup> ]	Jt [cm <sup>4</sup> ]	J2 [cm <sup>4</sup> ]	J3 [cm <sup>4</sup> ]	J23 [cm <sup>4</sup> ]	Xx	Xy
1	1	300000	789387	225000	2500000	0	1.2	1.2

Travata	Trave	Nodo i	Nodo j	Nodo k	Materiale	Sezione	Luce [m]
1	1	2	1	10000	1	1	0.65
1	2	3	2	10000	1	1	0.30
1	3	4	3	10000	1	1	0.30
1	4	5	4	10000	1	1	0.30
1	5	6	5	10000	1	1	0.30
1	6	7	6	10000	1	1	0.30
1	7	8	7	10000	1	1	0.30
1	8	9	8	10000	1	1	0.30
1	9	10	9	10000	1	1	0.30
1	10	11	10	10000	1	1	0.65

## 12.5 CONDIZIONI, COMBINAZIONI E ANALISI SISMICA

### Tipo di analisi Statica + Statica equivalente

Numero di condizioni di carico ... : 7

Numero di combinazioni di carico . : 9

#### Condizione

1	G1k_Strutturale
2	G2.1k_Geo su calotta
3	G2.2k_Spinta a riposo
4	Q1_Veicolo tandem
5	Q2_Veicolo distribuito
6	E_Spinta sismica+X_SLV
7	E_Spinta sismica+X_SLO
8	Sisma OSLU
9	Sisma OSLO

Combinazioni di carico:

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

**RELAZIONE DI CALCOLO**

**Combinazione di carico numero**

1	SLU_TANDEM
2	SLU_DISTRIBUITO

Comb.\Cond	1	2	3	4	5
1	1.35	1.35	1.35	1.5	0.6
2	1.35	1.35	1.35	1.125	1.5

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

**Combinazione di carico numero**

3	Sisma 0
---	---------

Comb.\Cond	1	2	3	6	8
3	1	1	1	1	1

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

4	RARA_TANDEM
5	RARA_DISTRIBUITA

Comb.\Cond	1	2	3	4	5
4	1	1	1	1	0.4
5	1	1	1	0.75	1

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

6	FRE_TANDEM
7	FRE_DISTRIBUITA

Comb.\Cond	1	2	3	4	5
6	1	1	1	0.75	
7	1	1	1		0.4

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

8	QUASI PERMANENTE
---	------------------

Comb.\Cond	1	2	3
------------	---	---	---

8 1 1 1

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

Combinazione di carico numero

9 Sisma 0

Comb.\Cond 1 2 3 9

9 1 1 1 1

#### RISULTATI DELL'ANALISI DINAMICA

$I_s$	raggio d'inerzia polare di piano $I_s = \sqrt{J_p / m}$
$X_g, Y_g, Z_g$	coordinate centro di massa Modale
$D_x, D_y$	eccentricità centro di massa-centro delle rigidezza
$K_{r_{zz}}, K_{t_{min}}, K_{t_{max}}$	rigidezze traslanti e torcenti
$r_1, r_2$	raggi giratori d'inerzia ( $r_1 = (K_{r_{zz}} / K_{t_{min}})^{1/2}$ , $r_2 = (K_{r_{zz}} / K_{t_{max}})^{1/2}$ )
$\Delta K_x, \Delta K_y, \Delta K_{\theta z}$	incrementi percentuali di rigidezza ( $\Delta K = (K_i - K_{i-1}) / K_{i-1}$ )
$K_{x_i}, K_{y_i}, K_{\theta z_i}$	rigidezze traslanti e torsionali del piano i-esimo rispetto agli assi globali
R	ordinata dello spettro
Coeff.di Part.	coefficienti di partecipazione (in letteratura $g_{ij}$ )
$ L_i  /  L_1 $	rapporto percentuale fra i fattori di partecipazione del modo i-esimo e del primo modo
$M_{mi} / M_{mtot}$	percentuale massa modale efficace dell'i-esimo modo
Sum $M_{mi} / M_{mtot}$	percentuale cumulativa delle masse modali efficaci
$\phi_{i,ux}, \phi_{i,uy}, \phi_{i,\theta z}$	spostamenti modali del nodo master

Modalità di valutazione della risposta modale

Analisi spettrale via Subspace iterator

Smorzamento strutturale 5.0 %

risposta  $S = CQC(S_i)$

segno risposta =  $\text{sign}(\sum S_i)$

Sintesi dei risultati SLV per direzione d'ingresso del sisma.

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modo Principale	Modale % Totale	Massa Modale
0.00 [°] SLV	2	0.08	65.8	100.0	

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Autovalori, Periodi Masse Modali efficaci

Risultati angolo di ingresso del sisma: 0.00 [°] SLV

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	$% L_i / L_1 $	Massa Modale	% $M_{mi}/M_{mtot}$	% $M_{mi}/M_{mtot}$	$\Sigma$
2	0.08	0.496	1.8630672455e+01		3.4710195923e+02	65.8	65.8	
5	0.02	0.351	-9.1673450470e+00	49.2	8.4040214539e+01	15.9	81.7	
7	0.01	0.308	6.6705322266e+00	35.8	4.4495998383e+01	8.4	90.2	
16	0.00	0.295	3.3576290607e+00	18.0	1.1273673058e+01	2.1	92.3	
24	0.00	0.291	2.9768640995e+00	16.0	8.8617200851e+00	1.7	94.0	
10	0.00	0.300	-2.6925706863e+00	14.5	7.2499370575e+00	1.4	95.4	
14	0.00	0.296	2.6625893116e+00	14.3	7.0893816948e+00	1.3	96.7	
18	0.00	0.293	-2.5609242916e+00	13.7	6.5583333969e+00	1.2	97.9	
30	0.00	0.290	-1.8333450556e+00	9.8	3.3611540794e+00	0.6	98.6	
36	0.00	0.290	-1.2345707417e+00	6.6	1.5241649151e+00	0.3	98.9	
29	0.00	0.290	1.1932057142e+00	6.4	1.4237399101e+00	0.3	99.1	
21	0.00	0.292	1.1247210503e+00	6.0	1.2649974823e+00	0.2	99.4	
40	0.00	0.290	1.0340583324e+00	5.6	1.0692766905e+00	0.2	99.6	
47	0.00	0.289	1.0252642632e+00	5.5	1.0511667728e+00	0.2	99.8	
42	0.00	0.289	-7.8779393435e-01	4.2	6.2061929703e-01	0.1	99.9	
54	0.00	0.289	5.3975147009e-01	2.9	2.9133164883e-01	0.1	100.0	
45	0.00	0.289	-3.1433087587e-01	1.7	9.8803900182e-02	0.0	100.0	
70	0.00	0.289	2.9961392283e-01	1.6	8.9768499136e-02	0.0	100.0	
35	0.00	0.290	2.1550603211e-01	1.2	4.6442851424e-02	0.0	100.0	
72	0.00	0.289	-6.1151701957e-02	0.3	3.7395306863e-03	0.0	100.0	
67	0.00	0.289	5.5472265929e-02	0.3	3.0771722086e-03	0.0	100.0	
64	0.00	0.289	4.1927095503e-02	0.2	1.7578813713e-03	0.0	100.0	
50	0.00	0.289	-3.4101452678e-02	0.2	1.1629090877e-03	0.0	100.0	
75	0.00	0.289	-1.9992956892e-02	0.1	3.9971832302e-04	0.0	100.0	
78	0.00	0.289	7.5511713512e-03	0.0	5.7020188251e-05	0.0	100.0	
73	0.00	0.289	-5.8031380177e-03	0.0	3.3676409657e-05	0.0	100.0	
66	0.00	0.289	-2.9984575231e-03	0.0	8.9907471192e-06	0.0	100.0	
80	0.00	0.289	-6.1466230545e-04	0.0	3.7780975504e-07	0.0	100.0	
8	0.01	0.307	1.2458453966e-05	0.0	1.5521307850e-10	0.0	100.0	
34	0.00	0.290	-2.7856960969e-06	0.0	7.7601024565e-12	0.0	100.0	
76	0.00	0.289	2.7179285098e-06	0.0	7.3871351744e-12	0.0	100.0	
53	0.00	0.289	-2.1842829483e-06	0.0	4.7710919417e-12	0.0	100.0	
79	0.00	0.289	-1.8352188818e-06	0.0	3.3680282955e-12	0.0	100.0	

**RELAZIONE DI CALCOLO**

15	0.00	0.295	6.9774597478e-07	0.0	4.8684943880e-13	0.0	100.0
3	0.04	0.399	-6.0486740949e-07	0.0	3.6586459231e-13	0.0	100.0
48	0.00	0.289	5.8240698309e-07	0.0	3.3919788094e-13	0.0	100.0
9	0.01	0.303	3.3824187540e-07	0.0	1.1440756112e-13	0.0	100.0
69	0.00	0.289	-3.2098722613e-07	0.0	1.0303279632e-13	0.0	100.0
23	0.00	0.292	-3.0364310533e-07	0.0	9.2199136509e-14	0.0	100.0
56	0.00	0.289	2.6996872293e-07	0.0	7.2883112577e-14	0.0	100.0
28	0.00	0.291	-2.2954590406e-07	0.0	5.2691320952e-14	0.0	100.0
38	0.00	0.290	-2.1095581815e-07	0.0	4.4502358883e-14	0.0	100.0
74	0.00	0.289	1.8089036757e-07	0.0	3.2721326598e-14	0.0	100.0
68	0.00	0.289	1.6766209399e-07	0.0	2.8110577288e-14	0.0	100.0
63	0.00	0.289	1.4173747331e-07	0.0	2.0089510703e-14	0.0	100.0
12	0.00	0.298	1.2875877076e-07	0.0	1.6578821717e-14	0.0	100.0
31	0.00	0.290	1.1750992002e-07	0.0	1.3808580981e-14	0.0	100.0
39	0.00	0.290	-9.6175803321e-08	0.0	9.2497852842e-15	0.0	100.0
51	0.00	0.289	8.8226002504e-08	0.0	7.7838279035e-15	0.0	100.0
77	0.00	0.289	8.5779497283e-08	0.0	7.3581218497e-15	0.0	100.0
19	0.00	0.293	-6.3501339298e-08	0.0	4.0324202006e-15	0.0	100.0
71	0.00	0.289	-5.7986738966e-08	0.0	3.3624618203e-15	0.0	100.0
65	0.00	0.289	-5.1351367603e-08	0.0	2.6369628544e-15	0.0	100.0
6	0.01	0.321	-5.0876110436e-08	0.0	2.5883785268e-15	0.0	100.0
20	0.00	0.292	4.4866492743e-08	0.0	2.0130021748e-15	0.0	100.0
46	0.00	0.289	4.4368427154e-08	0.0	1.9685572972e-15	0.0	100.0
26	0.00	0.291	-1.0977762699e-08	0.0	1.2051126846e-16	0.0	100.0
11	0.00	0.299	7.0261997074e-16	0.0	4.9367480754e-31	0.0	100.0
25	0.00	0.291	-4.8601919362e-16	0.0	2.3621464940e-31	0.0	100.0
17	0.00	0.294	-4.7021975276e-16	0.0	2.2110660826e-31	0.0	100.0
32	0.00	0.290	2.1465794823e-16	0.0	4.6078035550e-32	0.0	100.0
43	0.00	0.289	-1.9201119890e-16	0.0	3.6868301797e-32	0.0	100.0
49	0.00	0.289	-5.0690028293e-17	0.0	2.5694789387e-33	0.0	100.0
58	0.00	0.289	3.9513445097e-17	0.0	1.5613123516e-33	0.0	100.0
55	0.00	0.289	3.0806082057e-17	0.0	9.4901470115e-34	0.0	100.0
1	0.22	0.680	3.0666606171e-17	0.0	9.4044075556e-34	0.0	100.0
37	0.00	0.290	2.7533011091e-17	0.0	7.5806671004e-34	0.0	100.0
60	0.00	0.289	1.7738272814e-17	0.0	3.1464631776e-34	0.0	100.0
4	0.03	0.353	1.3430470866e-17	0.0	1.8037755331e-34	0.0	100.0
62	0.00	0.289	-8.8963647111e-18	0.0	7.9145305697e-35	0.0	100.0



**RELAZIONE DI CALCOLO**

33	0.00	0.290	-1.5770400004e-18	0.0	2.4870551861e-36	0.0	100.0
27	0.00	0.291	1.4721385060e-18	0.0	2.1671917943e-36	0.0	100.0
22	0.00	0.292	-1.3515532537e-18	0.0	1.8266962668e-36	0.0	100.0
13	0.00	0.296	-1.3452160162e-18	0.0	1.8096060755e-36	0.0	100.0
44	0.00	0.289	-7.5597933527e-19	0.0	5.7150475854e-37	0.0	100.0
57	0.00	0.289	-2.9139921204e-19	0.0	8.4913502134e-38	0.0	100.0
52	0.00	0.289	-2.8908362331e-19	0.0	8.3569343016e-38	0.0	100.0
41	0.00	0.290	1.5910715685e-19	0.0	2.5315087342e-38	0.0	100.0
59	0.00	0.289	1.4633418280e-19	0.0	2.1413693051e-38	0.0	100.0
61	0.00	0.289	2.2135031690e-20	0.0	4.8995980416e-40	0.0	100.0

Spettro in accordo con TU 2008

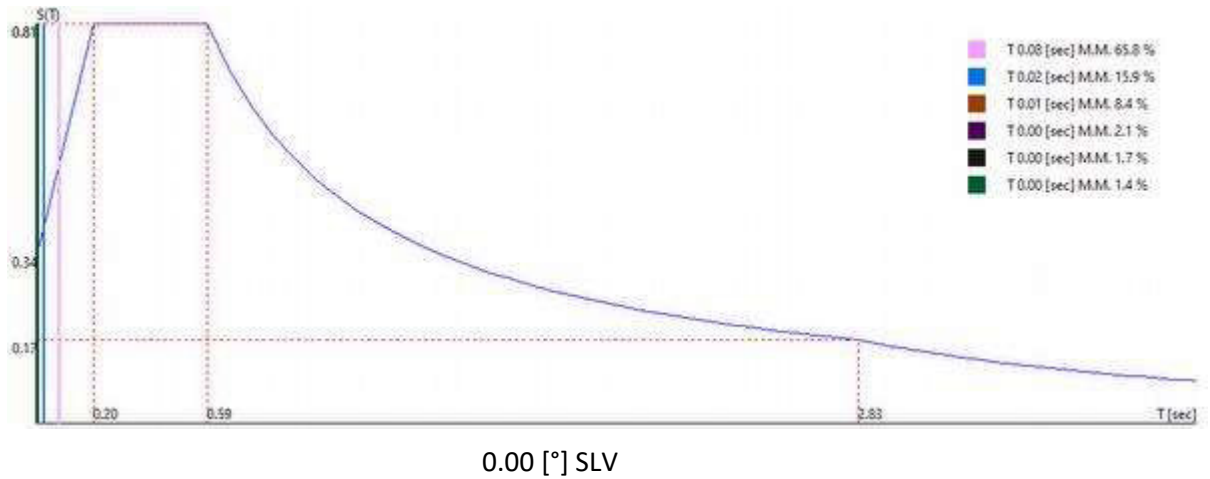
- Tombino km 3+835 Lotto 1 Longitudine 14.6756 Latitudine 36.9651
- Tipo di Terreno B
- Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_T$ ) 1.0000
- Vita nominale della costruzione ( $V_N$ ) 50.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente  $C_U$  2.0
- Classe di duttilità impostata Non Dissipativa
- Fattore di struttura massimo,  $C$ , per sisma orizzontale 1.00 ( $q_0 = C \alpha_u / \alpha_1$ )
- Fattore di duttilità  $\alpha_u / \alpha_1$  per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza  $K_R$  1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti  $K_W$  1.00
- Fattore di struttura  $q$  per sisma orizzontale 1.00
- Fattore di struttura  $q$  per sisma verticale 1.00
- Smorzamento Viscoso ( 0.05 = 5% ) 0.05

TU 2008 SLV H

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 10.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 949 (anni)
- $S_s$  1.108
- $T_B$  0.20 [sec]
- $T_C$  0.59 [sec]

**RELAZIONE DI CALCOLO**

- $T_D$  2.83 [sec]
- $a_g/g$  0.3086
- $F_o$  2.3621
- $T_C^*$  0.4563



Sintesi dei risultati SLO per direzione d'ingresso del sisma.

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modo Principale	Modale % Totale	Massa Modale
0.00 [°] SLO	2	0.08	65.8	100.0	

Autovalori, Periodi Masse Modali efficaci

Risultati angolo di ingresso del sisma: 0.00 [°] SLO

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	$\% L_i / L_1 $	Massa Modale	$\% M_{mi}/M_{mtot}$	$\% \Sigma M_{mi}/M_{mtot}$
2	0.08	0.130	1.8630672455e+01		3.4710195923e+02	65.8	65.8
5	0.02	0.077	-9.1673450470e+00	49.2	8.4040214539e+01	15.9	81.7
7	0.01	0.062	6.6705322266e+00	35.8	4.4495998383e+01	8.4	90.2
16	0.00	0.057	3.3576290607e+00	18.0	1.1273673058e+01	2.1	92.3
24	0.00	0.056	2.9768640995e+00	16.0	8.8617200851e+00	1.7	94.0
10	0.00	0.059	-2.6925706863e+00	14.5	7.2499370575e+00	1.4	95.4
14	0.00	0.058	2.6625893116e+00	14.3	7.0893816948e+00	1.3	96.7
18	0.00	0.057	-2.5609242916e+00	13.7	6.5583333969e+00	1.2	97.9
30	0.00	0.056	-1.8333450556e+00	9.8	3.3611540794e+00	0.6	98.6
36	0.00	0.056	-1.2345707417e+00	6.6	1.5241649151e+00	0.3	98.9
29	0.00	0.056	1.1932057142e+00	6.4	1.4237399101e+00	0.3	99.1
21	0.00	0.056	1.1247210503e+00	6.0	1.2649974823e+00	0.2	99.4
40	0.00	0.056	1.0340583324e+00	5.6	1.0692766905e+00	0.2	99.6

**RELAZIONE DI CALCOLO**

47	0.00	0.056	1.0252642632e+00	5.5	1.0511667728e+00	0.2	99.8
42	0.00	0.056	-7.8779393435e-01	4.2	6.2061929703e-01	0.1	99.9
54	0.00	0.056	5.3975147009e-01	2.9	2.9133164883e-01	0.1	100.0
45	0.00	0.056	-3.1433087587e-01	1.7	9.8803900182e-02	0.0	100.0
70	0.00	0.055	2.9961392283e-01	1.6	8.9768499136e-02	0.0	100.0
35	0.00	0.056	2.1550603211e-01	1.2	4.6442851424e-02	0.0	100.0
72	0.00	0.055	-6.1151701957e-02	0.3	3.7395306863e-03	0.0	100.0
67	0.00	0.055	5.5472265929e-02	0.3	3.0771722086e-03	0.0	100.0
64	0.00	0.055	4.1927095503e-02	0.2	1.7578813713e-03	0.0	100.0
50	0.00	0.056	-3.4101452678e-02	0.2	1.1629090877e-03	0.0	100.0
75	0.00	0.055	-1.9992956892e-02	0.1	3.9971832302e-04	0.0	100.0
78	0.00	0.055	7.5511713512e-03	0.0	5.7020188251e-05	0.0	100.0
73	0.00	0.055	-5.8031380177e-03	0.0	3.3676409657e-05	0.0	100.0
66	0.00	0.055	-2.9984575231e-03	0.0	8.9907471192e-06	0.0	100.0
80	0.00	0.055	-6.1466230545e-04	0.0	3.7780975504e-07	0.0	100.0
8	0.01	0.062	1.2458453966e-05	0.0	1.5521307850e-10	0.0	100.0
34	0.00	0.056	-2.7856960969e-06	0.0	7.7601024565e-12	0.0	100.0
76	0.00	0.055	2.7179285098e-06	0.0	7.3871351744e-12	0.0	100.0
53	0.00	0.056	-2.1842829483e-06	0.0	4.7710919417e-12	0.0	100.0
79	0.00	0.055	-1.8352188818e-06	0.0	3.3680282955e-12	0.0	100.0
15	0.00	0.058	6.9774597478e-07	0.0	4.8684943880e-13	0.0	100.0
3	0.04	0.095	-6.0486740949e-07	0.0	3.6586459231e-13	0.0	100.0
48	0.00	0.056	5.8240698309e-07	0.0	3.3919788094e-13	0.0	100.0
9	0.01	0.061	3.3824187540e-07	0.0	1.1440756112e-13	0.0	100.0
69	0.00	0.055	-3.2098722613e-07	0.0	1.0303279632e-13	0.0	100.0
23	0.00	0.056	-3.0364310533e-07	0.0	9.2199136509e-14	0.0	100.0
56	0.00	0.056	2.6996872293e-07	0.0	7.2883112577e-14	0.0	100.0
28	0.00	0.056	-2.2954590406e-07	0.0	5.2691320952e-14	0.0	100.0
38	0.00	0.056	-2.1095581815e-07	0.0	4.4502358883e-14	0.0	100.0
74	0.00	0.055	1.8089036757e-07	0.0	3.2721326598e-14	0.0	100.0
68	0.00	0.055	1.6766209399e-07	0.0	2.8110577288e-14	0.0	100.0
63	0.00	0.055	1.4173747331e-07	0.0	2.0089510703e-14	0.0	100.0
12	0.00	0.059	1.2875877076e-07	0.0	1.6578821717e-14	0.0	100.0
31	0.00	0.056	1.1750992002e-07	0.0	1.3808580981e-14	0.0	100.0
39	0.00	0.056	-9.6175803321e-08	0.0	9.2497852842e-15	0.0	100.0
51	0.00	0.056	8.8226002504e-08	0.0	7.7838279035e-15	0.0	100.0
77	0.00	0.055	8.5779497283e-08	0.0	7.3581218497e-15	0.0	100.0
19	0.00	0.057	-6.3501339298e-08	0.0	4.0324202006e-15	0.0	100.0
71	0.00	0.055	-5.7986738966e-08	0.0	3.3624618203e-15	0.0	100.0
65	0.00	0.055	-5.1351367603e-08	0.0	2.6369628544e-15	0.0	100.0

**RELAZIONE DI CALCOLO**

6	0.01	0.067	-5.0876110436e-08	0.0	2.5883785268e-15	0.0	100.0
20	0.00	0.057	4.4866492743e-08	0.0	2.0130021748e-15	0.0	100.0
46	0.00	0.056	4.4368427154e-08	0.0	1.9685572972e-15	0.0	100.0
26	0.00	0.056	-1.0977762699e-08	0.0	1.2051126846e-16	0.0	100.0
11	0.00	0.059	7.0261997074e-16	0.0	4.9367480754e-31	0.0	100.0
25	0.00	0.056	-4.8601919362e-16	0.0	2.3621464940e-31	0.0	100.0
17	0.00	0.057	-4.7021975276e-16	0.0	2.2110660826e-31	0.0	100.0
32	0.00	0.056	2.1465794823e-16	0.0	4.6078035550e-32	0.0	100.0
43	0.00	0.056	-1.9201119890e-16	0.0	3.6868301797e-32	0.0	100.0
49	0.00	0.056	-5.0690028293e-17	0.0	2.5694789387e-33	0.0	100.0
58	0.00	0.055	3.9513445097e-17	0.0	1.5613123516e-33	0.0	100.0
55	0.00	0.056	3.0806082057e-17	0.0	9.4901470115e-34	0.0	100.0
1	0.22	0.138	3.0666606171e-17	0.0	9.4044075556e-34	0.0	100.0
37	0.00	0.056	2.7533011091e-17	0.0	7.5806671004e-34	0.0	100.0
60	0.00	0.055	1.7738272814e-17	0.0	3.1464631776e-34	0.0	100.0
4	0.03	0.078	1.3430470866e-17	0.0	1.8037755331e-34	0.0	100.0
62	0.00	0.055	-8.8963647111e-18	0.0	7.9145305697e-35	0.0	100.0
33	0.00	0.056	-1.5770400004e-18	0.0	2.4870551861e-36	0.0	100.0
27	0.00	0.056	1.4721385060e-18	0.0	2.1671917943e-36	0.0	100.0
22	0.00	0.056	-1.3515532537e-18	0.0	1.8266962668e-36	0.0	100.0
13	0.00	0.058	-1.3452160162e-18	0.0	1.8096060755e-36	0.0	100.0
44	0.00	0.056	-7.5597933527e-19	0.0	5.7150475854e-37	0.0	100.0
57	0.00	0.055	-2.9139921204e-19	0.0	8.4913502134e-38	0.0	100.0
52	0.00	0.056	-2.8908362331e-19	0.0	8.3569343016e-38	0.0	100.0
41	0.00	0.056	1.5910715685e-19	0.0	2.5315087342e-38	0.0	100.0
59	0.00	0.055	1.4633418280e-19	0.0	2.1413693051e-38	0.0	100.0
61	0.00	0.055	2.2135031690e-20	0.0	4.8995980416e-40	0.0	100.0

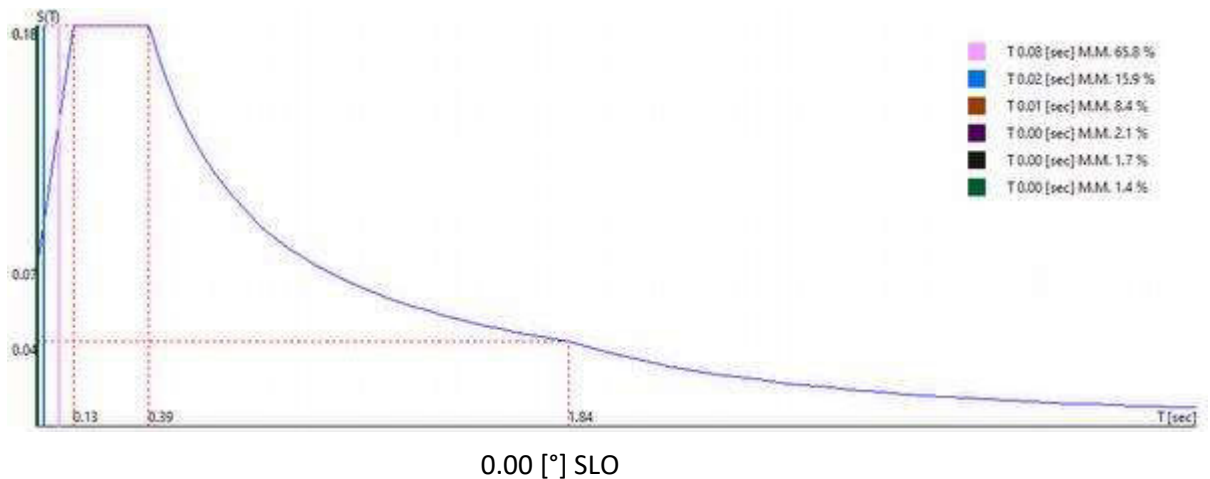
Spettro in accordo con TU 2008

- Tombino km 3+835 Lotto 1 Longitudine 14.6756 Latitudine 36.9651
- Tipo di Terreno B
- Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_T$ ) 1.0000
- Vita nominale della costruzione ( $V_N$ ) 50.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente  $C_U$  2.0
- Classe di duttilità impostata Non Dissipativa
- Fattore di struttura massimo, C, per sisma orizzontale 1.00 ( $q_0 = C \alpha_u / \alpha_1$ )

- Fattore di duttilità  $\alpha_u/\alpha_1$  per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza  $K_R$  1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti  $K_W$  1.00
- Fattore di struttura  $q$  per sisma orizzontale 1.00
- Fattore di struttura  $q$  per sisma verticale 1.00
- Smorzamento Viscoso ( 0.05 = 5% ) 0.05

TU 2008 SLO H

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 81.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 60 (anni)
- $S_s$  1.200
- $T_B$  0.13 [sec]
- $T_C$  0.39 [sec]
- $T_D$  1.84 [sec]
- $a_g/g$  0.0588
- $F_o$  2.5040
- $T_C^*$  0.2700



## 12.6 CARICHI APPLICATI AGLI ELEMENTI

Convenzioni adottate

I carichi applicati vengono raccolti nella tabella riportata alla fine del paragrafo e si intendono applicati nel sistema di riferimento locale dell'elemento.

Per la lettura della tabella si definiscono:

NodoI, NodoJ

I nodi iniziale/finale dell'asta o lato dell'elemento cui afferisce il carico

L

La distanza fra i suddetti nodi.

$q_{xi}, \dots, q_{zj}$

Le componenti di un carico distribuito costante o variabile linearmente iniziali (indice i) e finale (indice j).

$x_i, x_j$

Le distanze, misurate a partire dal NodoI, dei punti di applicazione dei carichi  $q_{xi}..q_{zj}$  relativi a carichi distribuiti applicati su porzioni di un'asta.

$P_x, \dots, P_z$  xApp

Le componenti di un Carico Concentrato applicato a distanza xApp dal NodoI.

$M_x, \dots, M_z$  xApp

Le componenti di una Coppia Concentrata applicata a distanza xApp dal NodoI.

Var Termica Assiale, ..., Var Termica Farfalla 13

Le variazioni termiche (Assiali ed a Farfalla) misurate in gradi Celsius.

$m_{xi}, \dots, m_{zj}$

Le componenti di coppie distribuite costanti o variabili linearmente iniziali (indice i) e finale (indice j).

$q_{S_x}, q_{S_y}, q_{S_z}$

carichi, per unità di superficie, applicati su elementi superficiali o facce di elementi solidi

Peso Proprio

Il valore del carico derivante dal peso proprio dell'elemento

Carichi distribuiti

Nodo I	Nodo J	L [m]	Condizione di carico	$x_i$ [m]	$q_{xi}$ [KN/m]	$q_{yi}$ [KN/m]	$q_{zi}$ [KN/m]	$x_j$ [m]	$q_{xj}$ [KN/m]	$q_{yj}$ [KN/m]	$q_{zj}$ [KN/m]
12	2	0.30	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	-53.00	-0.00	0.30	0.00	-53.00	-0.00
			5	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.30	0.00	-4.00	-0.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

			6	0.00	0.00	-15.00	-0.00	0.30	0.00	-15.00	-0.00
			7	0.00	0.00	-3.00	-0.00	0.30	0.00	-3.00	-0.00
2	1	0.65	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.65	0.00	7.50	0.00
27	26	0.30	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
			2	0.00	0.00	80.00	0.00	0.30	0.00	80.00	0.00
			4	0.00	0.00	19.25	0.00	0.30	0.00	19.25	0.00
			5	0.00	0.00	9.00	0.00	0.30	0.00	9.00	0.00
14	12	0.30	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	-51.00	-0.00	0.30	0.00	-51.00	-0.00
			5	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.30	0.00	-4.00	-0.00
			6	0.00	0.00	-15.00	-0.00	0.30	0.00	-15.00	-0.00
			7	0.00	0.00	-3.00	-0.00	0.30	0.00	-3.00	-0.00
3	2	0.30	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
28	27	0.30	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
			2	0.00	0.00	80.00	0.00	0.30	0.00	80.00	0.00
			4	0.00	0.00	19.25	0.00	0.30	0.00	19.25	0.00
			5	0.00	0.00	9.00	0.00	0.30	0.00	9.00	0.00
16	14	0.30	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	-48.00	-0.00	0.30	0.00	-48.00	-0.00
			5	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.30	0.00	-4.00	-0.00
			6	0.00	0.00	-15.00	-0.00	0.30	0.00	-15.00	-0.00
			7	0.00	0.00	-3.00	-0.00	0.30	0.00	-3.00	-0.00
4	3	0.30	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
29	28	0.30	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
			2	0.00	0.00	80.00	0.00	0.30	0.00	80.00	0.00
			4	0.00	0.00	19.25	0.00	0.30	0.00	19.25	0.00
			5	0.00	0.00	9.00	0.00	0.30	0.00	9.00	0.00
18	16	0.30	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	-46.00	-0.00	0.30	0.00	-46.00	-0.00
			5	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.30	0.00	-4.00	-0.00
			6	0.00	0.00	-15.00	-0.00	0.30	0.00	-15.00	-0.00
			7	0.00	0.00	-3.00	-0.00	0.30	0.00	-3.00	-0.00
5	4	0.30	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
30	29	0.30	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
			2	0.00	0.00	80.00	0.00	0.30	0.00	80.00	0.00
			4	0.00	0.00	19.25	0.00	0.30	0.00	19.25	0.00
			5	0.00	0.00	9.00	0.00	0.30	0.00	9.00	0.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

20	18	0.30	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	-43.00	-0.00	0.30	0.00	-43.00	-0.00
			5	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.30	0.00	-4.00	-0.00
			6	0.00	0.00	-15.00	-0.00	0.30	0.00	-15.00	-0.00
			7	0.00	0.00	-3.00	-0.00	0.30	0.00	-3.00	-0.00
6	5	0.30	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
31	30	0.30	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
			2	0.00	0.00	80.00	0.00	0.30	0.00	80.00	0.00
			4	0.00	0.00	19.25	0.00	0.30	0.00	19.25	0.00
			5	0.00	0.00	9.00	0.00	0.30	0.00	9.00	0.00
22	20	0.30	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	-41.00	-0.00	0.30	0.00	-41.00	-0.00
			5	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.30	0.00	-4.00	-0.00
			6	0.00	0.00	-15.00	-0.00	0.30	0.00	-15.00	-0.00
			7	0.00	0.00	-3.00	-0.00	0.30	0.00	-3.00	-0.00
7	6	0.30	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
32	31	0.30	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
			2	0.00	0.00	80.00	0.00	0.30	0.00	80.00	0.00
			4	0.00	0.00	19.25	0.00	0.30	0.00	19.25	0.00
			5	0.00	0.00	9.00	0.00	0.30	0.00	9.00	0.00
24	22	0.30	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	-38.00	-0.00	0.30	0.00	-38.00	-0.00
			5	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.30	0.00	-4.00	-0.00
			6	0.00	0.00	-15.00	-0.00	0.30	0.00	-15.00	-0.00
			7	0.00	0.00	-3.00	-0.00	0.30	0.00	-3.00	-0.00
8	7	0.30	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
33	32	0.30	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
			2	0.00	0.00	80.00	0.00	0.30	0.00	80.00	0.00
			4	0.00	0.00	19.25	0.00	0.30	0.00	19.25	0.00
			5	0.00	0.00	9.00	0.00	0.30	0.00	9.00	0.00
26	24	0.30	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	-35.00	-0.00	0.30	0.00	-35.00	-0.00
			5	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.30	0.00	-4.00	-0.00
			6	0.00	0.00	-15.00	-0.00	0.30	0.00	-15.00	-0.00
			7	0.00	0.00	-3.00	-0.00	0.30	0.00	-3.00	-0.00
9	8	0.30	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
34	33	0.30	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00



**RELAZIONE DI CALCOLO**

			2	0.00	0.00	80.00	0.00	0.30	0.00	80.00	0.00
			4	0.00	0.00	19.25	0.00	0.30	0.00	19.25	0.00
			5	0.00	0.00	9.00	0.00	0.30	0.00	9.00	0.00
13	10	0.30	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	53.00	0.00	0.30	0.00	53.00	0.00
10	9	0.30	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
15	13	0.30	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	51.00	0.00	0.30	0.00	51.00	0.00
11	10	0.65	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.65	0.00	7.50	0.00
17	15	0.30	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	48.00	0.00	0.30	0.00	48.00	0.00
19	17	0.30	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	46.00	0.00	0.30	0.00	46.00	0.00
21	19	0.30	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	43.00	0.00	0.30	0.00	43.00	0.00
23	21	0.30	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	41.00	0.00	0.30	0.00	41.00	0.00
25	23	0.30	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	38.00	0.00	0.30	0.00	38.00	0.00
34	25	0.30	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	35.00	0.00	0.30	0.00	35.00	0.00

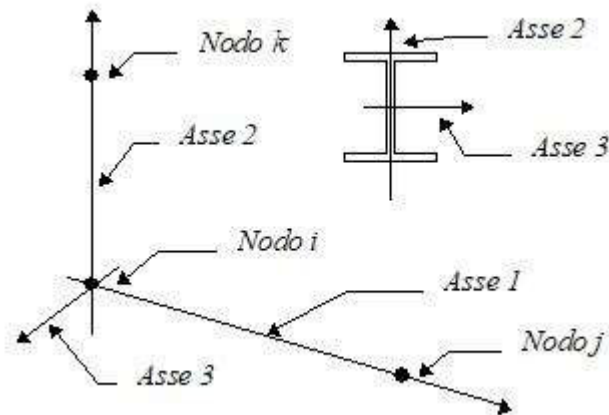
## 12.7 AZIONI TRAVI

Convenzioni adottate

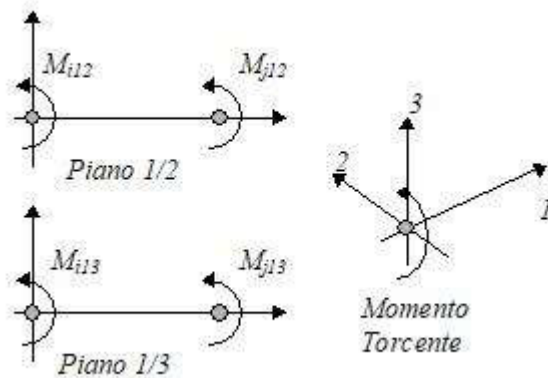
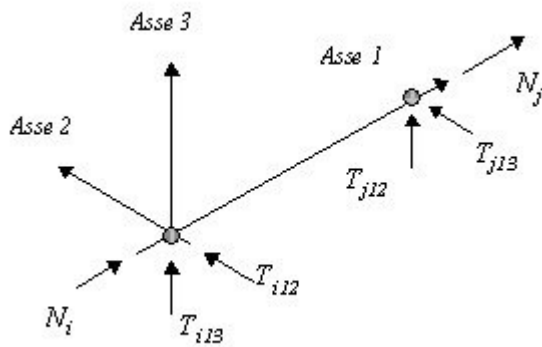
Le sollecitazioni nelle travi sono da intendersi nel sistema di riferimento locale dell'elemento, e si riferiscono all'asta. L'orientamento della trave nello spazio è definito a mezzo del nodo K.

La terna di riferimento locale dell'asta è così disposta:

**RELAZIONE DI CALCOLO**



Per quanto concerne i segni positivi assunti per le varie componenti di sollecitazione si assumono come positivi i versi e le sollecitazioni se così diretti:



Per ogni trave vengono riportate, nelle varie combinazioni di carico, le componenti di sollecitazione alle estremità dell'asta.

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
1	27	81.50	-136.13	-0.00	-0.00	-0.00	7.32

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
	26	-81.50	181.85	0.00	0.00	0.00	-55.02
2	27	83.72	-135.39	-0.00	-0.00	-0.00	6.32
	26	-83.72	181.37	0.00	0.00	0.00	-53.84
3	27	61.43	-65.20	-0.00	-0.00	-0.00	-3.38
	26	-61.43	91.45	0.00	0.00	0.00	-20.13
4	27	60.00	-98.63	-0.00	-0.00	-0.00	5.56
	26	-60.00	131.74	0.00	0.00	0.00	-40.11
5	27	61.48	-98.13	-0.00	-0.00	-0.00	4.89
	26	-61.48	131.41	0.00	0.00	0.00	-39.33
6	27	59.50	-94.30	-0.00	-0.00	-0.00	5.72
	26	-59.50	125.96	0.00	0.00	0.00	-38.76
7	27	57.98	-81.31	-0.00	-0.00	-0.00	6.21
	26	-57.98	108.64	0.00	0.00	0.00	-34.71
8	27	56.65	-78.75	-0.00	-0.00	-0.00	6.77
	26	-56.65	105.00	0.00	0.00	0.00	-34.33
9	27	57.38	-75.64	-0.00	-0.00	-0.00	4.40
	26	-57.38	101.89	0.00	0.00	0.00	-31.03
1	28	81.50	-90.41	-0.00	-0.00	-0.00	-26.66
	27	-81.50	136.13	0.00	0.00	0.00	-7.32
2	28	83.72	-89.40	-0.00	-0.00	-0.00	-27.39
	27	-83.72	135.39	0.00	0.00	0.00	-6.32
3	28	62.59	-39.19	-0.00	-0.00	-0.00	-19.07
	27	-62.59	65.44	0.00	0.00	0.00	3.38
4	28	60.00	-65.53	-0.00	-0.00	-0.00	-19.06
	27	-60.00	98.63	0.00	0.00	0.00	-5.56
5	28	61.48	-64.85	-0.00	-0.00	-0.00	-19.55
	27	-61.48	98.13	0.00	0.00	0.00	-4.89
6	28	59.50	-62.64	-0.00	-0.00	-0.00	-17.82
	27	-59.50	94.30	0.00	0.00	0.00	-5.72
7	28	57.98	-53.98	-0.00	-0.00	-0.00	-14.08
	27	-57.98	81.31	0.00	0.00	0.00	-6.21
8	28	56.65	-52.50	-0.00	-0.00	-0.00	-12.92
	27	-56.65	78.75	0.00	0.00	0.00	-6.77
9	28	57.68	-49.45	-0.00	-0.00	-0.00	-14.37

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
	27	-57.68	75.70	0.00	0.00	0.00	-4.40
1	29	81.50	-44.69	-0.00	-0.00	-0.00	-46.92
	28	-81.50	90.41	0.00	0.00	0.00	26.66
2	29	83.72	-43.42	-0.00	-0.00	-0.00	-47.32
	28	-83.72	89.40	0.00	0.00	0.00	27.39
3	29	63.76	-13.08	-0.00	-0.00	-0.00	-26.93
	28	-63.76	39.33	0.00	0.00	0.00	19.07
4	29	60.00	-32.42	-0.00	-0.00	-0.00	-33.76
	28	-60.00	65.53	0.00	0.00	0.00	19.06
5	29	61.48	-31.57	-0.00	-0.00	-0.00	-34.02
	28	-61.48	64.85	0.00	0.00	0.00	19.55
6	29	59.50	-30.98	-0.00	-0.00	-0.00	-31.86
	28	-59.50	62.64	0.00	0.00	0.00	17.82
7	29	57.98	-26.65	-0.00	-0.00	-0.00	-26.17
	28	-57.98	53.98	0.00	0.00	0.00	14.08
8	29	56.65	-26.25	-0.00	-0.00	-0.00	-24.73
	28	-56.65	52.50	0.00	0.00	0.00	12.92
9	29	57.98	-23.24	-0.00	-0.00	-0.00	-25.28
	28	-57.98	49.49	0.00	0.00	0.00	14.37
1	30	81.50	1.03	-0.00	-0.00	0.00	-53.47
	29	-81.50	44.69	0.00	0.00	0.00	46.92
2	30	83.72	2.57	-0.00	-0.00	-0.00	-53.45
	29	-83.72	43.42	0.00	0.00	0.00	47.32
3	30	64.93	13.11	-0.00	-0.00	-0.00	-26.94
	29	-64.93	13.14	0.00	0.00	0.00	26.93
4	30	60.00	0.68	-0.00	-0.00	0.00	-38.52
	29	-60.00	32.42	0.00	0.00	0.00	33.76
5	30	61.48	1.71	-0.00	-0.00	-0.00	-38.50
	29	-61.48	31.57	0.00	0.00	0.00	34.02
6	30	59.50	0.68	-0.00	-0.00	0.00	-36.40
	29	-59.50	30.98	0.00	0.00	0.00	31.86
7	30	57.98	0.68	-0.00	-0.00	0.00	-30.07
	29	-57.98	26.65	0.00	0.00	0.00	26.17

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
8	30	56.65	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-28.67
	29	-56.65	26.25	0.00	0.00	0.00	24.73
9	30	58.28	2.99	-0.00	-0.00	-0.00	-28.32
	29	-58.28	23.26	0.00	0.00	0.00	25.28
1	31	81.50	46.75	-0.00	-0.00	0.00	-46.31
	30	-81.50	-1.03	0.00	0.00	-0.00	53.47
2	31	83.72	48.55	-0.00	-0.00	0.00	-45.78
	30	-83.72	-2.57	0.00	0.00	0.00	53.45
3	31	66.10	39.36	-0.00	-0.00	0.00	-19.07
	30	-66.10	-13.11	0.00	0.00	0.00	26.94
4	31	60.00	33.79	-0.00	-0.00	0.00	-33.35
	30	-60.00	-0.68	0.00	0.00	-0.00	38.52
5	31	61.48	34.99	-0.00	-0.00	0.00	-32.99
	30	-61.48	-1.71	0.00	0.00	0.00	38.50
6	31	59.50	32.35	-0.00	-0.00	0.00	-31.45
	30	-59.50	-0.68	0.00	0.00	-0.00	36.40
7	31	57.98	28.01	-0.00	-0.00	0.00	-25.76
	30	-57.98	-0.68	0.00	0.00	-0.00	30.07
8	31	56.65	26.25	-0.00	-0.00	0.00	-24.73
	30	-56.65	0.00	0.00	0.00	-0.00	28.67
9	31	58.57	29.24	-0.00	-0.00	0.00	-23.49
	30	-58.57	-2.99	0.00	0.00	0.00	28.32
1	32	81.50	92.47	-0.00	-0.00	0.00	-25.43
	31	-81.50	-46.75	0.00	0.00	-0.00	46.31
2	32	83.72	94.53	-0.00	-0.00	0.00	-24.32
	31	-83.72	-48.55	0.00	0.00	-0.00	45.78
3	32	67.27	65.67	-0.00	-0.00	0.00	-3.31
	31	-67.27	-39.42	0.00	0.00	-0.00	19.07
4	32	60.00	66.89	-0.00	-0.00	0.00	-18.24
	31	-60.00	-33.79	0.00	0.00	-0.00	33.35
5	32	61.48	68.27	-0.00	-0.00	0.00	-17.50
	31	-61.48	-34.99	0.00	0.00	-0.00	32.99
6	32	59.50	64.01	-0.00	-0.00	0.00	-17.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
	31	-59.50	-32.35	0.00	0.00	-0.00	31.45
7	32	57.98	55.34	-0.00	-0.00	0.00	-13.26
	31	-57.98	-28.01	0.00	0.00	-0.00	25.76
8	32	56.65	52.50	-0.00	-0.00	0.00	-12.92
	31	-56.65	-26.25	0.00	0.00	-0.00	24.73
9	32	58.87	55.51	-0.00	-0.00	0.00	-10.77
	31	-58.87	-29.26	0.00	0.00	-0.00	23.49
1	33	81.50	138.19	-0.00	-0.00	0.00	9.17
	32	-81.50	-92.47	0.00	0.00	-0.00	25.43
2	33	83.72	140.52	-0.00	-0.00	0.00	10.94
	32	-83.72	-94.53	0.00	0.00	-0.00	24.32
3	33	68.43	92.06	-0.00	-0.00	0.00	20.37
	32	-68.43	-65.81	0.00	0.00	-0.00	3.31
4	33	60.00	100.00	-0.00	-0.00	0.00	6.79
	32	-60.00	-66.89	0.00	0.00	-0.00	18.24
5	33	61.48	101.55	-0.00	-0.00	0.00	7.97
	32	-61.48	-68.27	0.00	0.00	-0.00	17.50
6	33	59.50	95.67	-0.00	-0.00	0.00	6.95
	32	-59.50	-64.01	0.00	0.00	-0.00	17.00
7	33	57.98	82.67	-0.00	-0.00	0.00	7.45
	32	-57.98	-55.34	0.00	0.00	-0.00	13.26
8	33	56.65	78.75	-0.00	-0.00	0.00	6.77
	32	-56.65	-52.50	0.00	0.00	-0.00	12.92
9	33	59.17	81.80	-0.00	-0.00	0.00	9.83
	32	-59.17	-55.55	0.00	0.00	-0.00	10.77
1	34	81.50	183.91	-0.00	-0.00	0.00	57.49
	33	-81.50	-138.19	0.00	0.00	-0.00	-9.17
2	34	83.72	186.50	-0.00	-0.00	0.00	60.00
	33	-83.72	-140.52	0.00	0.00	-0.00	-10.94
3	34	69.60	118.55	-0.00	-0.00	0.00	52.00
	33	-69.60	-92.30	0.00	0.00	-0.00	-20.37
4	34	60.00	133.10	-0.00	-0.00	0.00	41.76
	33	-60.00	-100.00	0.00	0.00	-0.00	-6.79

**RELAZIONE DI CALCOLO**

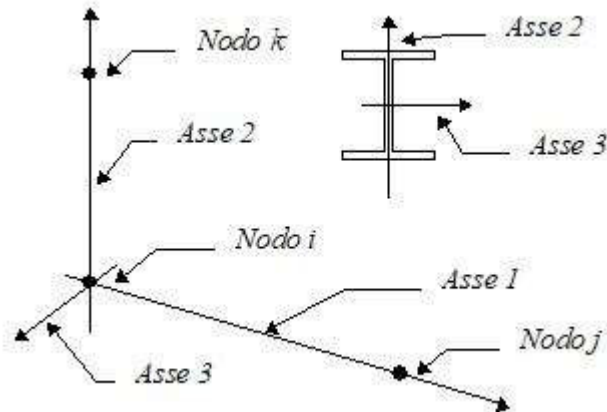
Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
5	34	61.48	134.84	-0.00	-0.00	0.00	43.43
	33	-61.48	-101.55	0.00	0.00	-0.00	-7.97
6	34	59.50	127.33	-0.00	-0.00	0.00	40.40
	33	-59.50	-95.67	0.00	0.00	-0.00	-6.95
7	34	57.98	110.00	-0.00	-0.00	0.00	36.35
	33	-57.98	-82.67	0.00	0.00	-0.00	-7.45
8	34	56.65	105.00	-0.00	-0.00	0.00	34.33
	33	-56.65	-78.75	0.00	0.00	-0.00	-6.77
9	34	59.47	108.11	-0.00	-0.00	0.00	38.32
	33	-59.47	-81.86	0.00	0.00	-0.00	-9.83

**12.8 AZIONI PILASTRI**

Convenzioni adottate

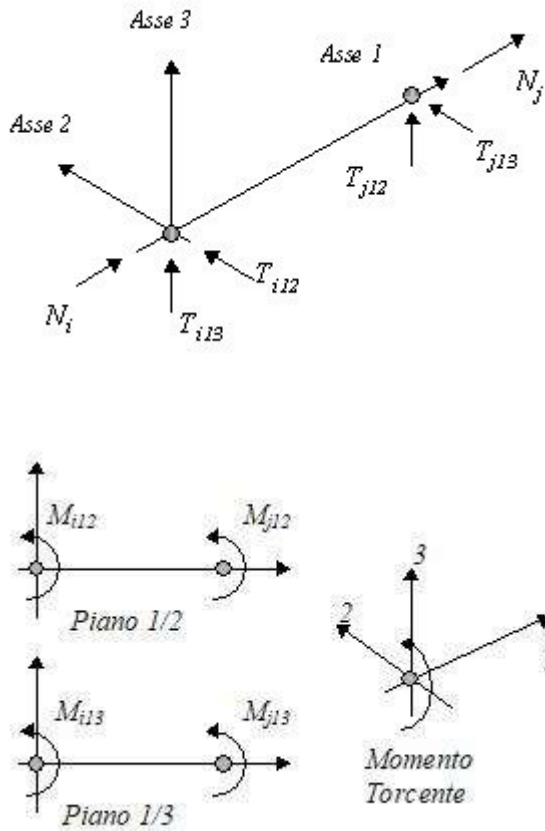
Le sollecitazioni nei pilastri sono da intendersi nel sistema di riferimento locale dell'elemento, e si riferiscono all'asta. L'orientamento del pilastro nello spazio è definito a mezzo del nodo K.

La terna di riferimento locale dell'asta è così disposta:



Per quanto concerne i segni positivi assunti per le varie componenti di sollecitazione si assumono come positivi i versi e le sollecitazioni se così diretti:

**RELAZIONE DI CALCOLO**



Per ogni pilastro vengono riportate, nelle varie combinazioni di carico, le componenti di sollecitazione alle estremità dell'asta.

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
1	12	203.12	45.85	-0.00	0.00	0.00	-8.71
	2	-206.15	-68.03	0.00	-0.00	0.00	25.79
2	12	202.63	51.19	-0.00	0.00	-0.00	-10.81
	2	-205.67	-74.45	0.00	-0.00	0.00	29.65
3	12	104.03	65.88	-0.00	0.00	-0.00	-20.04
	2	-106.28	-86.28	0.00	-0.00	0.00	42.86
4	12	147.49	33.96	-0.00	0.00	0.00	-6.20
	2	-149.74	-50.34	0.00	-0.00	0.00	18.84
5	12	147.16	37.52	-0.00	0.00	-0.00	-7.60
	2	-149.41	-54.62	0.00	-0.00	0.00	21.42
6	12	141.71	34.46	-0.00	0.00	0.00	-5.91
	2	-143.96	-50.84	0.00	-0.00	0.00	18.71
7	12	124.39	35.98	-0.00	0.00	-0.00	-5.04



**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
	2	-126.64	-52.36	0.00	-0.00	0.00	18.29
8	12	120.75	33.95	-0.00	0.00	-0.00	-3.92
	2	-123.00	-49.85	0.00	-0.00	0.00	16.48
9	12	116.83	40.85	-0.00	0.00	-0.00	-7.57
	2	-119.08	-57.65	0.00	-0.00	0.00	22.34
1	14	200.08	24.47	-0.00	0.00	0.00	1.84
	12	-203.12	-45.85	0.00	-0.00	-0.00	8.71
2	14	199.60	28.73	-0.00	0.00	0.00	1.18
	12	-202.63	-51.19	0.00	-0.00	0.00	10.81
3	14	102.20	45.94	-0.00	0.00	0.00	-3.30
	12	-104.45	-65.74	0.00	-0.00	0.00	20.04
4	14	145.24	18.18	-0.00	0.00	0.00	1.62
	12	-147.49	-33.96	0.00	-0.00	-0.00	6.20
5	14	144.91	21.02	-0.00	0.00	0.00	1.18
	12	-147.16	-37.52	0.00	-0.00	0.00	7.60
6	14	139.46	18.68	-0.00	0.00	0.00	2.06
	12	-141.71	-34.46	0.00	-0.00	-0.00	5.91
7	14	122.14	20.20	-0.00	0.00	0.00	3.39
	12	-124.39	-35.98	0.00	-0.00	0.00	5.04
8	14	118.50	18.65	-0.00	0.00	0.00	3.97
	12	-120.75	-33.95	0.00	-0.00	0.00	3.92
9	14	114.68	24.61	-0.00	0.00	0.00	2.25
	12	-116.93	-40.81	0.00	-0.00	0.00	7.57
1	16	197.04	4.31	-0.00	0.00	0.00	6.15
	14	-200.08	-24.47	0.00	-0.00	-0.00	-1.84
2	16	196.56	7.49	-0.00	0.00	0.00	6.61
	14	-199.60	-28.73	0.00	-0.00	-0.00	-1.18
3	16	100.37	26.76	-0.00	0.00	0.00	7.54
	14	-102.62	-45.66	0.00	-0.00	-0.00	3.30
4	16	142.99	3.30	-0.00	0.00	0.00	4.84
	14	-145.24	-18.18	0.00	-0.00	-0.00	-1.62
5	16	142.66	5.42	-0.00	0.00	0.00	5.15
	14	-144.91	-21.02	0.00	-0.00	-0.00	-1.18

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
6	16	137.21	3.80	-0.00	0.00	0.00	5.44
	14	-139.46	-18.68	0.00	-0.00	-0.00	-2.06
7	16	119.89	5.32	-0.00	0.00	0.00	7.22
	14	-122.14	-20.20	0.00	-0.00	-0.00	-3.39
8	16	116.25	4.25	-0.00	0.00	0.00	7.41
	14	-118.50	-18.65	0.00	-0.00	-0.00	-3.97
9	16	112.54	9.24	-0.00	0.00	0.00	7.31
	14	-114.79	-24.54	0.00	-0.00	-0.00	-2.25
1	18	194.00	-15.04	-0.00	0.00	0.00	4.54
	16	-197.04	-4.31	0.00	-0.00	-0.00	-6.15
2	18	193.52	-12.94	-0.00	0.00	0.00	5.80
	16	-196.56	-7.49	0.00	-0.00	-0.00	-6.61
3	18	98.53	8.03	-0.00	0.00	0.00	12.90
	16	-100.78	-26.33	0.00	-0.00	-0.00	-7.54
4	18	140.74	-10.98	-0.00	0.00	0.00	3.69
	16	-142.99	-3.30	0.00	-0.00	-0.00	-4.84
5	18	140.41	-9.58	-0.00	0.00	0.00	4.53
	16	-142.66	-5.42	0.00	-0.00	-0.00	-5.15
6	18	134.96	-10.48	-0.00	0.00	0.00	4.44
	16	-137.21	-3.80	0.00	-0.00	-0.00	-5.44
7	18	117.64	-8.96	-0.00	0.00	0.00	6.67
	16	-119.89	-5.32	0.00	-0.00	-0.00	-7.22
8	18	114.00	-9.55	-0.00	0.00	0.00	6.61
	16	-116.25	-4.25	0.00	-0.00	-0.00	-7.41
9	18	110.39	-5.57	-0.00	0.00	0.00	7.88
	16	-112.64	-9.13	0.00	-0.00	-0.00	-7.31
1	20	190.97	-33.17	-0.00	0.00	0.00	-2.69
	18	-194.00	15.04	0.00	-0.00	-0.00	-4.54
2	20	190.48	-32.15	-0.00	0.00	0.00	-0.97
	18	-193.52	12.94	0.00	-0.00	-0.00	-5.80
3	20	96.69	-9.94	-0.00	0.00	0.00	12.36
	18	-98.94	-7.46	0.00	-0.00	-0.00	-12.90
4	20	138.49	-24.36	-0.00	0.00	0.00	-1.61

MANDATARIA:

MANDANTI:

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
	18	-140.74	10.98	0.00	-0.00	-0.00	-3.69
5	20	138.16	-23.68	-0.00	0.00	0.00	-0.46
	18	-140.41	9.58	0.00	-0.00	-0.00	-4.53
6	20	132.71	-23.86	-0.00	0.00	0.00	-0.71
	18	-134.96	10.48	0.00	-0.00	-0.00	-4.44
7	20	115.39	-22.34	-0.00	0.00	0.00	1.98
	18	-117.64	8.96	0.00	-0.00	-0.00	-6.67
8	20	111.75	-22.45	-0.00	0.00	0.00	1.81
	18	-114.00	9.55	0.00	-0.00	-0.00	-6.61
9	20	108.25	-19.51	-0.00	0.00	0.00	4.07
	18	-110.50	5.71	0.00	-0.00	-0.00	-7.88
1	22	187.93	-50.50	-0.00	0.00	0.00	-15.24
	20	-190.97	33.17	0.00	-0.00	-0.00	2.69
2	22	187.45	-50.56	-0.00	0.00	0.00	-13.37
	20	-190.48	32.15	0.00	-0.00	-0.00	0.97
3	22	94.83	-27.47	-0.00	0.00	0.00	6.62
	20	-97.08	10.67	0.00	-0.00	-0.00	-12.36
4	22	136.24	-37.14	-0.00	0.00	0.00	-10.84
	20	-138.49	24.36	0.00	-0.00	-0.00	1.61
5	22	135.91	-37.18	-0.00	0.00	0.00	-9.59
	20	-138.16	23.68	0.00	-0.00	-0.00	0.46
6	22	130.46	-36.64	-0.00	0.00	0.00	-9.79
	20	-132.71	23.86	0.00	-0.00	-0.00	0.71
7	22	113.14	-35.12	-0.00	0.00	0.00	-6.64
	20	-115.39	22.34	0.00	-0.00	-0.00	-1.98
8	22	109.50	-34.75	-0.00	0.00	0.00	-6.77
	20	-111.75	22.45	0.00	-0.00	-0.00	-1.81
9	22	106.10	-32.90	-0.00	0.00	0.00	-3.83
	20	-108.35	19.70	0.00	-0.00	-0.00	-4.07
1	24	184.89	-66.61	-0.00	0.00	0.00	-32.81
	22	-187.93	50.50	0.00	-0.00	-0.00	15.24
2	24	184.41	-67.75	-0.00	0.00	0.00	-31.12
	22	-187.45	50.56	0.00	-0.00	-0.00	13.37

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
3	24	92.97	-44.24	-0.00	0.00	0.00	-4.29
	22	-95.22	28.34	0.00	-0.00	-0.00	-6.62
4	24	133.99	-49.02	-0.00	0.00	0.00	-23.76
	22	-136.24	37.14	0.00	-0.00	-0.00	10.84
5	24	133.66	-49.78	-0.00	0.00	0.00	-22.64
	22	-135.91	37.18	0.00	-0.00	-0.00	9.59
6	24	128.21	-48.52	-0.00	0.00	0.00	-22.56
	22	-130.46	36.64	0.00	-0.00	-0.00	9.79
7	24	110.89	-47.00	-0.00	0.00	0.00	-18.96
	22	-113.14	35.12	0.00	-0.00	-0.00	6.64
8	24	107.25	-46.15	-0.00	0.00	0.00	-18.91
	22	-109.50	34.75	0.00	-0.00	-0.00	6.77
9	24	103.95	-45.42	-0.00	0.00	0.00	-15.61
	22	-106.20	33.12	0.00	-0.00	-0.00	3.83
1	26	181.85	-81.50	-0.00	0.00	0.00	-55.02
	24	-184.89	66.61	0.00	-0.00	-0.00	32.81
2	26	181.37	-83.72	-0.00	0.00	0.00	-53.84
	24	-184.41	67.75	0.00	-0.00	-0.00	31.12
3	26	91.09	-60.26	-0.00	0.00	0.00	-20.13
	24	-93.34	45.26	0.00	-0.00	-0.00	4.29
4	26	131.74	-60.00	-0.00	0.00	0.00	-40.11
	24	-133.99	49.02	0.00	-0.00	-0.00	23.76
5	26	131.41	-61.48	-0.00	0.00	0.00	-39.33
	24	-133.66	49.78	0.00	-0.00	-0.00	22.64
6	26	125.96	-59.50	-0.00	0.00	0.00	-38.76
	24	-128.21	48.52	0.00	-0.00	-0.00	22.56
7	26	108.64	-57.98	-0.00	0.00	0.00	-34.71
	24	-110.89	47.00	0.00	-0.00	-0.00	18.96
8	26	105.00	-56.65	-0.00	0.00	0.00	-34.33
	24	-107.25	46.15	0.00	-0.00	-0.00	18.91
9	26	101.79	-57.09	-0.00	0.00	0.00	-31.03
	24	-104.04	45.69	0.00	-0.00	-0.00	15.61
1	13	205.17	-40.81	0.00	0.00	-0.00	5.88

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
	10	-208.21	62.27	-0.00	-0.00	-0.00	-21.34
2	13	207.77	-38.59	0.00	0.00	-0.00	3.73
	10	-210.80	60.05	-0.00	-0.00	-0.00	-18.53
3	13	137.47	-15.80	0.00	0.00	0.00	-12.87
	10	-139.72	31.70	-0.00	-0.00	-0.00	5.74
4	13	148.85	-30.60	0.00	0.00	-0.00	4.31
	10	-151.10	46.50	-0.00	-0.00	-0.00	-15.88
5	13	150.59	-29.12	0.00	0.00	-0.00	2.88
	10	-152.84	45.02	-0.00	-0.00	-0.00	-14.00
6	13	143.08	-31.10	0.00	0.00	-0.00	4.02
	10	-145.33	47.00	-0.00	-0.00	-0.00	-15.74
7	13	125.75	-32.62	0.00	0.00	0.00	3.15
	10	-128.00	48.52	-0.00	-0.00	-0.00	-15.33
8	13	120.75	-33.95	0.00	0.00	0.00	3.92
	10	-123.00	49.85	-0.00	-0.00	-0.00	-16.48
9	13	124.67	-29.80	0.00	0.00	0.00	0.13
	10	-126.92	45.70	-0.00	-0.00	-0.00	-11.46
1	15	202.13	-20.15	0.00	0.00	-0.00	-3.26
	13	-205.17	40.81	-0.00	-0.00	0.00	-5.88
2	15	204.73	-17.93	0.00	0.00	-0.00	-4.74
	13	-207.77	38.59	-0.00	-0.00	0.00	-3.73
3	15	134.80	-0.63	0.00	0.00	-0.00	-15.37
	13	-137.05	15.93	-0.00	-0.00	-0.00	12.87
4	15	146.60	-15.30	0.00	0.00	-0.00	-2.57
	13	-148.85	30.60	-0.00	-0.00	0.00	-4.31
5	15	148.34	-13.82	0.00	0.00	-0.00	-3.56
	13	-150.59	29.12	-0.00	-0.00	0.00	-2.88
6	15	140.83	-15.80	0.00	0.00	-0.00	-3.01
	13	-143.08	31.10	-0.00	-0.00	0.00	-4.02
7	15	123.50	-17.32	0.00	0.00	-0.00	-4.34
	13	-125.75	32.62	-0.00	-0.00	-0.00	-3.15
8	15	118.50	-18.65	0.00	0.00	-0.00	-3.97
	13	-120.75	33.95	-0.00	-0.00	-0.00	-3.92
9	15	122.32	-14.53	0.00	0.00	-0.00	-6.53

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
	13	-124.57	29.83	-0.00	-0.00	-0.00	-0.13
1	17	199.09	-0.71	0.00	0.00	-0.00	-6.39
	15	-202.13	20.15	-0.00	-0.00	0.00	3.26
2	17	201.69	1.51	0.00	0.00	-0.00	-7.21
	15	-204.73	17.93	-0.00	-0.00	0.00	4.74
3	17	132.13	13.48	0.00	0.00	-0.00	-13.51
	15	-134.38	0.92	-0.00	-0.00	0.00	15.37
4	17	144.35	-0.90	0.00	0.00	-0.00	-5.00
	15	-146.60	15.30	-0.00	-0.00	0.00	2.57
5	17	146.09	0.58	0.00	0.00	-0.00	-5.55
	15	-148.34	13.82	-0.00	-0.00	0.00	3.56
6	17	138.58	-1.40	0.00	0.00	-0.00	-5.59
	15	-140.83	15.80	-0.00	-0.00	0.00	3.01
7	17	121.25	-2.92	0.00	0.00	-0.00	-7.37
	15	-123.50	17.32	-0.00	-0.00	0.00	4.34
8	17	116.25	-4.25	0.00	0.00	-0.00	-7.41
	15	-118.50	18.65	-0.00	-0.00	0.00	3.97
9	17	119.96	-0.21	0.00	0.00	-0.00	-8.75
	15	-122.21	14.61	-0.00	-0.00	0.00	6.53
1	19	196.06	17.92	0.00	0.00	-0.00	-3.81
	17	-199.09	0.71	-0.00	-0.00	0.00	6.39
2	19	198.65	20.14	0.00	0.00	-0.00	-3.96
	17	-201.69	-1.51	-0.00	-0.00	0.00	7.21
3	19	129.47	26.85	0.00	0.00	-0.00	-7.32
	17	-131.72	-13.05	-0.00	-0.00	0.00	13.51
4	19	142.10	12.90	0.00	0.00	-0.00	-3.20
	17	-144.35	0.90	-0.00	-0.00	0.00	5.00
5	19	143.84	14.38	0.00	0.00	-0.00	-3.30
	17	-146.09	-0.58	-0.00	-0.00	0.00	5.55
6	19	136.33	12.40	0.00	0.00	-0.00	-3.95
	17	-138.58	1.40	-0.00	-0.00	0.00	5.59
7	19	119.00	10.88	0.00	0.00	-0.00	-6.18
	17	-121.25	2.92	-0.00	-0.00	0.00	7.37

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
8	19	114.00	9.55	0.00	0.00	-0.00	-6.61
	17	-116.25	4.25	-0.00	-0.00	0.00	7.41
9	19	117.61	13.49	0.00	0.00	-0.00	-6.74
	17	-119.86	0.31	-0.00	-0.00	0.00	8.75
1	21	193.02	35.33	0.00	0.00	-0.00	4.18
	19	-196.06	-17.92	-0.00	-0.00	0.00	3.81
2	21	195.62	37.55	0.00	0.00	-0.00	4.69
	19	-198.65	-20.14	-0.00	-0.00	0.00	3.96
3	21	126.81	39.18	0.00	0.00	-0.00	2.33
	19	-129.06	-26.28	-0.00	-0.00	0.00	7.32
4	21	139.85	25.80	0.00	0.00	-0.00	2.61
	19	-142.10	-12.90	-0.00	-0.00	0.00	3.20
5	21	141.59	27.28	0.00	0.00	-0.00	2.95
	19	-143.84	-14.38	-0.00	-0.00	0.00	3.30
6	21	134.08	25.30	0.00	0.00	-0.00	1.71
	19	-136.33	-12.40	-0.00	-0.00	0.00	3.95
7	21	116.75	23.78	0.00	0.00	-0.00	-0.98
	19	-119.00	-10.88	-0.00	-0.00	0.00	6.18
8	21	111.75	22.45	0.00	0.00	-0.00	-1.81
	19	-114.00	-9.55	-0.00	-0.00	0.00	6.61
9	21	115.25	26.24	0.00	0.00	-0.00	-0.83
	19	-117.50	-13.34	-0.00	-0.00	0.00	6.74
1	23	189.98	51.94	0.00	0.00	-0.00	17.27
	21	-193.02	-35.33	-0.00	-0.00	0.00	-4.18
2	23	192.58	54.16	0.00	0.00	-0.00	18.45
	21	-195.62	-37.55	-0.00	-0.00	0.00	-4.69
3	23	124.17	50.75	0.00	0.00	-0.00	15.69
	21	-126.42	-38.45	-0.00	-0.00	0.00	-2.33
4	23	137.60	38.10	0.00	0.00	-0.00	12.19
	21	-139.85	-25.80	-0.00	-0.00	0.00	-2.61
5	23	139.34	39.58	0.00	0.00	-0.00	12.98
	21	-141.59	-27.28	-0.00	-0.00	0.00	-2.95
6	23	131.83	37.60	0.00	0.00	-0.00	11.14

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
	21	-134.08	-25.30	-0.00	-0.00	0.00	-1.71
7	23	114.50	36.08	0.00	0.00	-0.00	8.00
	21	-116.75	-23.78	-0.00	-0.00	0.00	0.98
8	23	109.50	34.75	0.00	0.00	-0.00	6.77
	21	-111.75	-22.45	-0.00	-0.00	0.00	1.81
9	23	112.90	38.35	0.00	0.00	-0.00	8.82
	21	-115.15	-26.05	-0.00	-0.00	0.00	0.83
1	25	186.94	67.33	0.00	0.00	-0.00	35.16
	23	-189.98	-51.94	-0.00	-0.00	0.00	-17.27
2	25	189.54	69.55	0.00	0.00	-0.00	37.01
	23	-192.58	-54.16	-0.00	-0.00	0.00	-18.45
3	25	121.53	61.28	0.00	0.00	-0.00	32.35
	23	-123.78	-49.88	-0.00	-0.00	0.00	-15.69
4	25	135.35	49.50	0.00	0.00	-0.00	25.33
	23	-137.60	-38.10	-0.00	-0.00	0.00	-12.19
5	25	137.09	50.98	0.00	0.00	-0.00	26.56
	23	-139.34	-39.58	-0.00	-0.00	0.00	-12.98
6	25	129.58	49.00	0.00	0.00	-0.00	24.13
	23	-131.83	-37.60	-0.00	-0.00	0.00	-11.14
7	25	112.25	47.48	0.00	0.00	-0.00	20.53
	23	-114.50	-36.08	-0.00	-0.00	0.00	-8.00
8	25	107.25	46.15	0.00	0.00	-0.00	18.91
	23	-109.50	-34.75	-0.00	-0.00	0.00	-6.77
9	25	110.55	49.53	0.00	0.00	-0.00	21.97
	23	-112.80	-38.13	-0.00	-0.00	0.00	-8.82
1	34	183.91	81.50	0.00	0.00	-0.00	57.49
	25	-186.94	-67.33	-0.00	-0.00	0.00	-35.16
2	34	186.50	83.72	0.00	0.00	-0.00	60.00
	25	-189.54	-69.55	-0.00	-0.00	0.00	-37.01
3	34	118.91	70.76	0.00	0.00	-0.00	52.00
	25	-121.16	-60.26	-0.00	-0.00	0.00	-32.35
4	34	133.10	60.00	0.00	0.00	-0.00	41.76
	25	-135.35	-49.50	-0.00	-0.00	0.00	-25.33



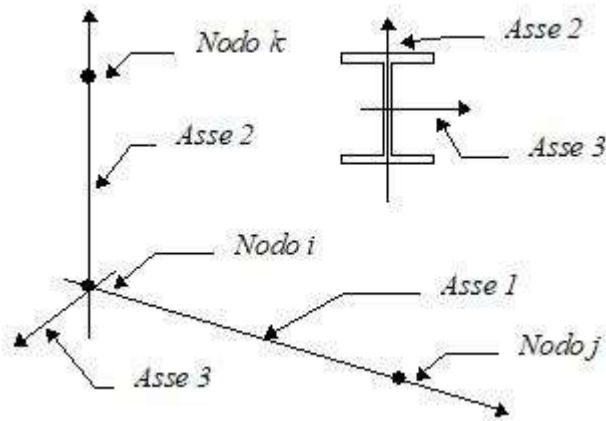
**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
5	34	134.84	61.48	0.00	0.00	-0.00	43.43
	25	-137.09	-50.98	-0.00	-0.00	0.00	-26.56
6	34	127.33	59.50	0.00	0.00	-0.00	40.40
	25	-129.58	-49.00	-0.00	-0.00	0.00	-24.13
7	34	110.00	57.98	0.00	0.00	-0.00	36.35
	25	-112.25	-47.48	-0.00	-0.00	0.00	-20.53
8	34	105.00	56.65	0.00	0.00	-0.00	34.33
	25	-107.25	-46.15	-0.00	-0.00	0.00	-18.91
9	34	108.21	59.77	0.00	0.00	-0.00	38.32
	25	-110.46	-49.27	-0.00	-0.00	0.00	-21.97

**12.9 AZIONI TRAVI DI FONDAZIONE**

Convenzioni adottate

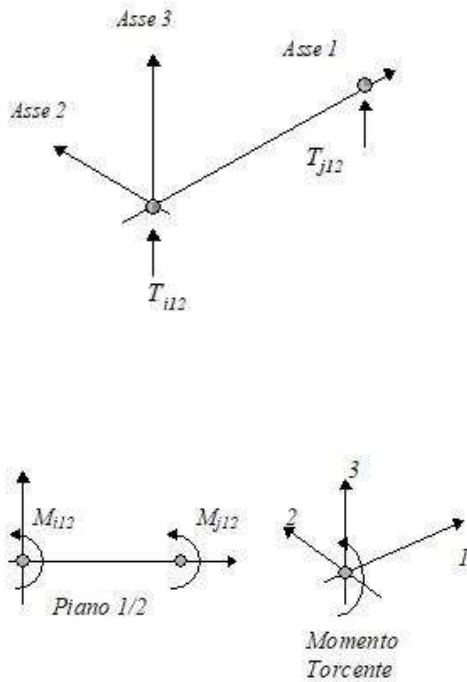
Le sollecitazioni nelle travi di fondazione sono da intendersi nel sistema di riferimento locale dell'elemento, e si riferiscono all'asta. L'orientamento della trave nello spazio è definito a mezzo del nodo K.



La terna di riferimento locale dell'asta è così disposta

Per quanto concerne i segni positivi assunti per le varie componenti di sollecitazione si assumono come positivi i versi e le sollecitazioni se così diretti:

**RELAZIONE DI CALCOLO**



La trave è da considerarsi appoggiata su un sottospazio elastico a comportamento bilatero (terreno alla Winkler).

Comb.	Nodo	Pressione [MPa]	Mt [kNm]	Taglio [kN]	MFlet. [kNm]
1	2	0.123	0.00	-73.48	-23.85
	1	0.123	-0.00	-0.00	0.00
2	2	0.121	0.00	-71.26	-23.05
	1	0.118	-0.00	-0.00	0.00
3	2	0.049	0.00	-21.83	-6.65
	1	0.031	-0.00	0.88	0.00
4	2	0.090	0.00	-53.39	-17.33
	1	0.089	-0.00	-0.00	0.00
5	2	0.088	0.00	-51.92	-16.80
	1	0.086	-0.00	-0.00	0.00
6	2	0.087	0.00	-51.19	-16.60
	1	0.086	-0.00	-0.00	0.00
7	2	0.077	0.00	-44.57	-14.43
	1	0.075	-0.00	-0.00	0.00
8	2	0.076	0.00	-44.09	-14.30
	1	0.075	0.00	-0.00	0.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	Pressione [MPa]	Mt [kNm]	Taglio [kN]	MFlet. [kNm]
9	2	0.070	0.00	-38.99	-12.55
	1	0.065	0.00	0.21	0.00
1	3	0.122	-0.00	98.90	-14.92
	2	0.123	0.00	-132.68	49.64
2	3	0.120	-0.00	101.18	-17.37
	2	0.121	0.00	-134.41	52.70
3	3	0.057	-0.00	70.27	-26.40
	2	0.049	0.00	-85.13	49.61
4	3	0.089	-0.00	71.79	-10.96
	2	0.090	0.00	-96.34	36.17
5	3	0.088	-0.00	73.31	-12.60
	2	0.088	0.00	-97.50	38.21
6	3	0.085	-0.00	69.17	-11.02
	2	0.087	0.00	-92.77	35.31
7	3	0.076	-0.00	61.33	-11.21
	2	0.077	0.00	-82.06	32.72
8	3	0.075	-0.00	58.57	-10.16
	2	0.076	0.00	-78.91	30.78
9	3	0.071	-0.00	61.14	-13.74
	2	0.070	0.00	-80.20	34.91
1	4	0.119	-0.00	65.84	9.77
	3	0.122	0.00	-98.90	14.92
2	4	0.118	-0.00	68.42	8.06
	3	0.120	0.00	-101.18	17.37
3	4	0.062	-0.00	54.36	-7.70
	3	0.057	0.00	-70.10	26.40
4	4	0.087	-0.00	47.76	6.96
	3	0.089	0.00	-71.79	10.96
5	4	0.086	-0.00	49.47	5.81
	3	0.088	0.00	-73.31	12.60
6	4	0.084	-0.00	46.05	6.25
	3	0.085	0.00	-69.17	11.02
7	4	0.075	-0.00	40.93	4.12

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	Pressione [MPa]	Mt [kNm]	Taglio [kN]	MFlet. [kNm]
	3	0.076	0.00	-61.33	11.21
8	4	0.073	-0.00	38.64	4.41
	3	0.075	0.00	-58.57	10.16
9	4	0.071	-0.00	42.13	1.74
	3	0.071	0.00	-61.09	13.74
1	5	0.117	-0.00	33.55	24.67
	4	0.119	0.00	-65.84	-9.77
2	5	0.117	-0.00	36.21	23.74
	4	0.118	0.00	-68.42	-8.06
3	5	0.067	-0.00	37.12	6.04
	4	0.062	0.00	-54.24	7.70
4	5	0.085	-0.00	24.29	17.75
	4	0.087	0.00	-47.76	-6.96
5	5	0.085	-0.00	26.06	17.13
	4	0.086	0.00	-49.47	-5.81
6	5	0.082	-0.00	23.44	16.66
	4	0.084	0.00	-46.05	-6.25
7	5	0.074	-0.00	20.92	13.38
	4	0.075	0.00	-40.93	-4.12
8	5	0.072	-0.00	19.18	13.07
	4	0.073	0.00	-38.64	-4.41
9	5	0.071	-0.00	23.18	11.53
	4	0.071	0.00	-42.10	-1.74
1	6	0.116	-0.00	1.70	29.95
	5	0.117	0.00	-33.55	-24.67
2	6	0.117	-0.00	4.24	29.80
	5	0.117	0.00	-36.21	-23.74
3	6	0.072	-0.00	18.52	14.41
	5	0.067	0.00	-37.06	-6.04
4	6	0.085	-0.00	1.13	21.56
	5	0.085	0.00	-24.29	-17.75
5	6	0.085	-0.00	2.83	21.46
	5	0.085	0.00	-26.06	-17.13

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	Pressione [MPa]	Mt [kNm]	Taglio [kN]	MFlet. [kNm]
6	6	0.082	-0.00	1.13	20.34
	5	0.082	0.00	-23.44	-16.66
7	6	0.073	-0.00	1.13	16.69
	5	0.074	0.00	-20.92	-13.38
8	6	0.071	-0.00	-0.00	15.94
	5	0.072	0.00	-19.18	-13.07
9	6	0.071	-0.00	4.14	15.64
	5	0.071	0.00	-23.17	-11.53
1	7	0.118	-0.00	-30.28	25.67
	6	0.116	0.00	-1.70	-29.95
2	7	0.119	-0.00	-28.03	26.25
	6	0.117	0.00	-4.24	-29.80
3	7	0.078	-0.00	-1.67	16.98
	6	0.072	0.00	-18.52	-14.41
4	7	0.086	-0.00	-22.11	18.42
	6	0.085	0.00	-1.13	-21.56
5	7	0.086	-0.00	-20.60	18.81
	6	0.085	0.00	-2.83	-21.46
6	7	0.083	-0.00	-21.26	17.33
	6	0.082	0.00	-1.13	-20.34
7	7	0.074	-0.00	-18.74	14.05
	6	0.073	0.00	-1.13	-16.69
8	7	0.072	-0.00	-19.18	13.07
	6	0.071	0.00	0.00	-15.94
9	7	0.073	-0.00	-15.26	13.98
	6	0.071	0.00	-4.14	-15.64
1	8	0.121	-0.00	-62.93	11.71
	7	0.118	0.00	30.28	-25.67
2	8	0.122	-0.00	-61.15	12.90
	7	0.119	0.00	28.03	-26.25
3	8	0.085	-0.00	-23.75	13.23
	7	0.078	0.00	1.61	-16.98
4	8	0.088	-0.00	-45.82	8.25

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	Pressione [MPa]	Mt [kNm]	Taglio [kN]	MFlet. [kNm]
	7	0.086	0.00	22.11	-18.42
5	8	0.089	-0.00	-44.63	9.04
	7	0.086	0.00	20.60	-18.81
6	8	0.085	-0.00	-44.11	7.54
	7	0.083	0.00	21.26	-17.33
7	8	0.076	-0.00	-38.99	5.41
	7	0.074	0.00	18.74	-14.05
8	8	0.073	-0.00	-38.64	4.41
	7	0.072	0.00	19.18	-13.07
9	8	0.076	-0.00	-35.33	6.42
	7	0.073	0.00	15.24	-13.98
1	9	0.124	-0.00	-96.63	-12.19
	8	0.121	0.00	62.93	-11.71
2	9	0.127	-0.00	-95.52	-10.56
	8	0.122	0.00	61.15	-12.90
3	9	0.093	-0.00	-47.94	2.54
	8	0.085	0.00	23.62	-13.23
4	9	0.090	-0.00	-70.28	-9.15
	8	0.088	0.00	45.82	-8.25
5	9	0.092	-0.00	-69.54	-8.06
	8	0.089	0.00	44.63	-9.04
6	9	0.087	-0.00	-67.66	-9.21
	8	0.085	0.00	44.11	-7.54
7	9	0.078	-0.00	-59.82	-9.40
	8	0.076	0.00	38.99	-5.41
8	9	0.075	-0.00	-58.57	-10.16
	8	0.073	0.00	38.64	-4.41
9	9	0.079	-0.00	-56.24	-7.29
	8	0.076	0.00	35.29	-6.42
1	10	0.127	-0.00	-131.38	-46.37
	9	0.124	0.00	96.63	12.19
2	10	0.131	-0.00	-131.16	-44.54
	9	0.127	0.00	95.52	10.56

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	Pressione [MPa]	Mt [kNm]	Taglio [kN]	MFlet. [kNm]
3	10	0.101	-0.00	-73.59	-15.75
	9	0.093	0.00	47.77	-2.54
4	10	0.092	-0.00	-95.47	-33.99
	9	0.090	0.00	70.28	9.15
5	10	0.095	-0.00	-95.33	-32.77
	9	0.092	0.00	69.54	8.06
6	10	0.089	-0.00	-91.91	-33.13
	9	0.087	0.00	67.66	9.21
7	10	0.079	-0.00	-81.20	-30.54
	9	0.078	0.00	59.82	9.40
8	10	0.076	-0.00	-78.91	-30.78
	9	0.075	0.00	58.57	10.16
9	10	0.082	-0.00	-77.80	-27.41
	9	0.079	0.00	56.19	7.29
1	11	0.129	-0.00	0.00	0.00
	10	0.127	-0.00	-76.83	25.03
2	11	0.134	0.00	0.00	0.00
	10	0.131	0.00	-79.64	26.01
3	11	0.117	0.00	-0.88	0.00
	10	0.101	0.00	-65.46	21.59
4	11	0.094	-0.00	0.00	0.00
	10	0.092	-0.00	-55.63	18.12
5	11	0.097	-0.00	0.00	0.00
	10	0.095	0.00	-57.50	18.77
6	11	0.090	-0.00	0.00	0.00
	10	0.089	-0.00	-53.42	17.39
7	11	0.079	-0.00	0.00	0.00
	10	0.079	-0.00	-46.81	15.21
8	11	0.075	-0.00	0.00	0.00
	10	0.076	-0.00	-44.09	14.30
9	11	0.084	-0.00	-0.21	0.00
	10	0.082	0.00	-49.00	15.97

## 13 ANALISI E VERIFICHE POZZETTO DI MONTE

### 13.1 PREMESSA

Nel presente capitolo si riportano le analisi e le verifiche strutturali effettuate nel pozzetto posto "lato monte" dell'attraversamento idraulico posto al km 3+835 lotto 1°. Il manufatto in progetto è costituito da dei setti in cemento armato gettato in opera di spessore 30cm. Le analisi e le verifiche sono state effettuate considerando il manufatto nella sua dimensione reale. Normativa di riferimento, caratteristiche dei materiali, criteri di progettazione e di calcolo, carichi e materiali sono i medesimi utilizzati per la verifica del tombino al netto delle modifiche geometriche e si omettono per brevità.

Di seguito si riporta la sezione trasversale studiata.

#### Geometria sezione trasversale

Altezza esterna	6,60 [m]
Larghezza esterna 1	3,60 [m]
Larghezza esterna 2	2,60[m]
Lunghezza mensola fondazione sinistra	0,00 [m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,00 [m]
Spessore muri laterali	0,30[m]
Spessore fondazione	0,30 [m]

### 13.2 CARATTERISTICHE TERRENI

Di seguito si riportano i parametri geotecnici utilizzati per le analisi.

- STRATO DI RINFIANCO

Descrizione	Rilevato	
Spessore dello strato	6,60	[m]
Peso di volume	20,00	[kN/m <sup>3</sup> ]
Angolo di attrito	35,00	[°]
Coesione	0,00	[MPa]

- STRATO DI FONDAZIONE

Descrizione	Formazione Ocm	
Spessore dello strato	10,00	[m]
Peso di volume	25,40	[kN/m <sup>3</sup> ]
Angolo di attrito	25,00	[°]
Coesione	0,200	[MPa]



### 13.3 RISULTATI DELL'ANALISI

#### 13.3.1 Dati di input modellazione

Elementi:

- Elemento a 4 nodi : 228

Lista materiali introdotti:

Materiale Numero	Info	Tipo	E [MPa]	$\nu$	$\alpha$ 1/[1/°C]	Peso Specifico [KN/m <sup>3</sup> ]
1	Calcestruzzo	Calcestruzzo	30000.000	0.12	0.000012	25.00
2	Acciaio	Acciaio	210000.003	0.33	0.000012	78.50

Lista terreni impiegati:

Numero	k Winkler [kg/cm <sup>3</sup> ]	E [MPa]	$\nu$	Commento
1	5.0	0.100	0.10	Default

Pilastro Lista sezioni introdotte:

Sezione	Materiale	Dimensioni [cm]	
1	1	B= 100 H= 30	Rett. Piedritti

Sezione	Area [mm <sup>2</sup> ]	Jx [cm <sup>4</sup> ]	Jy [cm <sup>4</sup> ]	Jxy [cm <sup>4</sup> ]	Jt [cm <sup>4</sup> ]	Xx	Xy
1	300000	225000	2500000	0	789387	1.2	1.2

Trave di fondazione Lista sezioni introdotte:

Sezione	Materiale	Dimensioni [cm]	
1	1	B= 100 H= 30	Rett. Soletta Terreno numero 1 Default

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Sezione	Area [mm <sup>2</sup> ]	Jx [cm <sup>4</sup> ]	Jy [cm <sup>4</sup> ]	Jxy [cm <sup>4</sup> ]	Jt [cm <sup>4</sup> ]	Xx	Xy
1	300000	225000	2500000	0	789387	1.2	1.2

Elemento a 4 nodi Lista sezioni introdotte:

Sez.	Mat.	Spessore [cm]		
1	1	s= 30 [cm]	Mesh isotropa PIEDRITTISigmaZ=0	
2	1	s= 30 [cm]	Mesh platea SOLETTASigmaZ=0	Terreno numero 1 Default

Normativa di riferimento Analisi condotta agli Stati Limite in accordo con il Testo Unico 2008

Tipo di analisi Statica + Dinamica senza condensazione

Numero di condizioni di carico ... : 10

Numero di combinazioni di carico . : 20

**Condizione**

1	G1k_Strutturale
2	G2.2k_Spinta a riposo
3	E_Spinta sismica+X SLV
4	E_Spinta sismica-X SLV
5	E_Spinta sismica+Y SLV
6	E_Spinta sismica-Y SLV
7	E_Spinta sismica+X SLO
8	E_Spinta sismica-X SLO
9	E_Spinta sismica+Y SLO
10	E_Spinta sismica-Y SLO
11	Sisma 0SLV
12	Sisma 90SLV
13	Sisma 180SLV
14	Sisma 270SLV
15	Sisma 0SLO
16	Sisma 90SLO

**RELAZIONE DI CALCOLO**

**Condizione**

17	Sisma 180SLO
18	Sisma 270SLO

Combinazioni di carico:

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

**Combinazione di carico numero**

1	SLU
---	-----

**Comb.\Cond 1 2**

1	1.3	1.3
---	-----	-----

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

**Combinazione di carico numero**

2	Sisma 0 / 90
3	Sisma 0 / 270
4	Sisma 90 / 0
5	Sisma 90 / 180
6	Sisma 180 / 90
7	Sisma 180 / 270
8	Sisma 270 / 0
9	Sisma 270 / 180

Comb.\Cond	1	2	3	4	5	6	11	12	13	14
2	1	1	1		0.3		1	0.3		
3	1	1	1			0.3	1			0.3
4	1	1	0.3		1		0.3	1		
5	1	1		0.3	1			1	0.3	
6	1	1		1	0.3			0.3	1	
7	1	1		1		0.3			1	0.3
8	1	1	0.3			1	0.3			1
9	1	1		0.3		1			0.3	1

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

10 RARA

**Comb.\Cond 1 2**

10 1 1

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

11 REQUENTE

**Comb.\Cond 1 2**

11 1 1

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

12 QUASI PERMANENTE

**Comb.\Cond 1 2**

12 1 1

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

**Combinazione di carico numero**

13 Sisma 0 / 90

14 Sisma 0 / 270

15 Sisma 90 / 0

16 Sisma 90 / 180

17 Sisma 180 / 90

18 Sisma 180 / 270

19 Sisma 270 / 0

20 Sisma 270 / 180

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.\Cond	1	2	7	8	9	10	15	16	17	18
13	1	1	1		0.3		1	0.3		
14	1	1	1			0.3	1			0.3
15	1	1	0.3		1		0.3	1		
16	1	1		0.3	1			1	0.3	
17	1	1		1	0.3			0.3	1	
18	1	1		1		0.3			1	0.3
19	1	1	0.3			1	0.3			1
20	1	1		0.3		1			0.3	1

Parametri di calcolo Analisi Dinamica

Spettro in accordo con TU 2008

- Tombino km 3+835 Lotto 1 Longitudine 14.6723 Latitudine 36.9623
- Tipo di Terreno B
- Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_T$ ) 1.0000
- Vita nominale della costruzione ( $V_N$ ) 50.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente  $C_U$  2.0
- Classe di duttilità impostata Non Dissipativa
- Fattore di struttura massimo, C, per sisma orizzontale 1.00 ( $q_0 = C \alpha_u / \alpha_1$ )
- Fattore di duttilità  $\alpha_u / \alpha_1$  per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza  $K_R$  1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti  $K_W$  1.00
- Fattore di struttura q per sisma orizzontale 1.00
- Fattore di struttura q per sisma verticale 1.00
- Smorzamento Viscoso ( 0.05 = 5% ) 0.05

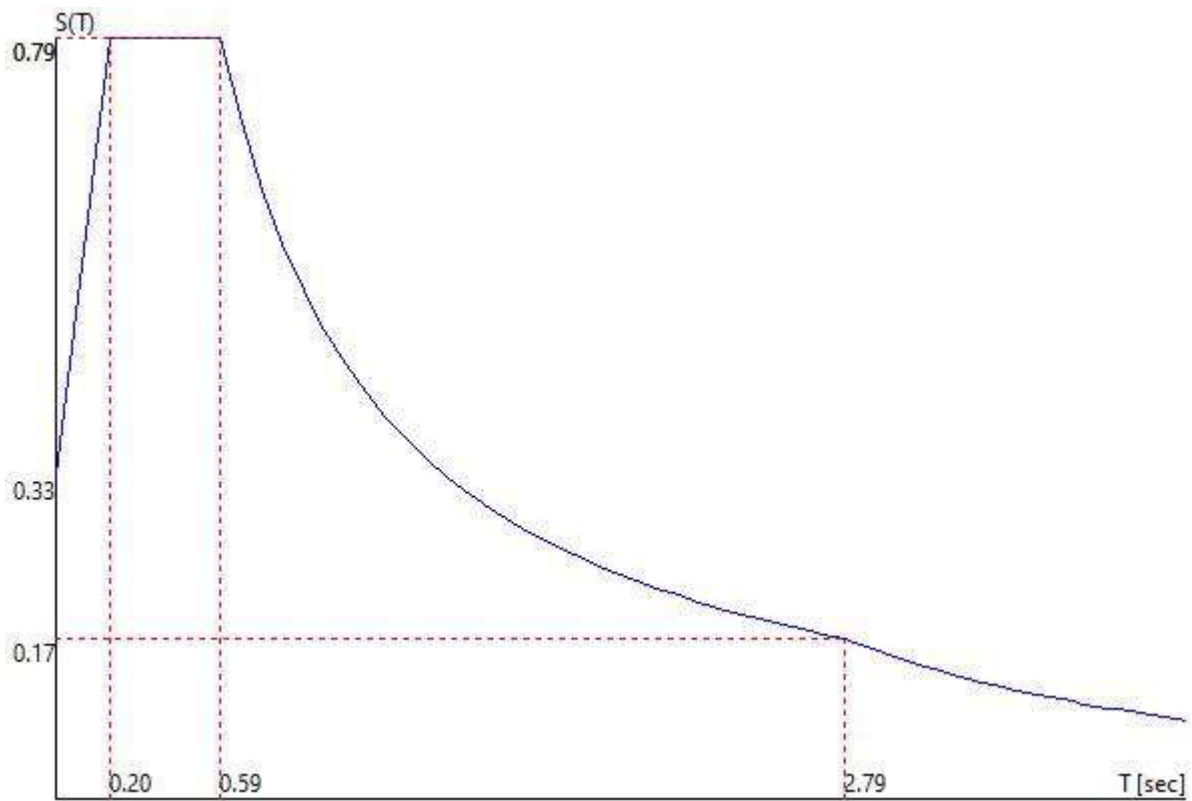
TU 2008 SLV H

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 10.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 949 (anni)
- $S_s$  1.119

**RELAZIONE DI CALCOLO**

- $T_B$  0.20 [sec]
- $T_C$  0.59 [sec]
- $T_D$  2.79 [sec]
- $a_g/g$  0.2976
- $F_o$  2.3603
- $T_C^*$  0.4554

TU 2008 SLV H



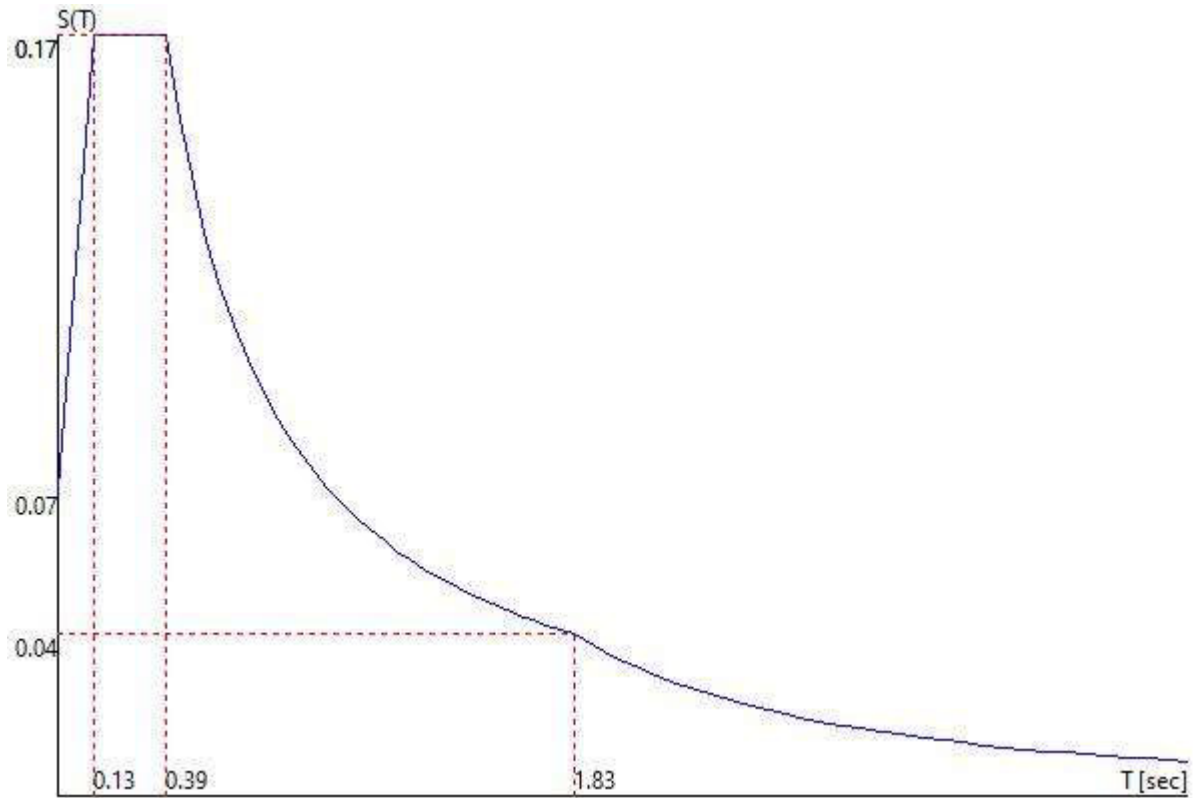
TU 2008 SLO H

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 81.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 60 (anni)
- $S_s$  1.200
- $T_B$  0.13 [sec]
- $T_C$  0.39 [sec]
- $T_D$  1.83 [sec]

**RELAZIONE DI CALCOLO**

- $a_g/g$  0.0568
- $F_0$  2.5062
- $T_c^*$  0.2700

TU 2008 SLO H



Fattori di partecipazione per il calcolo delle masse:

Condizione	Commento	Fattore di Partecipazione
1	G1k_Strutturale	1.000000
2	G2.2k_Spinta a riposo	0.000000
3	E_Spinta sismica+X SLV	0.000000
4	E_Spinta sismica-X SLV	0.000000
5	E_Spinta sismica+Y SLV	0.000000
6	E_Spinta sismica-Y SLV	0.000000
7	E_Spinta sismica+X SLO	0.000000
8	E_Spinta sismica-X SLO	0.000000
9	E_Spinta sismica+Y SLO	0.000000

10 E\_Spinta sismica-Y SLO 0.000000

Direzioni d'ingresso del Sisma

- SLV Direzione 1 Angolo in pianta 0.00 [°]
- SLV Direzione 2 Angolo in pianta 90.00 [°]
- SLV Direzione 3 Angolo in pianta 180.00 [°]
- SLV Direzione 4 Angolo in pianta 270.00 [°]
- SLO Direzione 5 Angolo in pianta 0.00 [°]
- SLO Direzione 6 Angolo in pianta 90.00 [°]
- SLO Direzione 7 Angolo in pianta 180.00 [°]
- SLO Direzione 8 Angolo in pianta 270.00 [°]

**Percentuale della massa di piano utilizzata per la valutazione delle azioni dovute ad eccentricità  
addizionali del centro di massa 100.0%**  
Calcolo svolto **NON** tenendo conto delle capacità taglianti/flessionali ridotte delle sezioni. Revisione del  
progetto 9

Carichi applicati agli elementi

Convenzioni adottate

I carichi applicati vengono raccolti nella tabella riportata alla fine del paragrafo e si intendono applicati  
nel sistema di riferimento locale dell'elemento.

Per la lettura della tabella si definiscono:

NodoI, NodoJ

I nodi iniziale/finale dell'asta o lato dell'elemento cui afferisce il carico

L

La distanza fra i suddetti nodi.

$q_{xi}, \dots, q_{xj}$

Le componenti di un carico distribuito costante o variabile linearmente iniziali (indice i) e finale (indice  
j).

$x_i, x_j$

Le distanze, misurate a partire dal NodoI, dei punti di applicazione dei carichi  $q_{xi}..q_{xj}$  relativi a carichi  
distribuiti applicati su porzioni di un'asta.

$P_x, \dots, P_z \times App$

Le componenti di un Carico Concentrato applicato a distanza  $x_{App}$  dal NodoI.



**RELAZIONE DI CALCOLO**

$M_x, \dots, M_z$  xApp

Le componenti di una Coppia Concentrata applicata a distanza xApp dal Nodol.

Var Termica Assiale, ..., Var Termica Farfalla 13

Le variazioni termiche (Assiali ed a Farfalla) misurate in gradi Celsius.

$m_{xi}, \dots, m_{zj}$

Le componenti di coppie distribuite costanti o variabili lineramente iniziali (indice i) e finale (indice j).

$qS_x, qS_y, qS_z$

carichi, per unità di superficie, applicati su elementi superficiali o facce di elementi solidi

Peso Proprio

Il valore del carico derivante dal peso proprio dell'elemento

Carichi distribuiti

Elemento	Condizione di carico	Nodi	L [m]	$x_i$ [m]	$q_{xi}$ [KN/m]	$q_{yi}$ [KN/m]	$q_{zi}$ [KN/m]	$x_j$ [m]	$q_{xj}$ [KN/m]	$q_{yj}$ [KN/m]	$q_{zj}$ [KN/m]	$qS_x$ [KN/m <sup>2</sup> ]	$qS_y$ [KN/m <sup>2</sup> ]	$qS_z$ [KN/m <sup>2</sup> ]
24 322	6											0.00	0.00	-40.00
	10											0.00	0.00	-8.00
	1											0.00	-7.50	0.00
57 323	6											0.00	0.00	-40.00
	10											0.00	0.00	-8.00
	1											0.00	-7.50	0.00
56 324	6											0.00	0.00	-40.00
	10											0.00	0.00	-8.00
	1											0.00	-7.50	0.00
55 325	6											0.00	0.00	-40.00
	10											0.00	0.00	-8.00
	1											0.00	-7.50	0.00
54 326	6											0.00	0.00	-40.00
	10											0.00	0.00	-8.00
	1											0.00	-7.50	0.00
53 302	6											0.00	0.00	-40.00
	10											0.00	0.00	-8.00
	1											0.00	-7.50	0.00
300 19	1											0.00	0.00	-7.50
299 42	1											0.00	0.00	-7.50
298 41	1											0.00	0.00	-7.50
297 40	1											0.00	0.00	-7.50
296 39	1											0.00	0.00	-7.50
283 38	1											0.00	0.00	-7.50
295 221	1											0.00	0.00	-7.50
286 292	1											0.00	0.00	-7.50

**RELAZIONE DI CALCOLO**

285 291	1	0.00	0.00	-7.50
152 223	1	0.00	0.00	-7.50
151 290	1	0.00	0.00	-7.50
150 289	1	0.00	0.00	-7.50
149 288	1	0.00	0.00	-7.50
148 287	1	0.00	0.00	-7.50
21 286	1	0.00	0.00	-7.50
288 294	1	0.00	0.00	-7.50
287 293	1	0.00	0.00	-7.50
294 300	1	0.00	0.00	-7.50
293 299	1	0.00	0.00	-7.50
292 298	1	0.00	0.00	-7.50
291 297	1	0.00	0.00	-7.50
284 296	1	0.00	0.00	-7.50
290 222	1	0.00	0.00	-7.50
289 295	1	0.00	0.00	-7.50
321 327	2	0.00	0.00	-10.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
322 328	2	0.00	0.00	-10.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
323 329	2	0.00	0.00	-10.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
324 330	2	0.00	0.00	-10.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
325 331	2	0.00	0.00	-10.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
326 303	2	0.00	0.00	-10.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

320 332	2	0.00	0.00	-10.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
327 333	2	0.00	0.00	-10.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
328 334	2	0.00	0.00	-10.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
329 335	2	0.00	0.00	-10.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
330 336	2	0.00	0.00	-10.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
331 304	2	0.00	0.00	-10.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
319 337	2	0.00	0.00	-20.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
332 338	2	0.00	0.00	-20.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
333 339	2	0.00	0.00	-20.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
334 340	2	0.00	0.00	-20.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

335 341	2	0.00	0.00	-20.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
336 305	2	0.00	0.00	-20.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
318 342	2	0.00	0.00	-20.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
337 343	2	0.00	0.00	-20.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
338 344	2	0.00	0.00	-20.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
339 345	2	0.00	0.00	-20.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
340 346	2	0.00	0.00	-20.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
341 306	2	0.00	0.00	-20.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
317 347	2	0.00	0.00	-31.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
342 348	2	0.00	0.00	-31.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

343 349	2	0.00	0.00	-31.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
344 350	2	0.00	0.00	-31.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
345 351	2	0.00	0.00	-31.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
346 307	2	0.00	0.00	-31.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
316 352	2	0.00	0.00	-31.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
347 353	2	0.00	0.00	-31.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
348 354	2	0.00	0.00	-31.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
349 355	2	0.00	0.00	-31.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
350 356	2	0.00	0.00	-31.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
351 308	2	0.00	0.00	-31.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

22 391	5	0.00	0.00	-40.00
	9	0.00	0.00	-8.00
	1	-7.50	0.00	0.00
313 367	2	0.00	0.00	-51.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
315 357	2	0.00	0.00	-41.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
352 358	2	0.00	0.00	-41.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
353 359	2	0.00	0.00	-41.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
354 360	2	0.00	0.00	-41.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
355 361	2	0.00	0.00	-41.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
356 309	2	0.00	0.00	-41.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
314 362	2	0.00	0.00	-41.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
357 363	2	0.00	0.00	-41.00
	6	0.00	0.00	-40.00
	10	0.00	0.00	-8.00
	1	0.00	-7.50	0.00
362 368	2	0.00	0.00	-51.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	6		0.00	0.00	-40.00
	10		0.00	0.00	-8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
358 364	2		0.00	0.00	-41.00
	6		0.00	0.00	-40.00
	10		0.00	0.00	-8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
363 369	2		0.00	0.00	-51.00
	6		0.00	0.00	-40.00
	10		0.00	0.00	-8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
359 365	2		0.00	0.00	-41.00
	6		0.00	0.00	-40.00
	10		0.00	0.00	-8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
364 370	2		0.00	0.00	-51.00
	6		0.00	0.00	-40.00
	10		0.00	0.00	-8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
365 371	2		0.00	0.00	-51.00
	6		0.00	0.00	-40.00
	10		0.00	0.00	-8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
366 311	2		0.00	0.00	-51.00
	6		0.00	0.00	-40.00
	10		0.00	0.00	-8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
312 38	2		0.00	0.00	-51.00
	6		0.00	0.00	-40.00
	10		0.00	0.00	-8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
367 39	2		0.00	0.00	-51.00
	6		0.00	0.00	-40.00
	10		0.00	0.00	-8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
368 40	2		0.00	0.00	-51.00
	6		0.00	0.00	-40.00
	10		0.00	0.00	-8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
369 41	2		0.00	0.00	-51.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	6		0.00	0.00	-40.00
	10		0.00	0.00	-8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
370 42	2		0.00	0.00	-51.00
	6		0.00	0.00	-40.00
	10		0.00	0.00	-8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
371 19	2		0.00	0.00	-51.00
	6		0.00	0.00	-40.00
	10		0.00	0.00	-8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
360 366	2		0.00	0.00	-41.00
	6		0.00	0.00	-40.00
	10		0.00	0.00	-8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
361 310	2		0.00	0.00	-41.00
	6		0.00	0.00	-40.00
	10		0.00	0.00	-8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
372 392	2		0.00	0.00	-10.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
373 393	2		0.00	0.00	-10.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
374 394	2		0.00	0.00	-20.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
375 395	2		0.00	0.00	-20.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
376 396	2		0.00	0.00	-31.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
377 397	2		0.00	0.00	-31.00



**RELAZIONE DI CALCOLO**

	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
167 401	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
391 402	2		0.00	0.00	-10.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
392 403	2		0.00	0.00	-10.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
393 404	2		0.00	0.00	-20.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
394 405	2		0.00	0.00	-20.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
395 406	2		0.00	0.00	-31.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
396 407	2		0.00	0.00	-31.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
166 411	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
380 400	2		0.00	0.00	-51.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
381 148	2		0.00	0.00	-51.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	1		-7.50	0.00	0.00
378 398	2		0.00	0.00	-41.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
379 399	2		0.00	0.00	-41.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
401 412	2		0.00	0.00	-10.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
402 413	2		0.00	0.00	-10.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
403 414	2		0.00	0.00	-20.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
404 415	2		0.00	0.00	-20.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
405 416	2		0.00	0.00	-31.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
406 417	2		0.00	0.00	-31.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
165 421	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
399 410	2		0.00	0.00	-51.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

400 149	2	0.00	0.00	-51.00
	5	0.00	0.00	-40.00
	9	0.00	0.00	-8.00
	1	-7.50	0.00	0.00
397 408	2	0.00	0.00	-41.00
	5	0.00	0.00	-40.00
	9	0.00	0.00	-8.00
	1	-7.50	0.00	0.00
398 409	2	0.00	0.00	-41.00
	5	0.00	0.00	-40.00
	9	0.00	0.00	-8.00
	1	-7.50	0.00	0.00
411 422	2	0.00	0.00	-10.00
	5	0.00	0.00	-40.00
	9	0.00	0.00	-8.00
	1	-7.50	0.00	0.00
412 423	2	0.00	0.00	-10.00
	5	0.00	0.00	-40.00
	9	0.00	0.00	-8.00
	1	-7.50	0.00	0.00
413 424	2	0.00	0.00	-20.00
	5	0.00	0.00	-40.00
	9	0.00	0.00	-8.00
	1	-7.50	0.00	0.00
414 425	2	0.00	0.00	-20.00
	5	0.00	0.00	-40.00
	9	0.00	0.00	-8.00
	1	-7.50	0.00	0.00
415 426	2	0.00	0.00	-31.00
	5	0.00	0.00	-40.00
	9	0.00	0.00	-8.00
	1	-7.50	0.00	0.00
416 427	2	0.00	0.00	-31.00
	5	0.00	0.00	-40.00
	9	0.00	0.00	-8.00
	1	-7.50	0.00	0.00
164 431	5	0.00	0.00	-40.00
	9	0.00	0.00	-8.00
	1	-7.50	0.00	0.00
409 420	2	0.00	0.00	-51.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
410 150	2		0.00	0.00	-51.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
407 418	2		0.00	0.00	-41.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
408 419	2		0.00	0.00	-41.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
421 432	2		0.00	0.00	-10.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
422 433	2		0.00	0.00	-10.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
423 434	2		0.00	0.00	-20.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
424 435	2		0.00	0.00	-20.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
425 436	2		0.00	0.00	-31.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
426 437	2		0.00	0.00	-31.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
163 390	5		0.00	0.00	-40.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
431 389	2		0.00	0.00	-10.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
432 388	2		0.00	0.00	-10.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
433 387	2		0.00	0.00	-20.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
434 386	2		0.00	0.00	-20.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
435 385	2		0.00	0.00	-31.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
436 384	2		0.00	0.00	-31.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
18 441	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
218 442	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
219 443	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
220 302	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
390 444	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	40.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
441 445	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
442 446	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
443 303	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
389 447	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
444 448	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
445 449	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
446 304	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
388 450	2		0.00	0.00	20.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
447 451	2		0.00	0.00	20.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
448 452	2		0.00	0.00	20.00
	3		0.00	0.00	40.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
449 305	2		0.00	0.00	20.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
387 453	2		0.00	0.00	20.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
450 454	2		0.00	0.00	20.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
451 455	2		0.00	0.00	20.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
452 306	2		0.00	0.00	20.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
386 456	2		0.00	0.00	31.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
453 457	2		0.00	0.00	31.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
454 458	2		0.00	0.00	31.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
455 307	2		0.00	0.00	31.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
385 459	2		0.00	0.00	31.00
	3		0.00	0.00	40.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
456 460	2		0.00	0.00	31.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
457 461	2		0.00	0.00	31.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
458 308	2		0.00	0.00	31.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
378 474	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
377 475	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
376 476	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
375 477	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
374 478	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
373 479	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
372 255	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
419 430	2		0.00	0.00	-51.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
420 151	2		0.00	0.00	-51.00



**RELAZIONE DI CALCOLO**

	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
429 440	2		0.00	0.00	-51.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
430 152	2		0.00	0.00	-51.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
439 153	2		0.00	0.00	-51.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
440 17	2		0.00	0.00	-51.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
382 468	2		0.00	0.00	51.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
417 428	2		0.00	0.00	-41.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
418 429	2		0.00	0.00	-41.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
427 438	2		0.00	0.00	-41.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
428 439	2		0.00	0.00	-41.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
437 383	2		0.00	0.00	-41.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
438 382	2		0.00	0.00	-41.00
	5		0.00	0.00	-40.00
	9		0.00	0.00	-8.00
	1		-7.50	0.00	0.00
384 462	2		0.00	0.00	41.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
459 463	2		0.00	0.00	41.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
460 464	2		0.00	0.00	41.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
461 309	2		0.00	0.00	41.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
383 465	2		0.00	0.00	41.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
462 466	2		0.00	0.00	41.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
465 469	2		0.00	0.00	51.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
466 470	2		0.00	0.00	51.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
467 311	2		0.00	0.00	51.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
153 223	2		0.00	0.00	51.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
468 222	2		0.00	0.00	51.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
469 221	2		0.00	0.00	51.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
470 19	2		0.00	0.00	51.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
463 467	2		0.00	0.00	41.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
464 310	2		0.00	0.00	41.00
	3		0.00	0.00	40.00
	7		0.00	0.00	8.00
	1		0.00	-7.50	0.00
473 480	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
474 481	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
475 482	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
476 483	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
477 484	4		0.00	0.00	-40.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
478 485	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
479 256	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
472 486	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
480 487	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
481 488	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
482 489	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
483 490	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
484 491	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
485 257	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
471 316	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
486 317	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
487 318	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
488 319	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	1		7.50	0.00	0.00
489 320	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
490 321	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00
491 24	4		0.00	0.00	-40.00
	8		0.00	0.00	-8.00
	1		7.50	0.00	0.00

**13.3.2 Rappresentazione grafica modellazione**

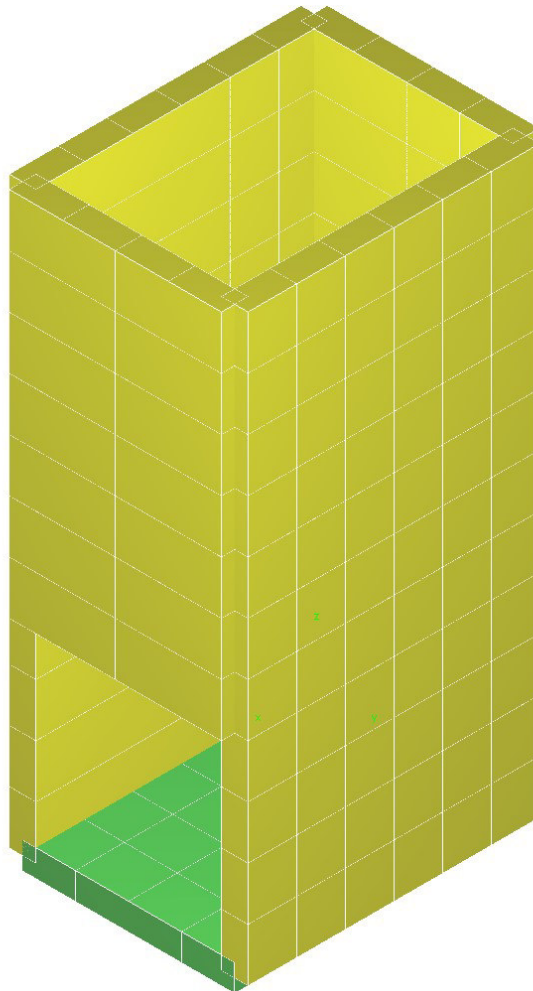


Figura 13-1"Rappresentazione grafica del modello di calcolo"

**RELAZIONE DI CALCOLO**

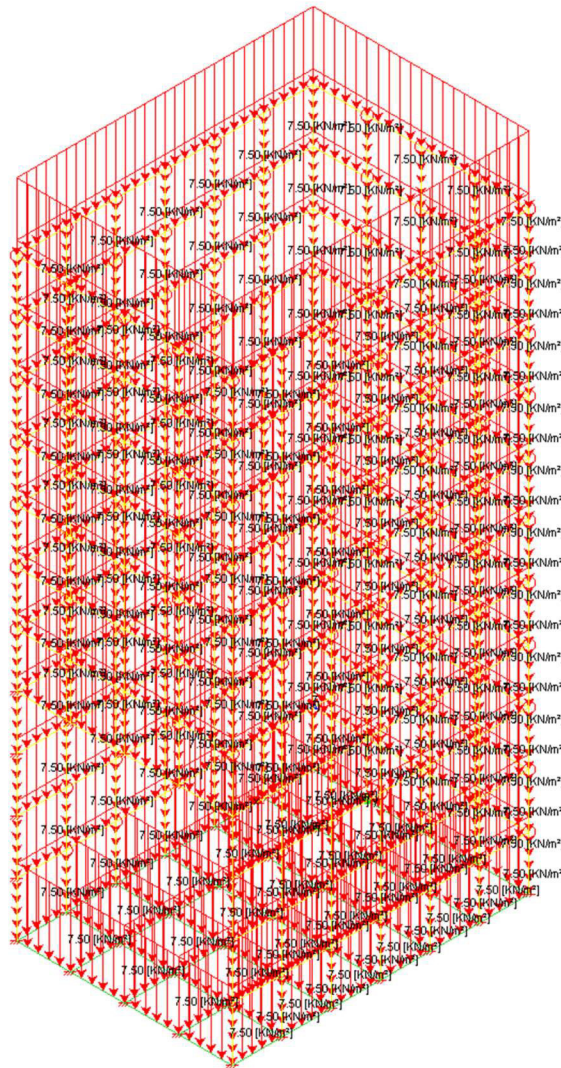


Figura 13-2 "Condizione Gk1"



**RELAZIONE DI CALCOLO**

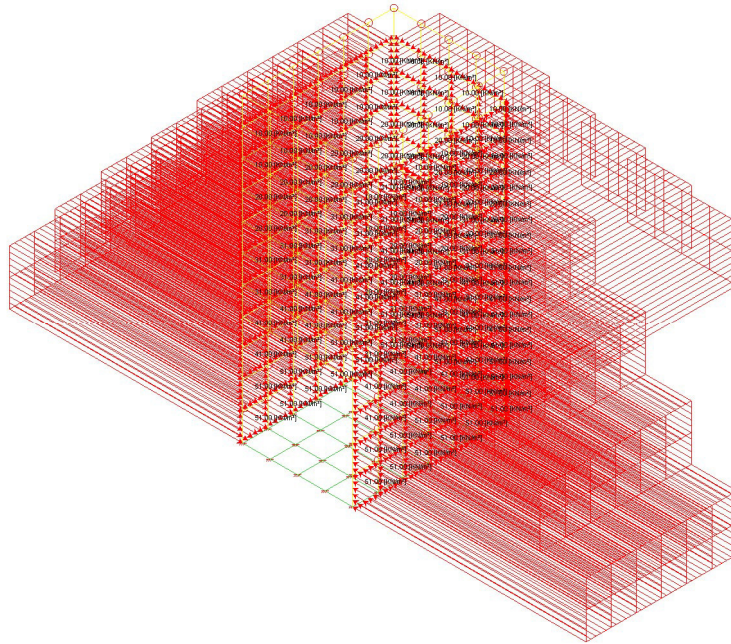


Figura 13-3"Condizione Gk2.1"

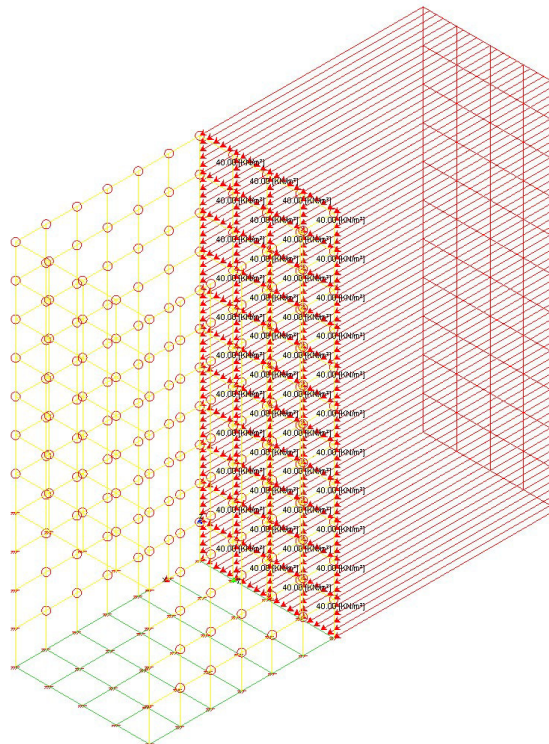


Figura 13-4"Esempio condizione sovrappinta sismica terreno, E+x\_SLV"

**13.3.3 Risultati sollecitazioni**

Si riportano i risultati grafici dell'analisi agli elementi finiti. I valori massimi delle caratteristiche delle sollecitazioni saranno utilizzati per le successive verifiche.

**RELAZIONE DI CALCOLO**

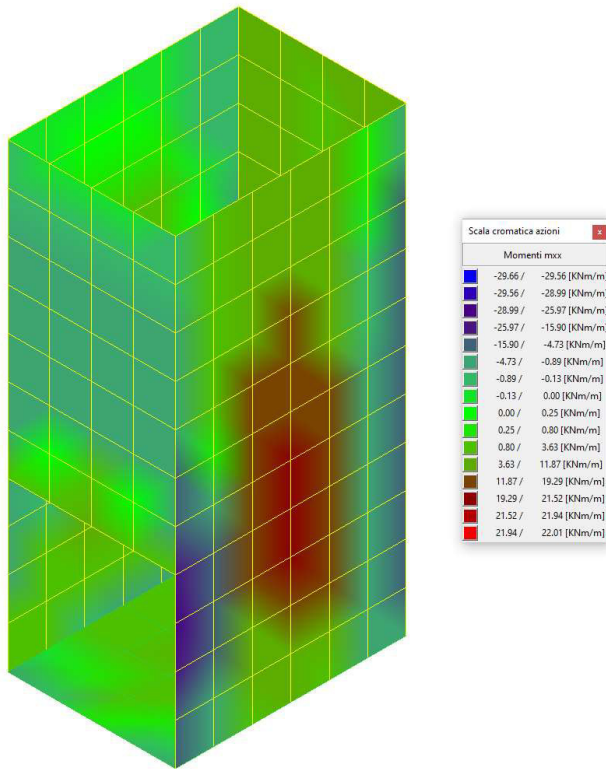


Figura 13-5"Inviluppo momenti flettenti mxx"

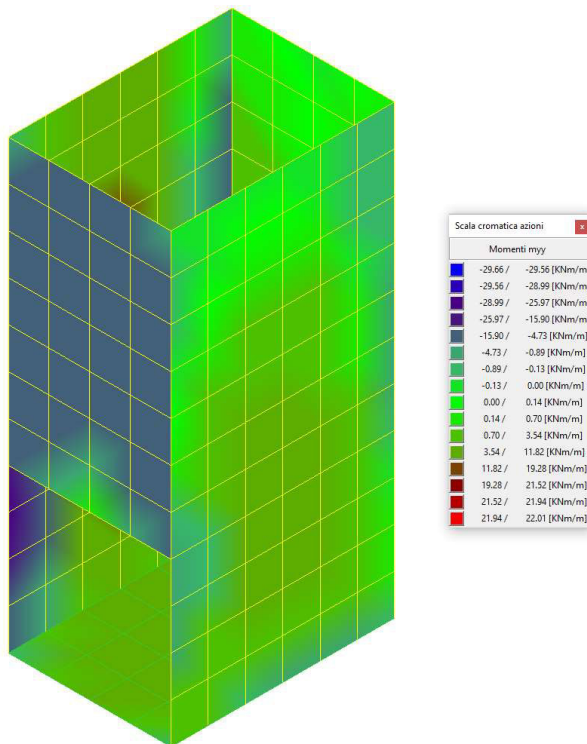


Figura 13-6"Inviluppo momenti flettenti myy"



**RELAZIONE DI CALCOLO**

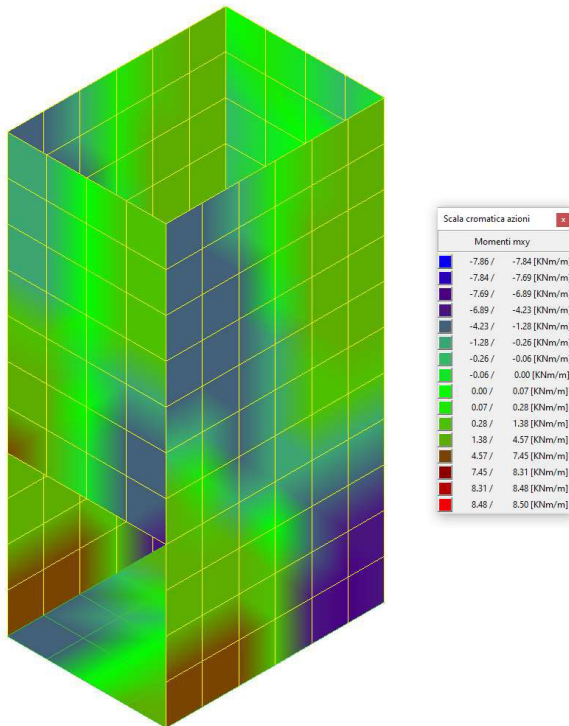


Figura 13-7"Inviluppo momento flettenti mxy"

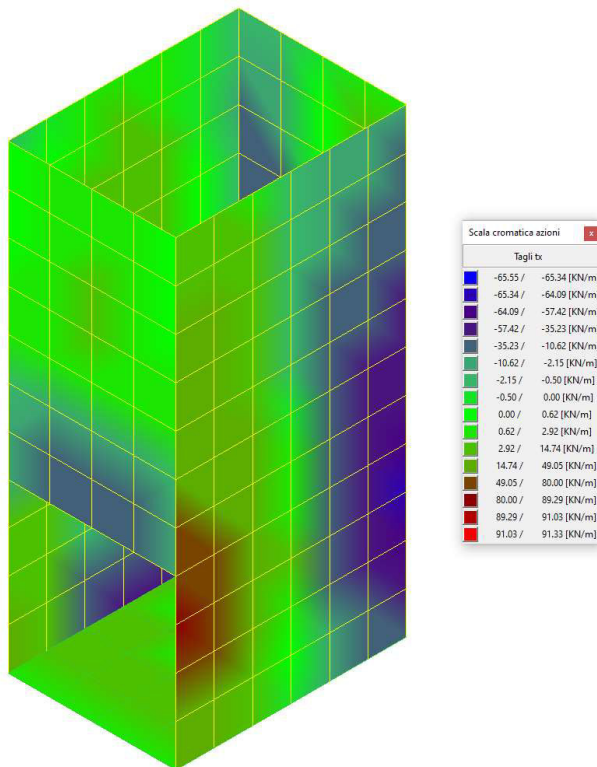


Figura 13-8"Inviluppo taglio vx"

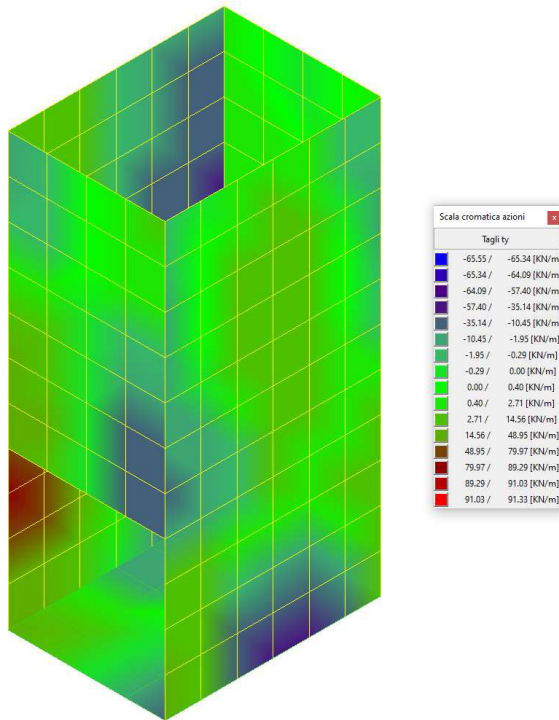


Figura 13-9"Inviluppo taglio vy"

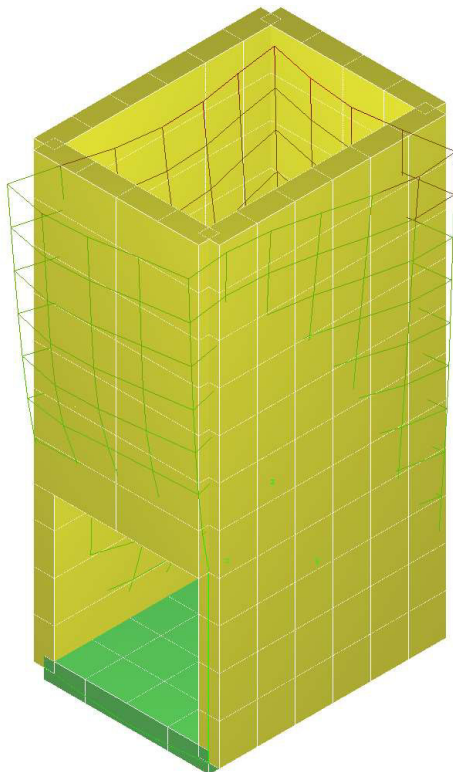


Figura 13-10"Spostamento sisma +X SLV"

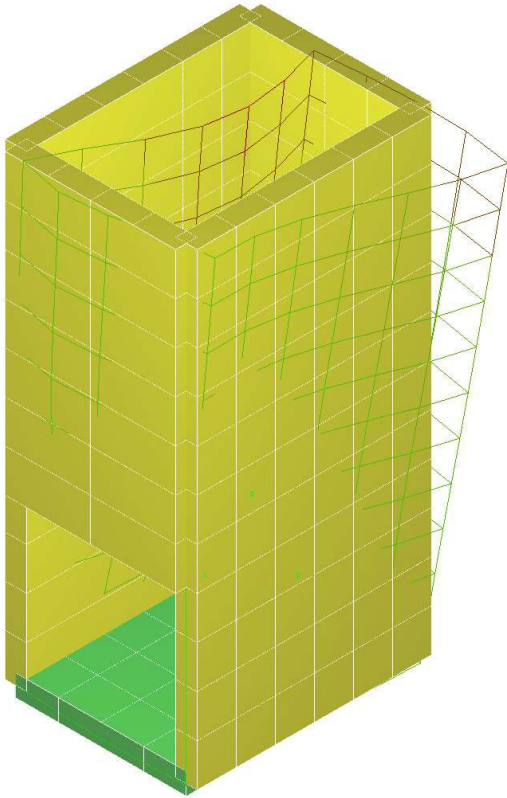


Figura 13-11 "Spostamento sisma +Y SLV"

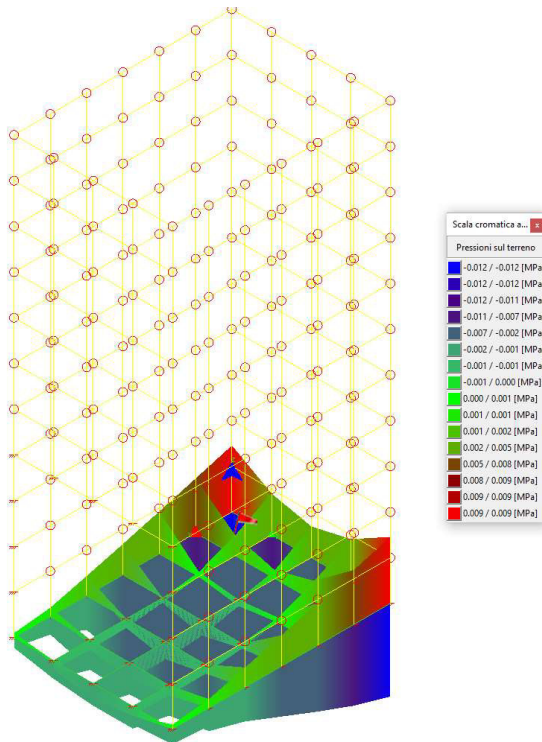


Figura 13-12 "Inviluppo pressioni terreno"

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 21 148 286 285	1	0.000
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 292 293 298 297	1	0.006

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 152 17 223 290	4	-0.009
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 152 17 223 290	9	0.012

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 21 148 286 285	10	0.000
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 292 293 298 297	10	0.004

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 21 148 286 285	11	0.000
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 292 293 298 297	11	0.004

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 21 148 286 285	12	0.000
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 292 293 298 297	12	0.004

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 152 17 223 290	15	-0.000
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 289 290 295 294	17	0.005

**13.3.4 Verifiche strutturali**

Verifiche lastre/piastre

Modalità di verifica

Gli elementi lastra/piastra possono essere distinti in due categorie in funzione dello stato di sollecitazione:

elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione semplice (flessione o tensionale a membrana);

elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione misto (flessionale e tensionale a membrana).

Le verifiche per stato di sollecitazione semplice sono svolte proiettando le armature lungo le direzioni principali e effettuando la verifica a flessione retta/membrana lungo tali direzioni.

Per gli elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione misto, le direzioni principali variano, lungo lo sviluppo  $z$  dell'elemento, in modo continuo. Il codice di verifica procede a:

suddivisione dell'elemento in strati di 1 cm di spessore;

valutazione, per ogni strato, del corrispondente stato di deformazione e tensione membranale;

ricostruzione, per sovrapposizione dei vari strati membranali, del comportamento globale dell'elemento soggetto allo stato misto di presso-flessione.

L'Utente può definire delle sezioni trasversali, per le quali le sollecitazioni sono valutate mediando integrazione sulla lunghezza della sezione

Nella determinazione della matrice di rigidezza degli strati di cls, si assume:

Metodo T.A.: il calcestruzzo in compressione è assunto indefinitamente elastico lineare mentre, in trazione, si può assumere (opzionalmente) che sia in grado di assumere una trazione compresa fra 0 e  $f_{ct}$ , essendo  $f_{ct}$  la resistenza a trazione del calcestruzzo definita dall'EC2;

Metodo S.L.U.: il metodo impiegato è quello noto come MCFT acronimo di "Modified Compression Field Method", sviluppato presso l'Università di Toronto da Collins e Del Vecchio a partire dagli anni '80. Il metodo, nella forma implementata, assume per la curva monoassiale tensione-deformazioni del cls quanto previsto dall'EC2;

La verifica a punzonamento può essere condotta considerando o non considerando autoequilibrate le tensioni nel terreno sotto il cono di punzonamento. L'angolo di diffusione è fissato dall'utente.

I copriferri indicati sono da intendersi riferiti al centro delle barre resistenti.

Simbologia utilizzata T.A.:

$\sigma_{amm}$

Tensione ammissibile

$\sigma_{amm,Trazione}$

Tensione ammissibile di trazione cls

$\sigma_{cls,1}$

Tensione cls direzione 1

$\sigma_{cls,2}$

Tensione cls direzione 2

$\sigma_{acciaio,1}$

Tensione acciaio direzione 1

$\sigma_{acciaio,2}$

Tensione acciaio direzione 2

$cf_{x,Eq}$

Copriferro in direzione x

**Af<sub>x</sub>**

Armatura in direzione x

**cf<sub>y,Eq</sub>**

Copriferro in direzione y

**Af<sub>y</sub>**

Armatura in direzione y

**N<sub>x</sub>, N<sub>y</sub>, N<sub>xy</sub>, M<sub>xx</sub>, M<sub>yy</sub>, M<sub>xy</sub>**

Componenti di sollecitazione esterna

**N<sub>11</sub>, N<sub>22</sub>, M<sub>11</sub>, M<sub>22</sub>, M<sub>12</sub>**

Componenti di sollecitazione principali

**α**

Angolo direzioni principali

**d**

Distanza a cui è calcolato il perimetro critico

**τ<sub>b,0</sub>**

Tensione ammissibile a taglio elementi privi di armatura a taglio

**τ<sub>b,1</sub>**

Tensione ammissibile a taglio elementi con armatura a taglio

**N, M<sub>x</sub>, M<sub>y</sub>**

Sollecitazione esterna verifica a punzonamento

**τ**

Tensione tangenziale massima

Simbologia utilizzata S.L.:

**f<sub>yd</sub>**

Tensione di snervamento di progetto barre armatura

**ε<sub>ud</sub>**

Deformazione uniforme ultima

**ε<sub>yd</sub>**

Deformazione al limite di snervamento

**f<sub>ck</sub>**

Resistenza cilindrica caratteristica

**f<sub>cd</sub>**

Tensione di calcolo a compressione di base

**ε<sub>c2</sub>**

Deformazione limite elastico

**ε<sub>y</sub>**

Deformazione limite ultimo

**f<sub>ctd</sub>**



Tensione di calcolo a trazione di progetto

$\epsilon_{ctd}$

Deformazione al limite di trazione

$E_{cm}$

Modulo elastico

$cf_{x,Eq}$

Copriferro in direzione x

$Af_x$

Armatura in direzione x

$cf_{y,Eq}$

Copriferro in direzione y

$Af_y$

Armatura in direzione y

$N_x, N_y, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}$

Componenti di sollecitazione esterna

$N_{11}, N_{22}, M_{11}, M_{22}, M_{12}$

Componenti di sollecitazione principali

$\alpha$

Angolo direzioni principali

$Cr$

Coefficiente rottura  $S_D/S_R$

$\epsilon_x$

Deformazione acciaio direzione x

$\epsilon_y$

Deformazione acciaio direzione y

$\epsilon_{min}$

Deformazione minima cls

$\epsilon_{max}$

Deformazione massima cls

$\theta_{max}$

Angolo direzioni principali di deformazione

$\sigma_{amm}$

Tensione ammissibile S.L.E. di riferimento

$\sigma_x$

Tensione nelle barre nello S.L.E. di riferimento in direzione x

$\sigma_y$

Tensione nelle barre nello S.L.E. di riferimento in direzione y

$\sigma_{c,Max}$

Tensione massima nel cls nello S.L.E. di riferimento

**d**

Distanza a cui è calcolato il perimetro critico

**C<sub>Rd,c</sub>**

Coefficiente taglio resistente elementi privi di armatura a taglio

**V<sub>Ed</sub>, M<sub>xEd</sub>, M<sub>yEd</sub>**

Sollecitazione esterna verifica a punzonamento

**B<sub>x</sub>, B<sub>y</sub>**

Dimensioni perimetro critico

**β**

Angolo diffusione tensioni

**v<sub>Ed</sub>**

Tensione tangenziale sull'area critica

**ρ**

Rapporto meccanico di armatura

**V<sub>Rd,c</sub>**

Taglio resistente elementi privi di armatura

## MURO D'ALA MONTE

Impostazioni di verifica

Curva  $\sigma/\epsilon$  Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{c_d,soft} = f_{c_d} \cdot 0.9 / \sqrt{1 + 400 \epsilon_t}$  (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{c_d,biaxial} = f_{c_d} (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2 / \alpha = \epsilon_c 1 / \epsilon_c 2$  (EC2 Ponti 6.110)

Curva  $\sigma/\epsilon$  Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 390 444

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

<b>f<sub>yd</sub></b> <b>[MPa]</b>	<b>ε<sub>yd</sub>‰</b>	<b>ε<sub>ud</sub>‰</b>
391.304	1.86	67.00

Calcestruzzo C32/40



**RELAZIONE DI CALCOLO**

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

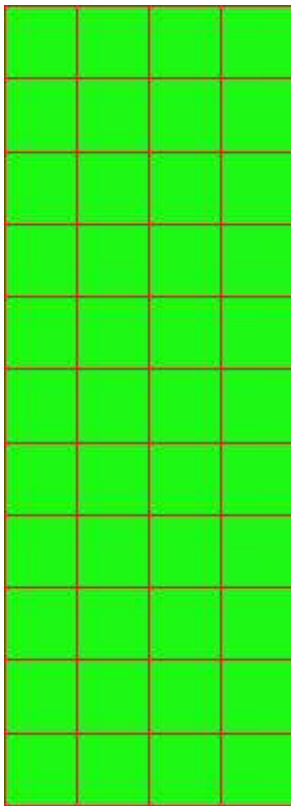
Azioni di verifica combinazione 8 (0.30 0.90 [m])

$M_{xx}$	21.51	[KNm/m]	$M_{11}$	21.58	[KNm/m]
$M_y$	2.28	[KNm/m]	$M_{22}$	2.21	[KNm/m]
$M_{xy}$	-1.16	[KNm/m]	$\alpha$	-3.43	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta$ [°]
0.16	Estradosso	12.501	0.405	16.772	-0.019	-10.34
	Intradosso	0.293	0.024	-0.030	-3.500	82.28

**RELAZIONE DI CALCOLO**



RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

V

erifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 384 462

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

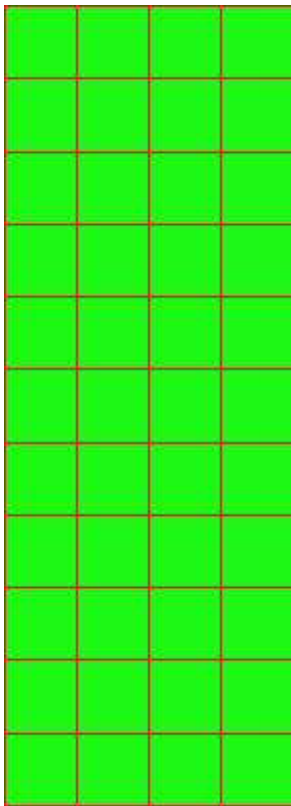
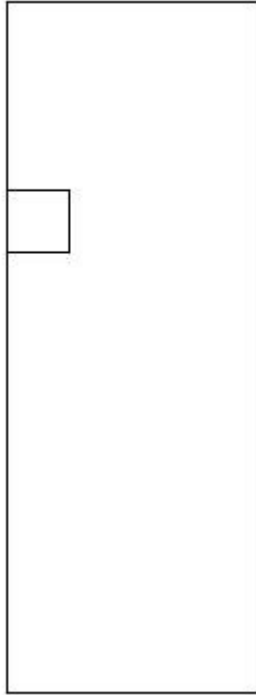
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 10 (0.30 4.50 [m])

$M_{xx}$	12.63	[KNm/m]	$M_{11}$	12.80	[KNm/m]
$M_y$	1.43	[KNm/m]	$M_{22}$	1.26	[KNm/m]
$M_{xy}$	1.39	[KNm/m]	$\alpha$	6.96	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.04	Estradosso	5.179	0.585	0.000	7.83		
	Intradosso	-5.179	-0.585	-0.823	-82.17		



RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 384 462

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

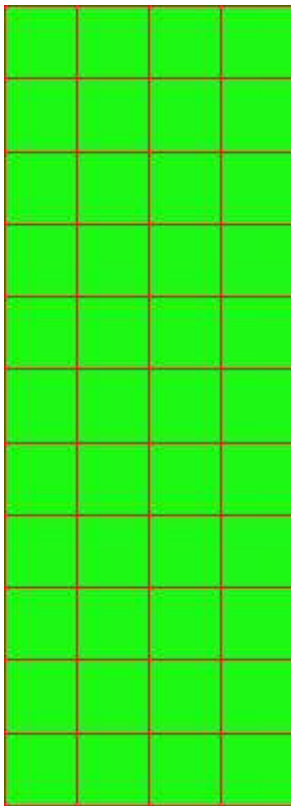
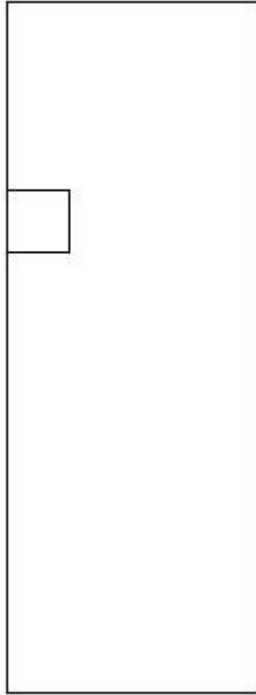
Azioni di verifica combinazione 11 (0.30 4.50 [m])

$M_{xx}$	12.63	[KNm/m]	$M_{11}$	12.80	[KNm/m]
$M_y$	1.43	[KNm/m]	$M_{22}$	1.26	[KNm/m]
$M_{xy}$	1.39	[KNm/m]	$\alpha$	6.96	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.03	Estradosso	5.179	0.585	0.000	7.83		
	Intradosso	-5.179	-0.585	-0.823	-82.17		

**RELAZIONE DI CALCOLO**



MANDATARIA:

MANDANTI:

RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 384 462

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$w_{Max}$ mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

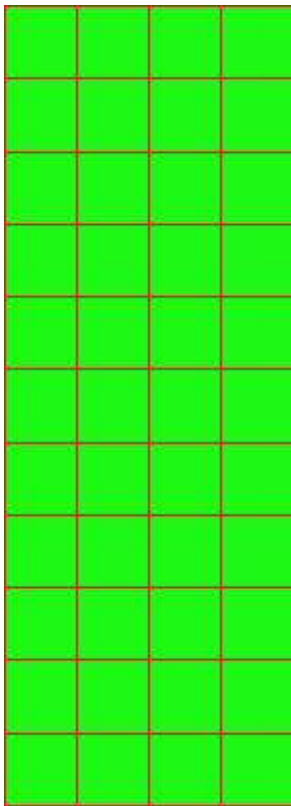
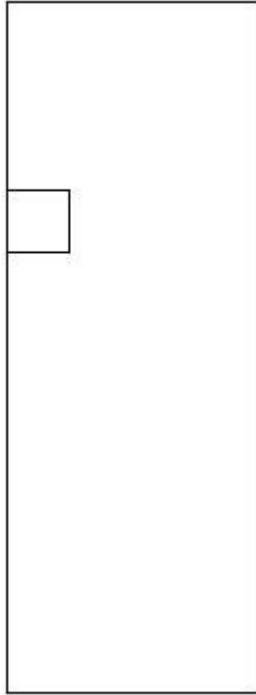
Azioni di verifica combinazione 12 (0.30 4.50 [m])

$M_{xx}$	12.63	[KNm/m]	$M_{11}$	12.80	[KNm/m]
$M_y$	1.43	[KNm/m]	$M_{22}$	1.26	[KNm/m]
$M_{xy}$	1.39	[KNm/m]	$\alpha$	6.96	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.06	Estradosso	5.179	0.585	0.000	7.83	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	-5.179	-0.585	-0.823	-82.17	NON Fessurato	0.000

**RELAZIONE DI CALCOLO**



MANDATARIA:

MANDANTI:



30 % 70 % 100 % 110 %

### PLATEA FONDAZIONE

Impostazioni di verifica

Curva  $\sigma/\epsilon$  Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{c,d,soft} = f_{c,d} \cdot 0.9 / \sqrt{1+400 \epsilon t}$  (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{c,d,biaxial} = f_{c,d} (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2$  /  $\alpha = \epsilon_{c1} / \epsilon_{c2}$  (EC2 Ponti 6.110)

Curva  $\sigma/\epsilon$  Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 150 289

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$
391.304	1.86	67.00

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 2 H=300.0 [mm]

#### Estradosso

#### Intradosso

$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
--------------------------------	---------------------	--------------------------------	---------------------	--------------------------------	---------------------	--------------------------------	---------------------

**RELAZIONE DI CALCOLO**

1571 50.0 1571 50.0 1571 50.0 1571 50.0

Azioni di verifica combinazione 5 (1.92 0.30 [m])

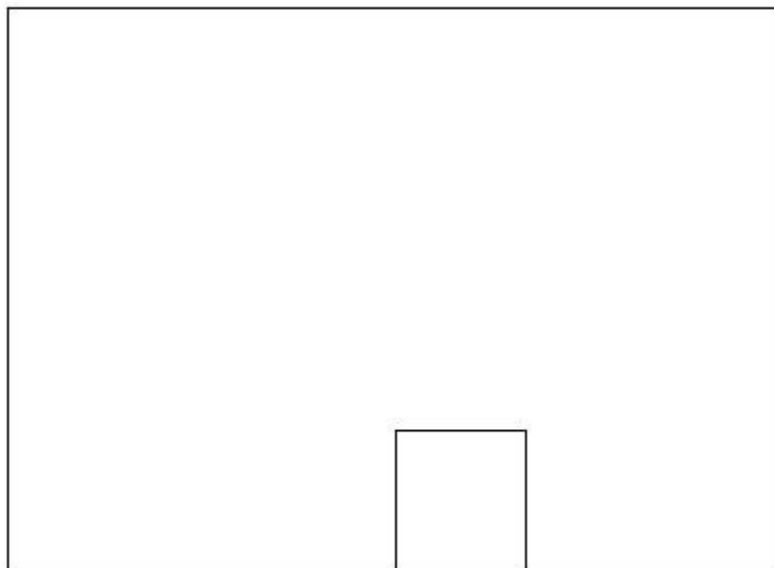
$M_{xx}$  4.61 [KNm/m]  $M_{11}$  4.56 [KNm/m]

$M_y$  18.74 [KNm/m]  $M_{22}$  18.78 [KNm/m]

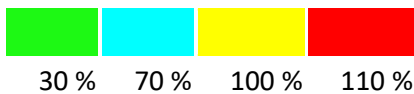
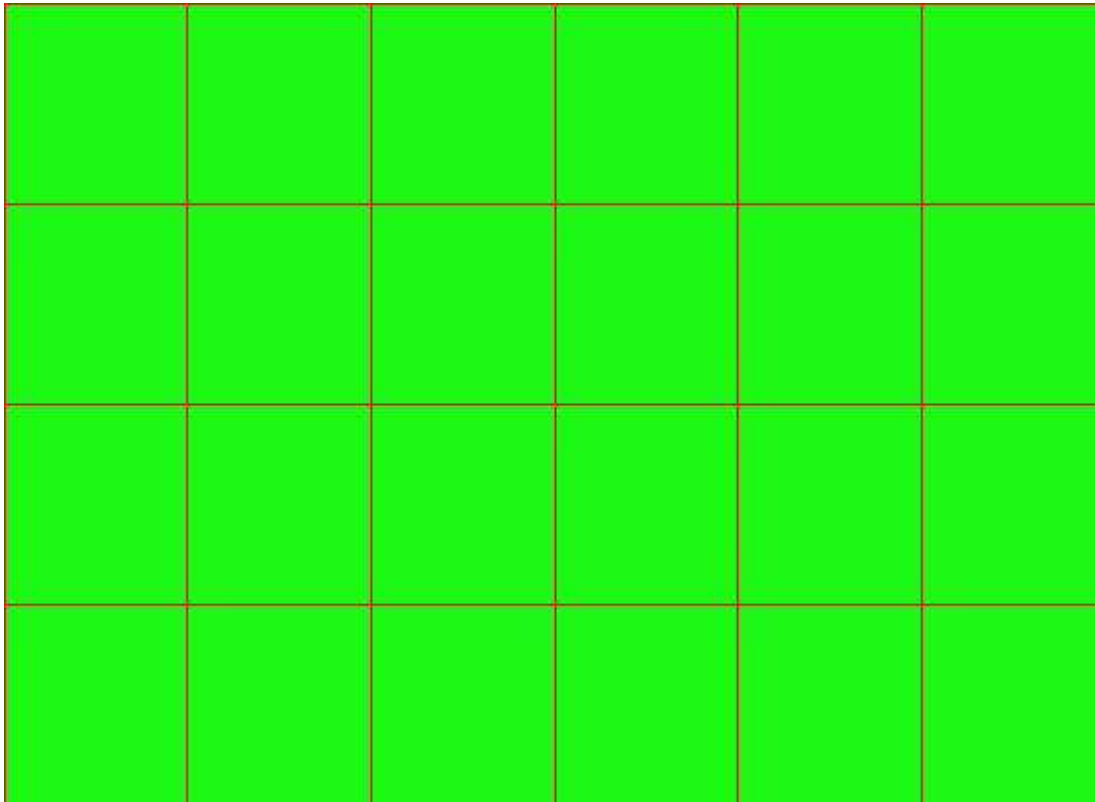
$M_{xy}$  -0.76 [KNm/m]  $\alpha$  3.06 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x$ ‰	$\epsilon_y$ ‰	$\epsilon_{min}$ ‰	$\epsilon_{max}$ ‰	$\theta$ [°]
0.14	Estradosso	0.540	12.739	17.200	0.027	-78.54
	Intradosso	-0.000	0.359	-0.089	-3.500	8.59



**RELAZIONE DI CALCOLO**



Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 298 41

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 2 H=300.0 [mm]

**Estradosso**

**Intradosso**

**RELAZIONE DI CALCOLO**

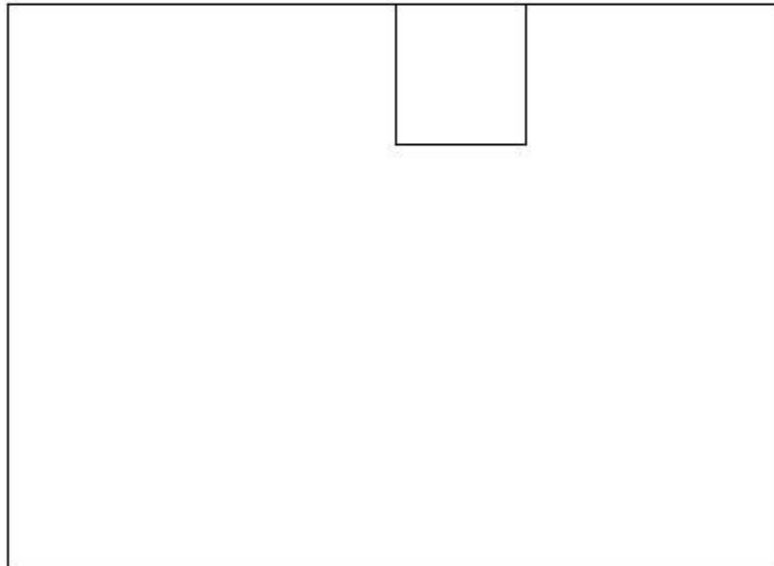
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 10 (1.92 2.10 [m])

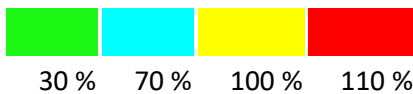
$M_{xx}$	2.57	[KNm/m]	$M_{11}$	2.44	[KNm/m]
$M_y$	8.19	[KNm/m]	$M_{22}$	8.32	[KNm/m]
$M_{xy}$	-0.85	[KNm/m]	$\alpha$	8.37	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.03	Estradosso	1.053	3.360	0.000	-80.60		
	Intradosso	-1.053	-3.360	-0.598	9.40		



**RELAZIONE DI CALCOLO**

Verifiche SLE Frequenti *Flessione* elemento nodi 298 41

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 2 H=300.0 [mm]

**Estradosso**

**Intradosso**

$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
--------------------------------	---------------------	--------------------------------	---------------------	--------------------------------	---------------------	--------------------------------	---------------------

**RELAZIONE DI CALCOLO**

1571 50.0 1571 50.0 1571 50.0 1571 50.0

Azioni di verifica combinazione 11 (1.92 2.10 [m])

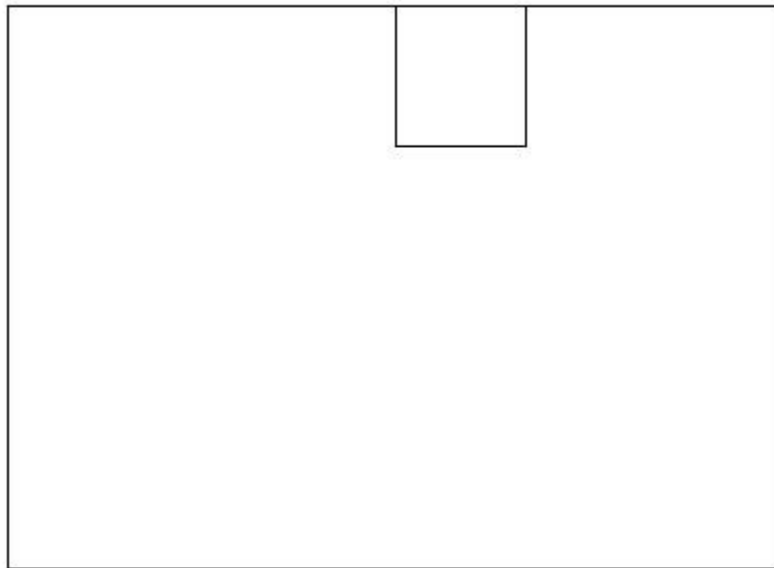
$M_{xx}$  2.57 [KNm/m]  $M_{11}$  2.44 [KNm/m]

$M_y$  8.19 [KNm/m]  $M_{22}$  8.32 [KNm/m]

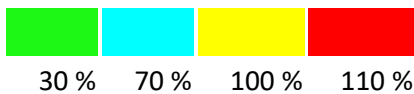
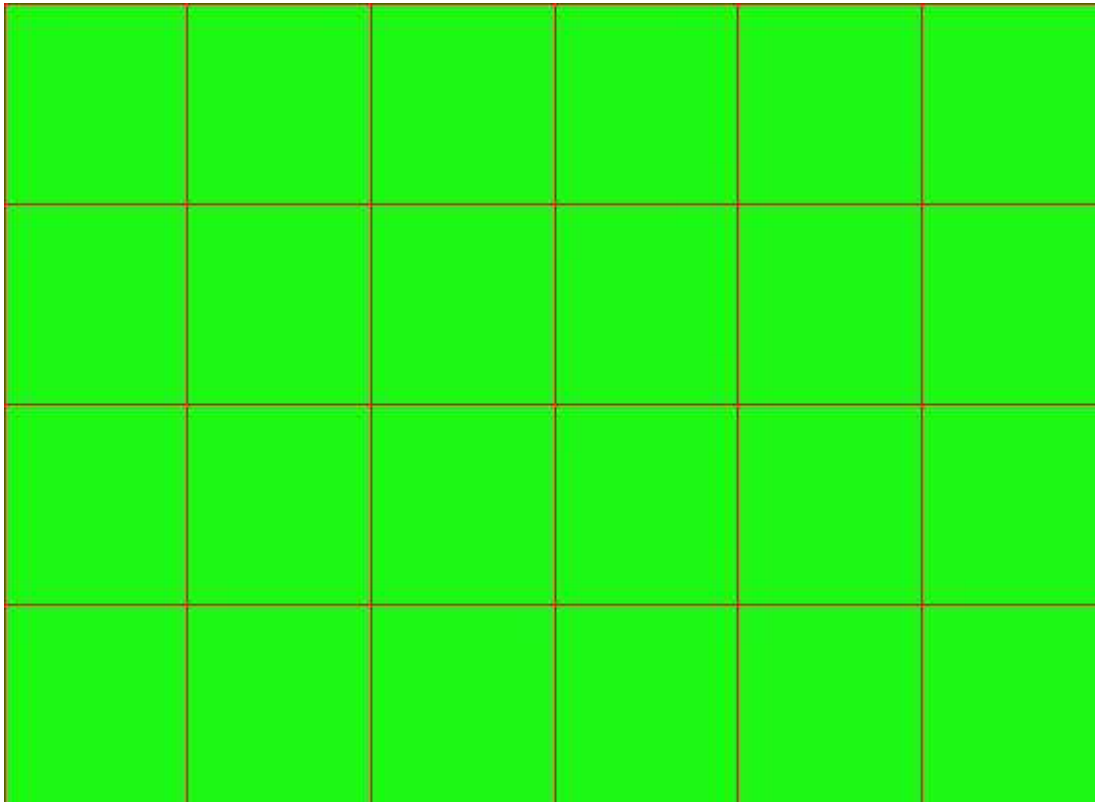
$M_{xy}$  -0.85 [KNm/m]  $\alpha$  8.37 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.02	Estradosso	1.053	3.360	0.000	-80.60		
	Intradosso	-1.053	-3.360	-0.598	9.40		



**RELAZIONE DI CALCOLO**



Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 298 41

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$w_{Max}$ mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 2 H=300.0 [mm]

**Estradosso**

**Intradosso**

RELAZIONE DI CALCOLO

$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 12 (1.92 2.10 [m])

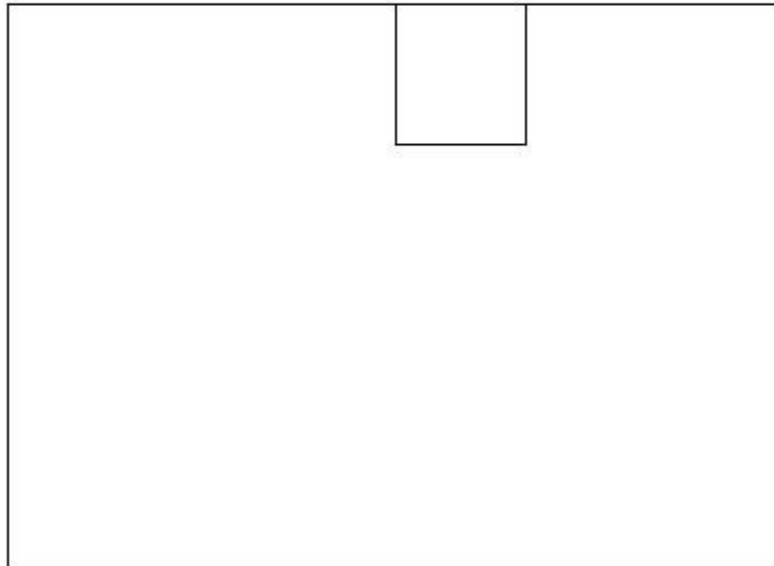
$M_{xx}$  2.57 [KNm/m]  $M_{11}$  2.44 [KNm/m]

$M_y$  8.19 [KNm/m]  $M_{22}$  8.32 [KNm/m]

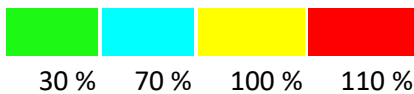
$M_{xy}$  -0.85 [KNm/m]  $\alpha$  8.37 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.04	Estradosso	1.053	3.360	0.000	-80.60	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	-1.053	-3.360	-0.598	9.40	NON Fessurato	0.000





**MURO D'ALA DESTRA**

Impostazioni di verifica

Curva  $\sigma/\epsilon$  Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{c_d,soft} = f_{c_d} \cdot 0.9 / \sqrt{1+400 \epsilon t}$  (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{c_d,biaxial} = f_{c_d} ( 1 + 3.8 \alpha ) / ( 1.0 + \alpha )^2 / \alpha = \epsilon c1 / \epsilon c2$  (EC2 Ponti 6.110)

Curva  $\sigma/\epsilon$  Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 378 398

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

**RELAZIONE DI CALCOLO**

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$
391.304	1.86	67.00

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

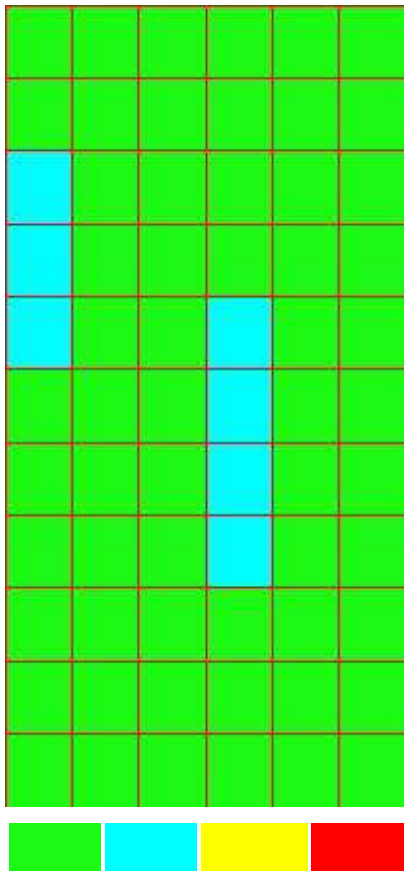
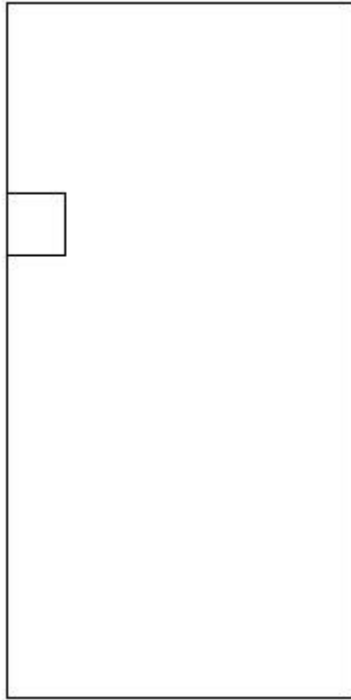
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 5 (0.27 4.50 [m])

$M_{xx}$	62.88	[KNm/m]	$M_{11}$	-9.51	[KNm/m]
$M_y$	10.55	[KNm/m]	$M_{22}$	-63.93	[KNm/m]
$M_{xy}$	-7.45	[KNm/m]	$\alpha$	7.95	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta$ [°]
0.48	Estradosso	12.190	0.938	17.119	-0.092	-15.93
	Intradosso	0.304	0.063	-0.032	-3.500	77.13



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 378 398

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

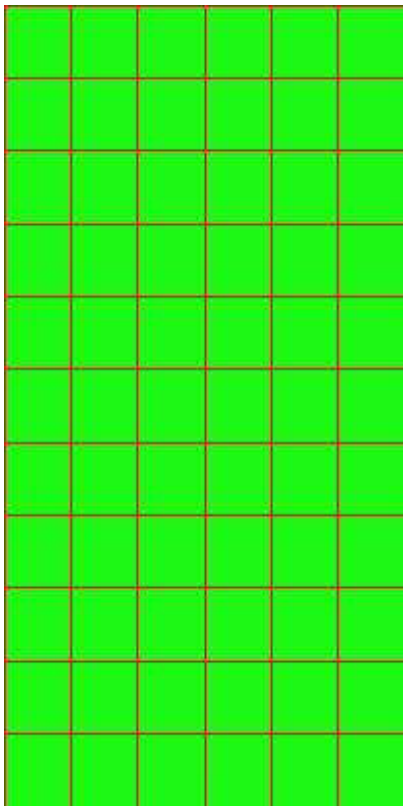
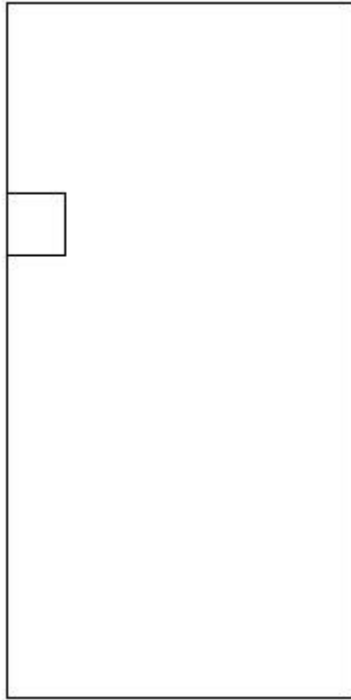
Azioni di verifica combinazione 10 (0.27 4.50 [m])

$M_{xx}$	22.81	[KNm/m]	$M_{11}$	-3.04	[KNm/m]
$M_y$	3.14	[KNm/m]	$M_{22}$	-22.90	[KNm/m]
$M_{xy}$	-1.36	[KNm/m]	$\alpha$	3.93	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.08	Estradosso	9.353	1.286	0.000	-4.43		
	Intradosso	-9.353	-1.286	-1.505	85.57		

**RELAZIONE DI CALCOLO**



MANDATARIA:

MANDANTI:

RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 378 398

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

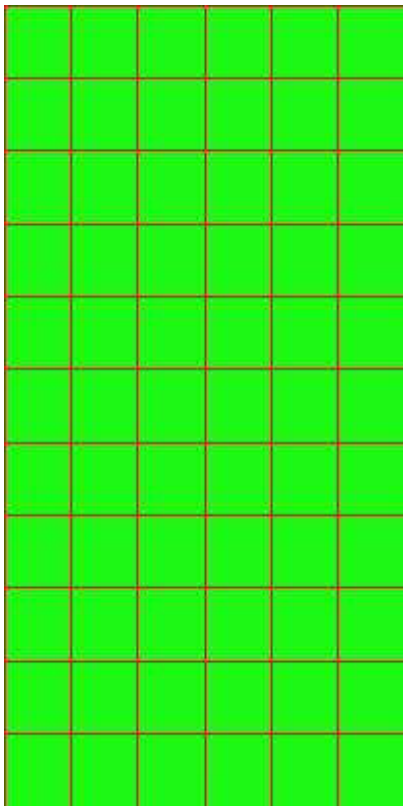
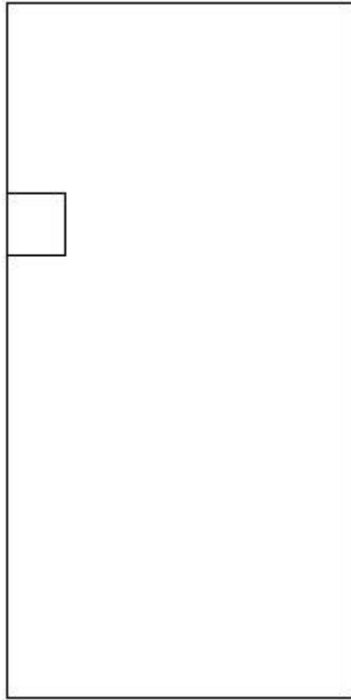
Azioni di verifica combinazione 11 (0.27 4.50 [m])

$M_{xx}$	22.81	[KNm/m]	$M_{11}$	-3.04	[KNm/m]
$M_y$	3.14	[KNm/m]	$M_{22}$	-22.90	[KNm/m]
$M_{xy}$	-1.36	[KNm/m]	$\alpha$	3.93	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.05	Estradosso	9.353	1.286	0.000	-4.43		
	Intradosso	-9.353	-1.286	-1.505	85.57		

**RELAZIONE DI CALCOLO**



MANDATARIA:

MANDANTI:

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 378 398

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$w_{Max}$ mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

**Estradosso**

**Intradosso**

$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 12 (0.27 4.50 [m])

$M_{xx}$  22.81 [KNm/m]  $M_{11}$  -3.04 [KNm/m]

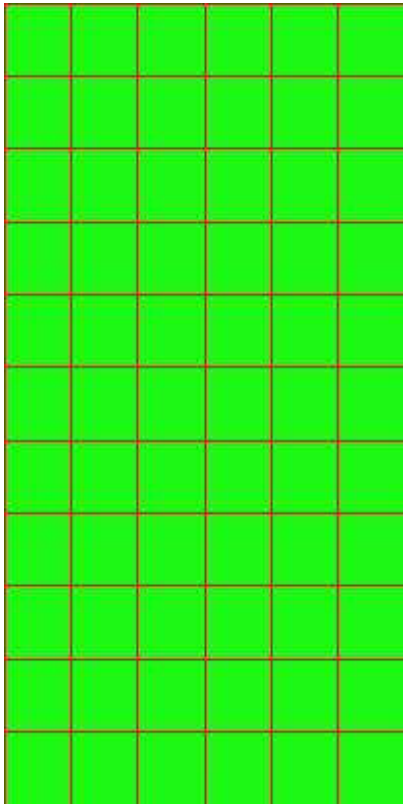
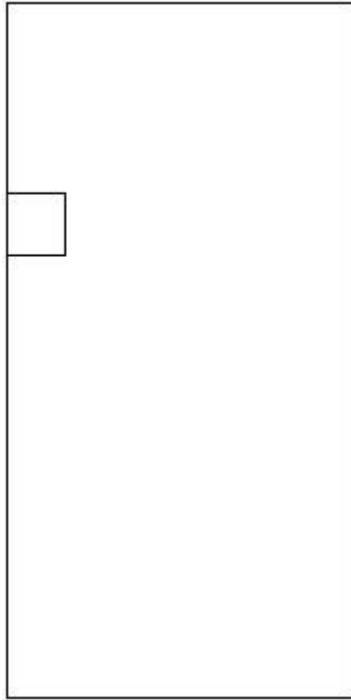
$M_y$  3.14 [KNm/m]  $M_{22}$  -22.90 [KNm/m]

$M_{xy}$  -1.36 [KNm/m]  $\alpha$  3.93 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.10	Estradosso	9.353	1.286	0.000	-4.43	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	-9.353	-1.286	-1.505	85.57	NON Fessurato	0.000





30 % 70 % 100 % 110 %

### MURO D'ALA VALLE

Impostazioni di verifica

Curva  $\sigma/\epsilon$  Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{cd,soft} = f_{cd} 0.9/\sqrt{1+400 \epsilon t}$  (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{cd,biassial} = f_{cd} (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2 / \alpha = \epsilon c1 / \epsilon c2$  (EC2 Ponti 6.110)

Curva  $\sigma/\epsilon$  Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 372 255

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$
391.304	1.86	67.00

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

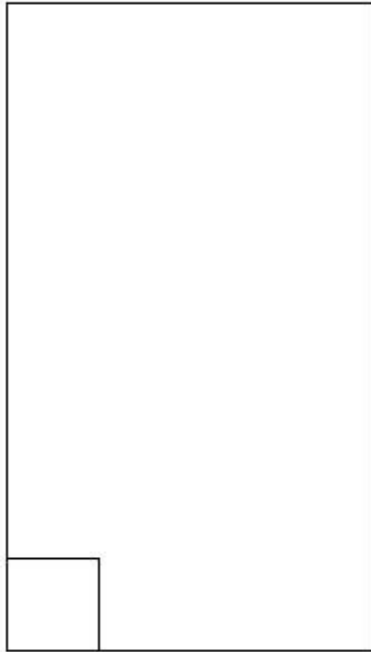
Azioni di verifica combinazione 5 (0.30 0.30 [m])

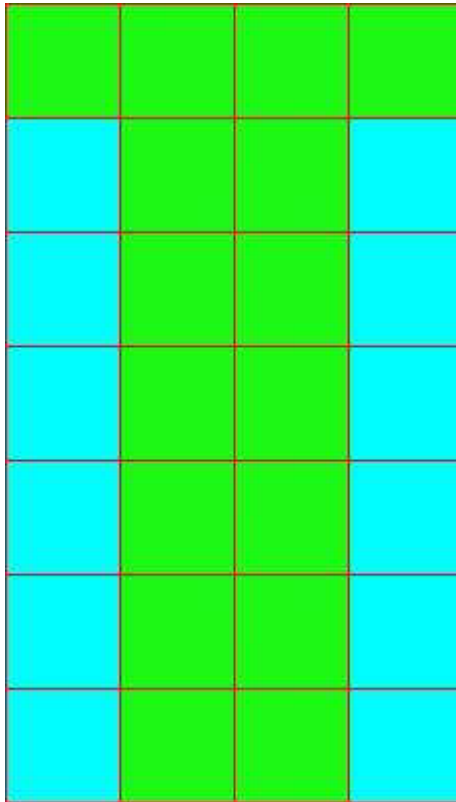
$M_{xx}$	-45.95	[KNm/m]	$M_{11}$	-4.47	[KNm/m]
$M_y$	-4.47	[KNm/m]	$M_{22}$	-45.96	[KNm/m]
$M_{xy}$	0.38	[KNm/m]	$\alpha$	-0.53	[°]

Verifiche

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta [^\circ]$
0.34	Estradosso	0.298	-0.022	-0.041	-3.500	88.16
	Intradosso	12.718	0.049	16.547	0.038	-2.59





30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Rare *Flessione* elemento nodi 486 317

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Azioni di verifica combinazione 10 (2.10 3.30 [m])

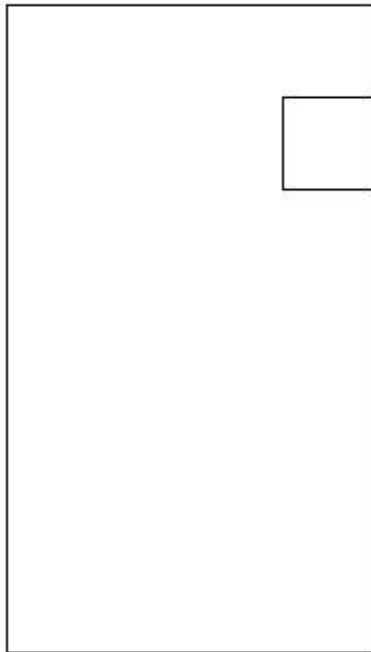
$M_{xx}$  -10.47 [KNm/m]  $M_{11}$  -1.30 [KNm/m]

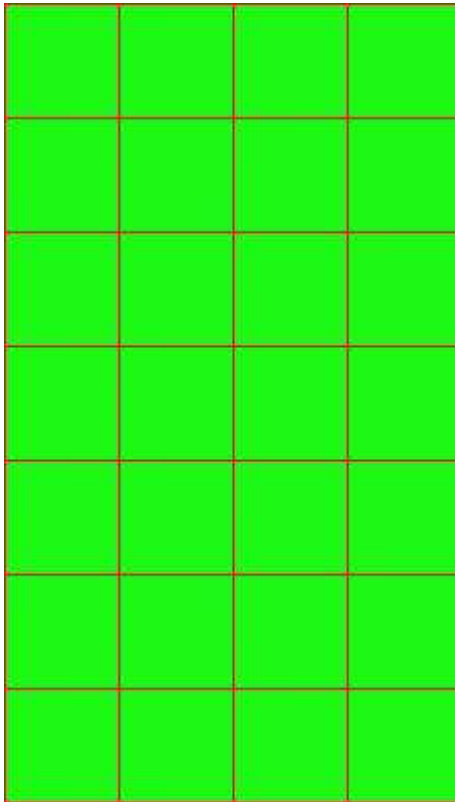
$M_y$  -2.09 [KNm/m]  $M_{22}$  -11.26 [KNm/m]

$M_{xy}$  2.70 [KNm/m]  $\alpha$  -16.38 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.04	Estradosso	-4.292	-0.856	-0.736	71.98		
	Intradosso	4.292	0.856	0.000	-18.02		





30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti *Flessione* elemento nodi 486 317

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Azioni di verifica combinazione 11 (2.10 3.30 [m])

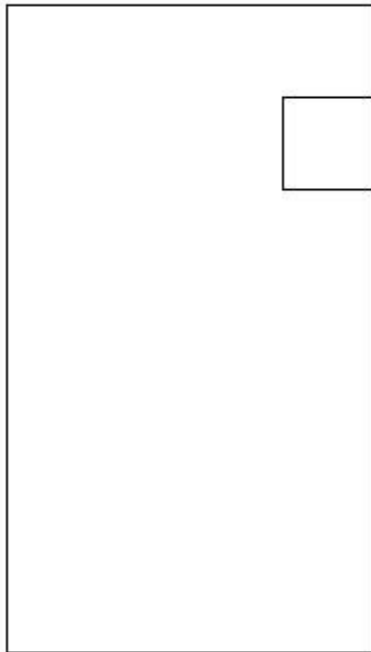
$M_{xx}$  -10.47 [KNm/m]  $M_{11}$  -1.30 [KNm/m]

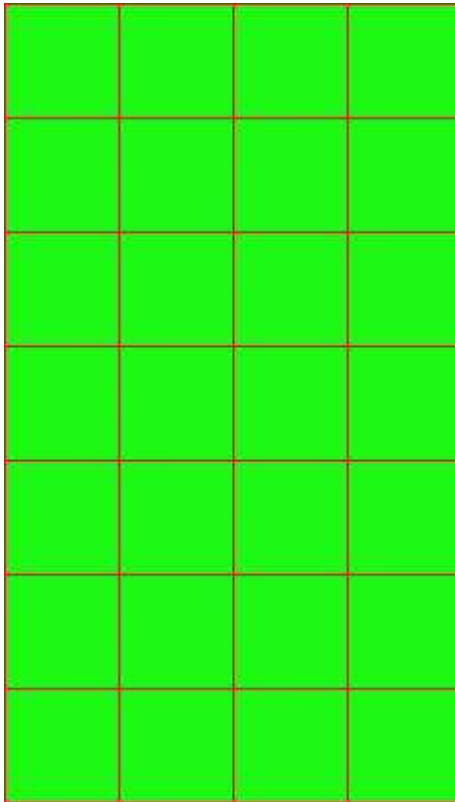
$M_y$  -2.09 [KNm/m]  $M_{22}$  -11.26 [KNm/m]

$M_{xy}$  2.70 [KNm/m]  $\alpha$  -16.38 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.02	Estradosso	-4.292	-0.856	-0.736	71.98		
	Intradosso	4.292	0.856	0.000	-18.02		





30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 486 317

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$w_{Max}$ mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0



**RELAZIONE DI CALCOLO**

Azioni di verifica combinazione 12 (2.10 3.30 [m])

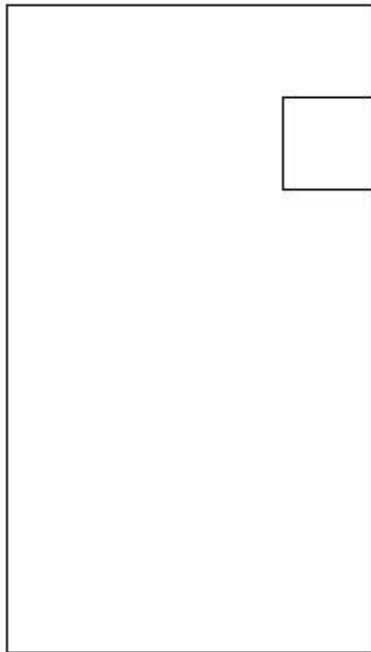
$M_{xx}$  -10.47 [KNm/m]  $M_{11}$  -1.30 [KNm/m]

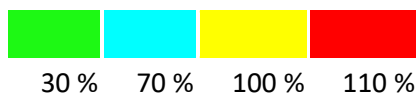
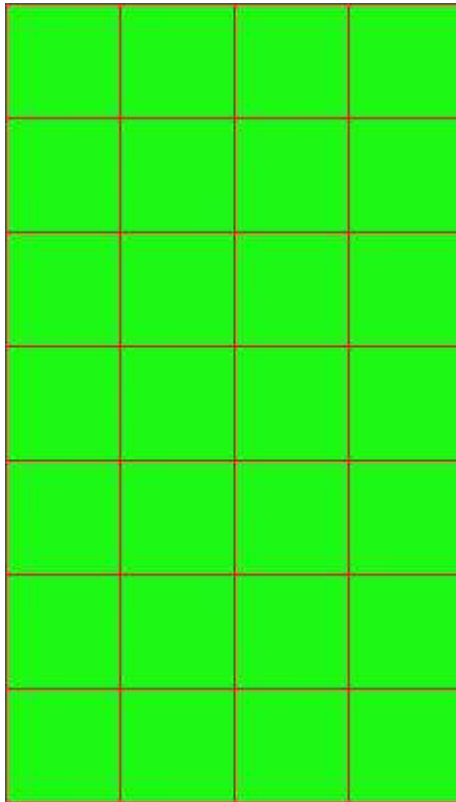
$M_y$  -2.09 [KNm/m]  $M_{22}$  -11.26 [KNm/m]

$M_{xy}$  2.70 [KNm/m]  $\alpha$  -16.38 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.05	Estradosso	-4.292	-0.856	-0.736	71.98	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	4.292	0.856	0.000	-18.02	NON Fessurato	0.000





### MURO D'ALA SINISTRA

Impostazioni di verifica

Curva  $\sigma/\epsilon$  Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{c_d,soft} = f_{c_d} \cdot 0.9 / \sqrt{1+400 \epsilon t}$  (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{c_d,biaxial} = f_{c_d} (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2$  /  $\alpha = \epsilon_{c1} / \epsilon_{c2}$  (EC2 Ponti 6.110)

Curva  $\sigma/\epsilon$  Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 315 357

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

RELAZIONE DI CALCOLO

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$
391.304	1.86	67.00

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

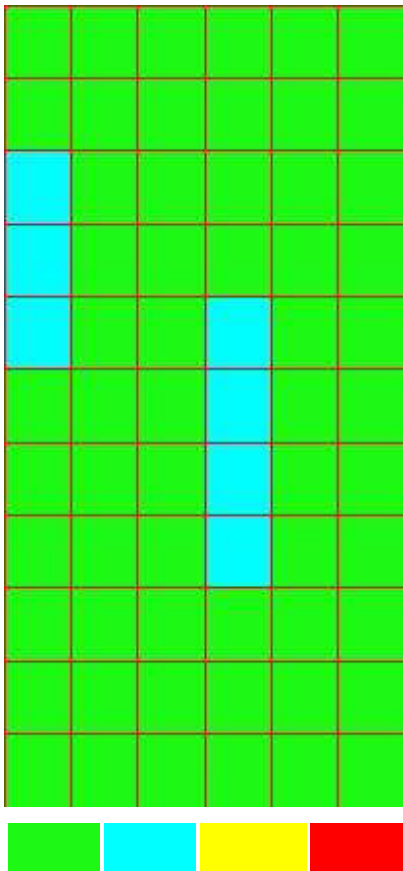
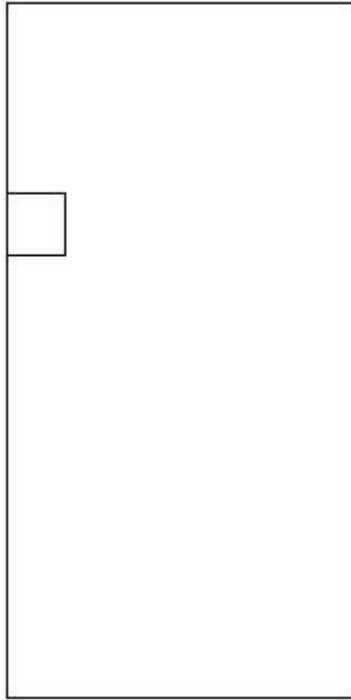
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 9 (0.27 4.50 [m])

$M_{xx}$	-62.88	[KNm/m]	$M_{11}$	-63.93	[KNm/m]
$M_y$	-10.55	[KNm/m]	$M_{22}$	-9.51	[KNm/m]
$M_{xy}$	7.45	[KNm/m]	$\alpha$	-7.95	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta$ [°]
0.48	Estradosso	0.304	0.063	-0.032	-3.500	77.13
	Intradosso	12.190	0.938	17.119	-0.092	-15.93



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 315 357

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 10 (0.27 4.50 [m])

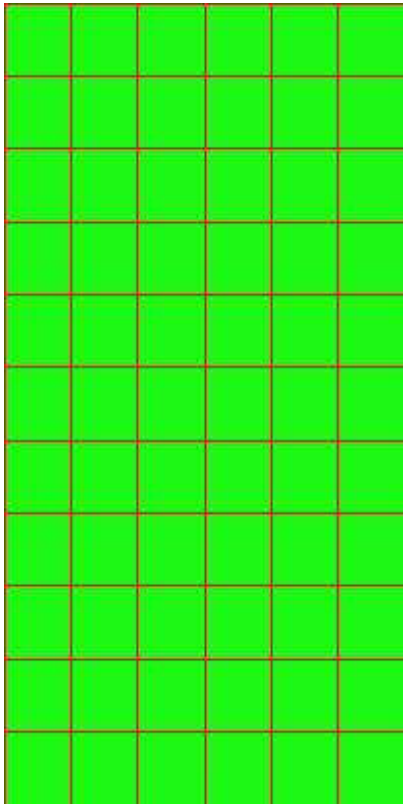
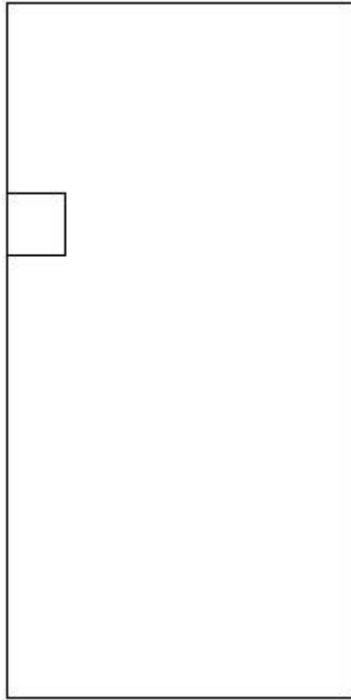
$M_{xx}$  -22.81 [KNm/m]  $M_{11}$  -22.90 [KNm/m]

$M_y$  -3.14 [KNm/m]  $M_{22}$  -3.04 [KNm/m]

$M_{xy}$  1.36 [KNm/m]  $\alpha$  -3.93 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.08	Estradosso	-9.353	-1.286	-1.505	85.57		
	Intradosso	9.353	1.286	0.000	-4.43		



**RELAZIONE DI CALCOLO**

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti *Flessione* elemento nodi 315 357

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

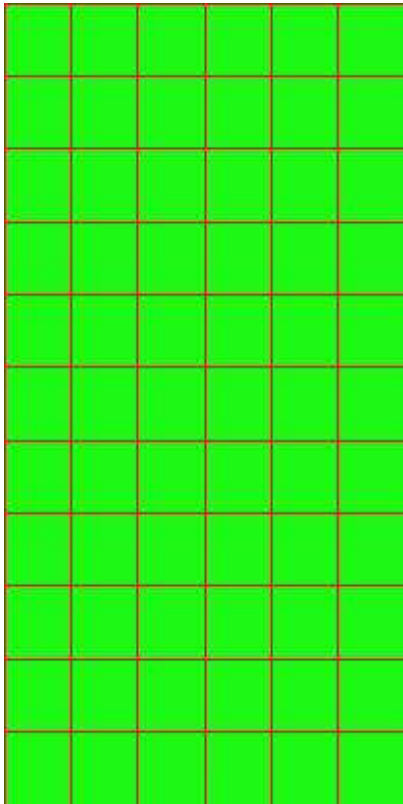
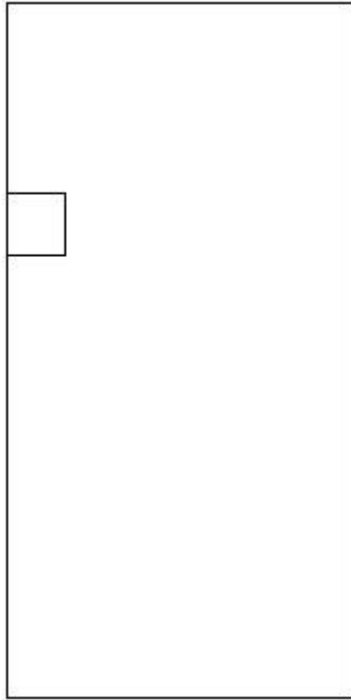
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 11 (0.27 4.50 [m])

$M_{xx}$	-22.81	[KNm/m]	$M_{11}$	-22.90	[KNm/m]
$M_y$	-3.14	[KNm/m]	$M_{22}$	-3.04	[KNm/m]
$M_{xy}$	1.36	[KNm/m]	$\alpha$	-3.93	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.05	Estradosso	-9.353	-1.286	-1.505	85.57		
	Intradosso	9.353	1.286	0.000	-4.43		





RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 315 357

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$w_{Max}$ mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

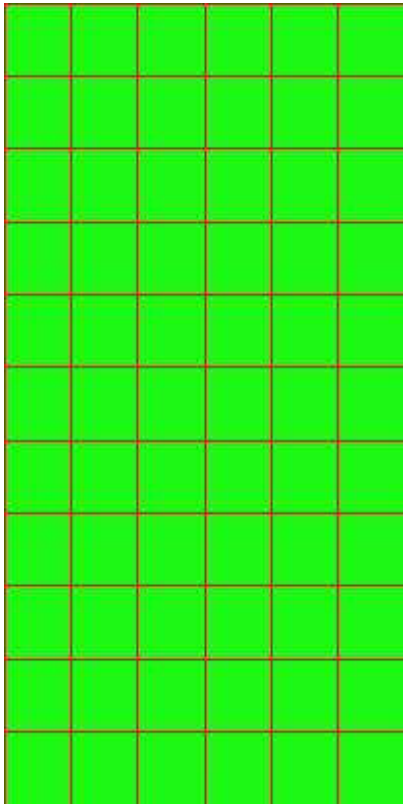
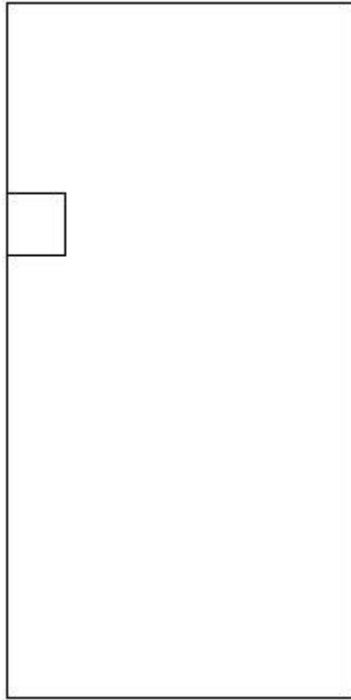
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 12 (0.27 4.50 [m])

$M_{xx}$	-22.81	[KNm/m]	$M_{11}$	-22.90	[KNm/m]
$M_y$	-3.14	[KNm/m]	$M_{22}$	-3.04	[KNm/m]
$M_{xy}$	1.36	[KNm/m]	$\alpha$	-3.93	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.10	Estradosso	-9.353	-1.286	-1.505	85.57	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	9.353	1.286	0.000	-4.43	NON Fessurato	0.000



30 %   70 %   100 %   110 %

## 14 ANALISI E VERIFICHE POZZETTO DI VALLE

### 14.1 PREMESSA

Nel presente capitolo si riportano le analisi e le verifiche strutturali effettuate nel pozzetto posto "lato valle" dell'attraversamento idraulico posto al km 3+835 lotto 1°. Il manufatto in progetto è costituito da dei setti in cemento armato gettato in opera di spessore 30cm. Le analisi e le verifiche sono state effettuate considerando il manufatto come un muro ad "U" trascurando il contributo del setto di collegamento posto lato valle. Normativa di riferimento, caratteristiche dei materiali, criteri di progettazione e di calcolo, carichi e materiali sono i medesimi utilizzati per la verifica del tombino al netto delle modifiche geometriche e si omettono per brevità.

Di seguito si riporta la sezione trasversale studiata.

#### Geometria sezione trasversale

Altezza esterna	1,50 [m]
Larghezza esterna	2,60 [m]
Lunghezza mensola fondazione sinistra	0,50 [m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,50 [m]
Spessore piedritto sinistro	0,30[m]
Spessore piedritto destro	0,30[m]
Spessore fondazione	0,30 [m]

### 14.2 CARATTERISTICHE TERRENI

Di seguito si riportano i parametri geotecnici utilizzati per le analisi.

- STRATO DI RINFIANCO

Descrizione	Rilevato	
Spessore dello strato	2,10	[m]
Peso di volume	20,00	[kN/m <sup>3</sup> ]
Angolo di attrito	35,00	[°]
Coesione	0,00	[MPa]

- STRATO DI FONDAZIONE

Descrizione	Formazione Ocm	
Spessore dello strato	10,00	[m]
Peso di volume	25,40	[kN/m <sup>3</sup> ]
Angolo di attrito	25,00	[°]
Coesione	0,200	[MPa]

### 14.3 COMBINAZIONI DI CALCOLO

Numero di condizioni di carico ... : 4

Numero di combinazioni di carico . : 6

#### Condizione

1	G1k_Strutturale
2	G2.2k_Spinta a riposo
3	E_Spinta sismica+X SLV
4	E_Spinta sismica+X SLO
5	Sisma OSLU
6	Sisma OSLO

Combinazioni di carico:

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

#### Combinazione di carico numero

1		SLU
---	--	-----

Comb.\Cond	1	2
1	1.3	1.3

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

#### Combinazione di carico numero

2		Sisma 0
---	--	---------

Comb.\Cond	1	2	3	5
2	1	1	1	1

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

#### Combinazione di carico numero

3		RARA
---	--	------

Comb.\Cond	1	2
3	1	1

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

4 FREQUENTE

**Comb.\Cond 1 2**

4 1 1

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

5 QUASI PERMANENTE

**Comb.\Cond 1 2**

5 1 1

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

**Combinazione di carico numero**

6

**Comb.\Cond 1 2 4 6**

6 1 1 1 1

Si fa presente che data l'assenza di carichi variabili considerati su tali strutture, le combinazioni allo stato limite di esercizio presentano i medesimi carichi e impegnano i pozzetti in egual modo. Si procede quindi alla verifica di una sola combinazione SLE.

## 14.4 DATI RELATIVI AI NODI DELLA STRUTTURA

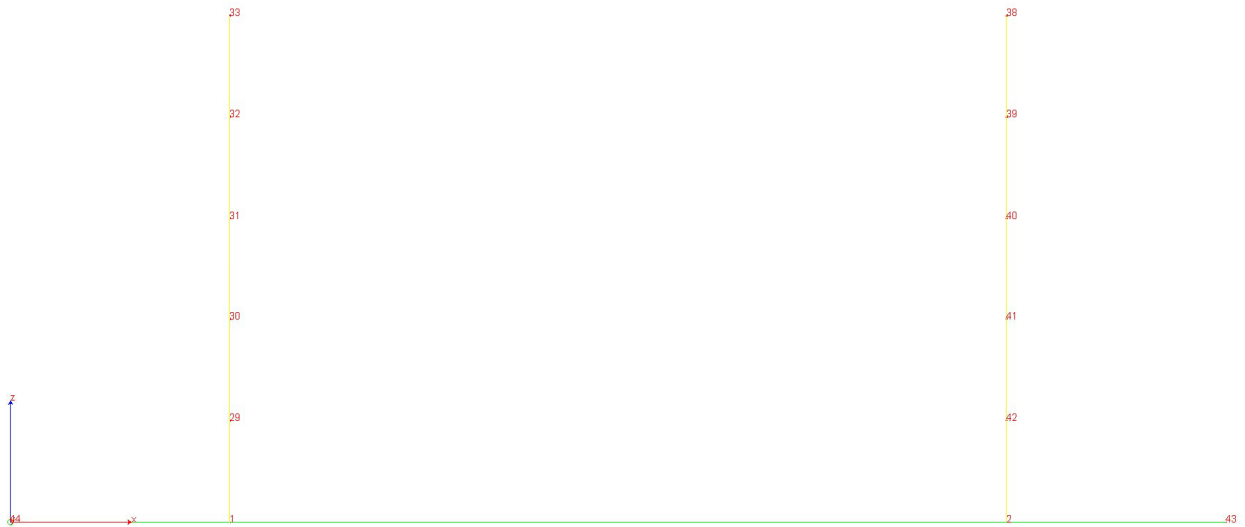


Figura 13 "Schema strutturale a fili"



Figura 14 "Schema strutturale solido"

### Convenzioni adottate

La terna di riferimento generale è destrorsa.

I nodi vengono numerati, con riferimento a una sezione orizzontale, da sinistra a destra, dal basso verso l'alto e per quote crescenti.

L'impalcato di appartenenza di un nodo è definito, in generale, dalla prima delle tre cifre che ne definiscono il numero, possono tuttavia presentarsi casi in cui si hanno più di 100 nodi per solaio nel qual caso il solaio di appartenenza è specificato dall'ultimo valore stampato nella riga dei dati relativi al nodo.

**RELAZIONE DI CALCOLO**

La maschera dei vincoli è costituita dai valori 0 e 1. Il valore 1 indica che per il nodo in riferimento il grado di libertà correlativo è soppresso mentre il valore 0 indica che è libero.

Nel caso di edifici civili multipiano l'asse z generale coincide con l'asse verticale rivolto verso l'alto.

Nodi

Nodo	x [m]	y [m]	z [m]	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz	Solaio
1	0.00	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
2	2.30	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
29	0.00	0.00	0.30	0	0	0	0	0	0	0
30	0.00	0.00	0.60	0	0	0	0	0	0	0
31	0.00	0.00	0.90	0	0	0	0	0	0	0
32	0.00	0.00	1.20	0	0	0	0	0	0	0
33	0.00	0.00	1.50	0	0	0	0	0	0	0
38	2.30	0.00	1.50	0	0	0	0	0	0	0
39	2.30	0.00	1.20	0	0	0	0	0	0	0
40	2.30	0.00	0.90	0	0	0	0	0	0	0
41	2.30	0.00	0.60	0	0	0	0	0	0	0
42	2.30	0.00	0.30	0	0	0	0	0	0	0
43	2.95	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
44	-0.65	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0

**14.5 ELEMENTI TIPO PILASTRO E TRAVE SU SUOLO ALLA WINKLER**

Elementi tipo pilastro

Convenzioni adottate

Ogni elemento tipo pilastro viene identificato da:

Il nodo iniziale i;

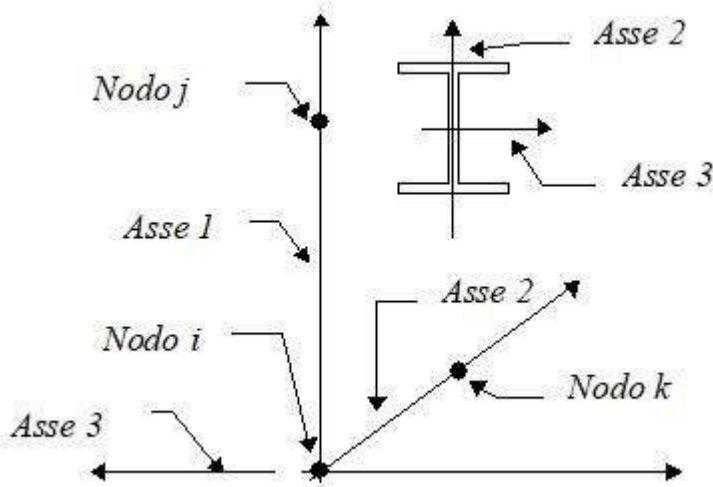
Il nodo finale j;

Il nodo k che definisce l'orientamento nello spazio della terna riferimento locale dell'elemento.

La terna di riferimento locale del pilastro risulta quindi essere così disposta:



**RELAZIONE DI CALCOLO**



Sistema di riferimento locale

Vengono riportati i valori di efficacia dei vincoli flessionali alle estremità dell'elemento (variabili fra lo 0% e il 100%), nei due piani 1-2 e 1-3 del pilastro in corrispondenza dei nodi, dando quindi la possibilità di considerare aste non perfettamente incastrate alle estremità (coefficienti  $V_{i12} - V_{j12} - V_{i13} - V_{j13}$ ).

In generale, se non diversamente disposto, l'asse 2 coincide, per i pilastri, con l'asse y globale e pertanto la disposizione della sezione coincide con quella che si avrebbe in una vista in pianta.

Caratteristiche dei Materiali:

Tipo	Modulo Elastico [MPa]	$\nu$	alfa [1/°C]	Peso Specifico [KN/m <sup>3</sup> ]	Commento
1	30000.000	0.120	0.000012	25.00	Calcestruzzo
2	210000.003	0.330	0.000012	78.50	Acciaio

Sezioni Impiegate:

Sezione	Materiale	Tipo di Sezione	Parametri Dimensionali Commenti
1	1	Rett.	B= 100 H= 30 [cm] Piedritti

Caratteristiche Inerziali:

Sezione	Materiale	Area [mm <sup>2</sup> ]	Jt [cm <sup>4</sup> ]	J2 [cm <sup>4</sup> ]	J3 [cm <sup>4</sup> ]	J23 [cm <sup>4</sup> ]	Xx	Xy
1	1	300000	789387	225000	2500000	0	1.2	1.2

RELAZIONE DI CALCOLO

Dal Nodo	Al Nodo	Nodo k	Luce [m]	Materiale	Sezione	Fixity factors								Rigid-end [m]		
						V <sub>i12</sub>	V <sub>j12</sub>	V <sub>i13</sub>	V <sub>j13</sub>	N <sub>i</sub>	N <sub>j</sub>	T <sub>i</sub>	T <sub>j</sub>	d <sub>ri</sub>	d <sub>rj</sub>	
29	1	10000	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
30	29	10000	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
31	30	10000	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
32	31	10000	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
33	32	10000	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
42	2	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
41	42	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
40	41	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
39	40	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
38	39	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00

Elementi tipo trave su suolo alla Winkler

Convenzioni adottate

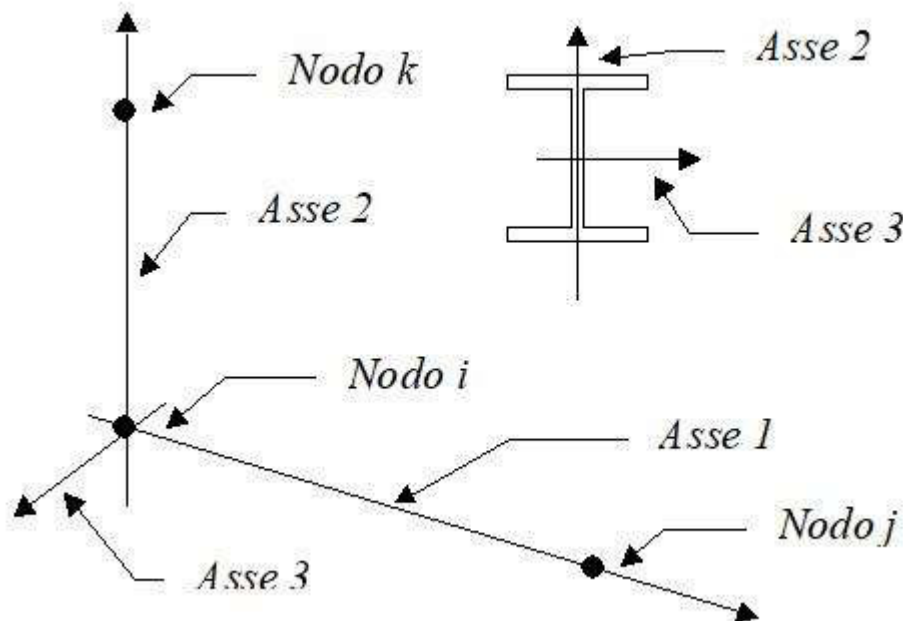
Ogni elemento tipo trave su suolo alla Winkler viene identificato da:

Il nodo iniziale *i*;

il nodo finale *j*;

il nodo *k* che definisce l'orientamento nello spazio della terna riferimento locale dell'elemento.

La terna di riferimento locale della trave risulta essere così disposta:



La modellazione del terreno sul quale agiscono le travi è alla Winkler e pertanto particolare attenzione va riposta ai casi in cui le travi inducano sul terreno zone di trazione poichè, in tal caso, la modellazione stessa cade in difetto.

Caratteristiche dei Materiali:

RELAZIONE DI CALCOLO

Tipo	Modulo Elastico [MPa]	$\nu$	alfa [1/°C]	Peso Specifico [KN/m <sup>3</sup> ]	Commento
1	30000.000	0.120	0.000012	25.00	Calcestruzzo
2	210000.003	0.330	0.000012	78.50	Acciaio

Numero	k Winkler [kg/cm <sup>3</sup> ]	E [MPa]	$\nu$	$\sigma_{Max}$ [MPa]	Commento
1	5.0	0.100	0.10	0.100	Default

Sezioni Impiegate:

Sezione	Materiale	Tipo di Sezione	Parametri Dimensionali	Commenti
1	1	Rett.	B= 100 H= 30 [cm]	Terreno numero 1 Default Soletta

Caratteristiche Inerziali:

Sezione	Materiale	Area [mm <sup>2</sup> ]	Jt [cm <sup>4</sup> ]	J2 [cm <sup>4</sup> ]	J3 [cm <sup>4</sup> ]	J23 [cm <sup>4</sup> ]	Xx	Xy
1	1	300000	789387	225000	2500000	0	1.2	1.2

Travata	Trave	Nodo i	Nodo j	Nodo k	Materiale	Sezione	Luce [m]
0	0	44	1	10000	1	1	0.65
0	0	2	43	10000	1	1	0.65
1	1	2	1	10000	1	1	2.30

## 14.6 RISULTATI ANALISI DINAMICA

Modalità di valutazione della risposta modale

Analisi spettrale via Subspace iterator

Smorzamento strutturale 5.0 %

risposta  $S = CQC(S_i)$

segno risposta =  $\text{sign}(\sum S_i)$

Sintesi dei risultati SLV per direzione d'ingresso del sisma.

RELAZIONE DI CALCOLO

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modale Modo Principale	% Massa Modale Totale
0.00 [°] SLV	6	0.0170531	53.1	100.0

Autovalori, Periodi Masse Modali efficaci

Risultati angolo di ingresso del sisma: 0.00 [°] SLV

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	%  L <sub>i</sub>  / L <sub>1</sub>	Massa Modale	% M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>	% Σ M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>
6	0.0170531	0.373	1.0469806671e+01		1.0961685181e+02	53.1	53.1
2	0.0442784	0.436	-6.4448685646e+00	61.6	4.1536331177e+01	20.1	73.2
10	0.0027340	0.339	-6.3214473724e+00	60.4	3.9960697174e+01	19.4	92.6
16	0.0011560	0.336	3.3302216530e+00	31.8	1.1090375900e+01	5.4	98.0
20	0.0007228	0.335	1.8364679813e+00	17.5	3.3726146221e+00	1.6	99.6
24	0.0005682	0.334	8.2698208094e-01	7.9	6.8389934301e-01	0.3	99.9
8	0.0047019	0.344	-3.9867800474e-01	3.8	1.5894414485e-01	0.1	100.0
14	0.0013503	0.336	-4.6866651624e-02	0.4	2.1964830812e-03	0.0	100.0
22	0.0005830	0.334	-8.6761154234e-03	0.1	7.5274976552e-05	0.0	100.0
30	0.0003846	0.334	3.7377155386e-03	0.0	1.3970517102e-05	0.0	100.0
32	0.0003075	0.334	-1.1642307509e-03	0.0	1.3554332554e-06	0.0	100.0
34	0.0002780	0.334	-2.9212937807e-04	0.0	8.5339571854e-08	0.0	100.0
9	0.0027443	0.339	-3.7880701711e-05	0.0	1.4349476052e-09	0.0	100.0
33	0.0002780	0.334	-1.2320022506e-05	0.0	1.5178296120e-10	0.0	100.0
31	0.0003075	0.334	-3.0812338991e-06	0.0	9.4940019388e-12	0.0	100.0
15	0.0011624	0.336	-1.6706195538e-06	0.0	2.7909697123e-12	0.0	100.0
29	0.0003846	0.334	-6.1023359876e-07	0.0	3.7238503839e-13	0.0	100.0
19	0.0007243	0.335	-5.3279677559e-07	0.0	2.8387239933e-13	0.0	100.0
3	0.0348586	0.414	4.8108063311e-07	0.0	2.3143856623e-13	0.0	100.0
7	0.0052738	0.345	3.3487330597e-07	0.0	1.1214012845e-13	0.0	100.0
23	0.0005684	0.334	-2.0223582453e-07	0.0	4.0899328059e-14	0.0	100.0
21	0.0005831	0.334	7.6612657551e-08	0.0	5.8694991379e-15	0.0	100.0
13	0.0013537	0.336	6.5405444616e-08	0.0	4.2778721375e-15	0.0	100.0
4	0.0257757	0.393	6.4373089081e-09	0.0	4.1438946201e-17	0.0	100.0
5	0.0196139	0.378	-4.8796615179e-16	0.0	2.3811095689e-31	0.0	100.0
12	0.0014171	0.336	-1.7430856764e-16	0.0	3.0383475622e-32	0.0	100.0
11	0.0014202	0.336	1.7271712508e-16	0.0	2.9831204866e-32	0.0	100.0
25	0.0005411	0.334	-4.1682716328e-17	0.0	1.7374487925e-33	0.0	100.0
26	0.0005411	0.334	4.1362700001e-17	0.0	1.7108728856e-33	0.0	100.0
18	0.0007267	0.335	-2.5186526341e-17	0.0	6.3436112839e-34	0.0	100.0
17	0.0007272	0.335	-1.8481355628e-17	0.0	3.4156050070e-34	0.0	100.0
1	0.0685770	0.492	1.6490063887e-17	0.0	2.7192221794e-34	0.0	100.0
27	0.0004741	0.334	-1.5306934222e-17	0.0	2.3430224315e-34	0.0	100.0
28	0.0004741	0.334	1.5299171959e-17	0.0	2.3406466472e-34	0.0	100.0

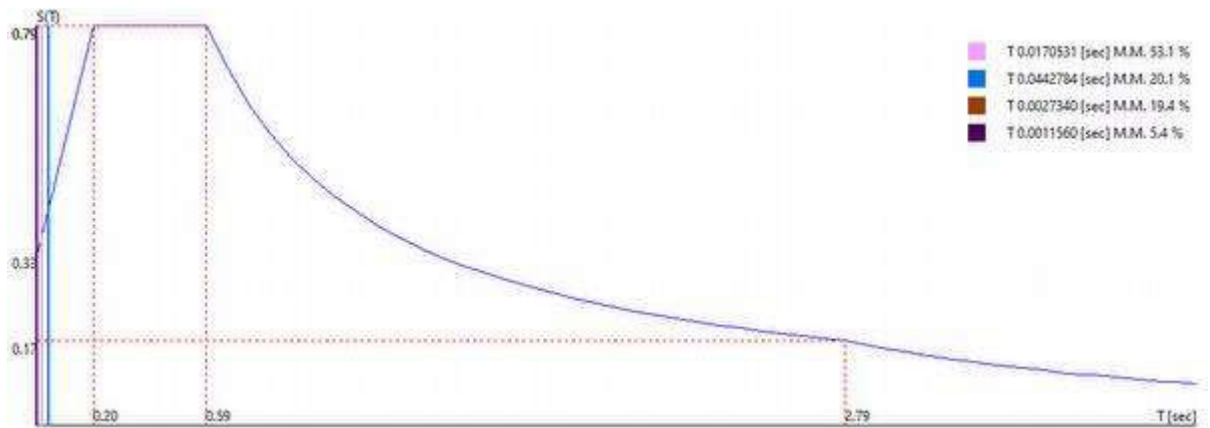
Spettro in accordo con TU 2008

- Tombino km 3+835 Lotto 1 Longitudine 14.6723 Latitudine 36.9623
- Tipo di Terreno B
- Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_T$ ) 1.0000
- Vita nominale della costruzione ( $V_N$ ) 50.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente  $C_U$  2.0
- Classe di duttilità impostata Non Dissipativa
- Fattore di struttura massimo, C, per sisma orizzontale 1.00 ( $q_0 = C \alpha_u / \alpha_1$ )
- Fattore di duttilità  $\alpha_u / \alpha_1$  per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza  $K_R$  1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti  $K_W$  1.00
- Fattore di struttura q per sisma orizzontale 1.00
- Fattore di struttura q per sisma verticale 1.00
- Smorzamento Viscoso ( 0.05 = 5% ) 0.05

TU 2008 SLV H

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 10.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 949 (anni)
- $S_s$  1.119
- $T_B$  0.1954122 [sec]
- $T_C$  0.5862365 [sec]
- $T_D$  2.7904053 [sec]
- $a_g/g$  0.2976
- $F_o$  2.3603
- $T_C^*$  0.4554

**RELAZIONE DI CALCOLO**



0.00 [°] SLV

Sintesi dei risultati SLO per direzione d'ingresso del sisma.

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modale Modo Principale	% Massa Modale Totale
0.00 [°] SLO	6	0.0170531	53.1	100.0

Autovalori, Periodi Masse Modali efficaci

Risultati angolo di ingresso del sisma: 0.00 [°] SLO

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	%  L <sub>i</sub>  / L <sub>1</sub>	Massa Modale	% M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>	% Σ M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>
6	0.0170531	0.082	1.0469806671e+01		1.0961685181e+02	53.1	53.1
2	0.0442784	0.103	-6.4448685646e+00	61.6	4.1536331177e+01	20.1	73.2
10	0.0027340	0.070	-6.3214473724e+00	60.4	3.9960697174e+01	19.4	92.6
16	0.0011560	0.069	3.3302216530e+00	31.8	1.1090375900e+01	5.4	98.0
20	0.0007228	0.069	1.8364679813e+00	17.5	3.3726146221e+00	1.6	99.6
24	0.0005682	0.069	8.2698208094e-01	7.9	6.8389934301e-01	0.3	99.9
8	0.0047019	0.072	-3.9867800474e-01	3.8	1.5894414485e-01	0.1	100.0
14	0.0013503	0.069	-4.6866651624e-02	0.4	2.1964830812e-03	0.0	100.0
22	0.0005830	0.069	-8.6761154234e-03	0.1	7.5274976552e-05	0.0	100.0
30	0.0003846	0.068	3.7377155386e-03	0.0	1.3970517102e-05	0.0	100.0
32	0.0003075	0.068	-1.1642307509e-03	0.0	1.3554332554e-06	0.0	100.0
34	0.0002780	0.068	-2.9212937807e-04	0.0	8.5339571854e-08	0.0	100.0
9	0.0027443	0.070	-3.7880701711e-05	0.0	1.4349476052e-09	0.0	100.0
33	0.0002780	0.068	-1.2320022506e-05	0.0	1.5178296120e-10	0.0	100.0
31	0.0003075	0.068	-3.0812338991e-06	0.0	9.4940019388e-12	0.0	100.0
15	0.0011624	0.069	-1.6706195538e-06	0.0	2.7909697123e-12	0.0	100.0
29	0.0003846	0.068	-6.1023359876e-07	0.0	3.7238503839e-13	0.0	100.0
19	0.0007243	0.069	-5.3279677559e-07	0.0	2.8387239933e-13	0.0	100.0
3	0.0348586	0.096	4.8108063311e-07	0.0	2.3143856623e-13	0.0	100.0
7	0.0052738	0.072	3.3487330597e-07	0.0	1.1214012845e-13	0.0	100.0
23	0.0005684	0.069	-2.0223582453e-07	0.0	4.0899328059e-14	0.0	100.0
21	0.0005831	0.069	7.6612657551e-08	0.0	5.8694991379e-15	0.0	100.0
13	0.0013537	0.069	6.5405444616e-08	0.0	4.2778721375e-15	0.0	100.0
4	0.0257757	0.089	6.4373089081e-09	0.0	4.1438946201e-17	0.0	100.0

RELAZIONE DI CALCOLO

5	0.0196139	0.084	-4.8796615179e-16	0.0	2.3811095689e-31	0.0	100.0
12	0.0014171	0.069	-1.7430856764e-16	0.0	3.0383475622e-32	0.0	100.0
11	0.0014202	0.069	1.7271712508e-16	0.0	2.9831204866e-32	0.0	100.0
25	0.0005411	0.069	-4.1682716328e-17	0.0	1.7374487925e-33	0.0	100.0
26	0.0005411	0.069	4.1362700001e-17	0.0	1.7108728856e-33	0.0	100.0
18	0.0007267	0.069	-2.5186526341e-17	0.0	6.3436112839e-34	0.0	100.0
17	0.0007272	0.069	-1.8481355628e-17	0.0	3.4156050070e-34	0.0	100.0
1	0.0685770	0.123	1.6490063887e-17	0.0	2.7192221794e-34	0.0	100.0
27	0.0004741	0.069	-1.5306934222e-17	0.0	2.3430224315e-34	0.0	100.0
28	0.0004741	0.069	1.5299171959e-17	0.0	2.3406466472e-34	0.0	100.0

Spettro in accordo con TU 2008

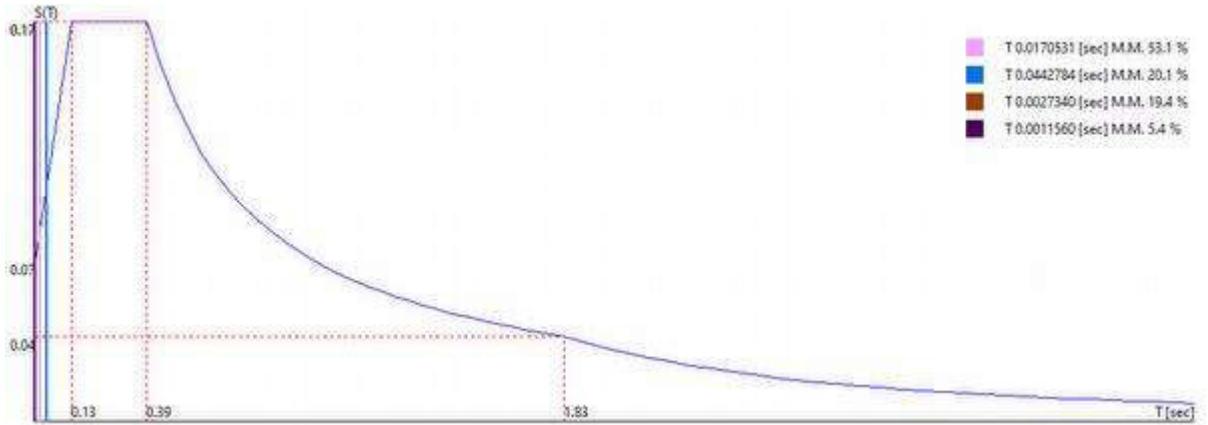
- Tombino km 3+835 Lotto 1 Longitudine 14.6723 Latitudine 36.9623
- Tipo di Terreno B
- Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_T$ ) 1.0000
- Vita nominale della costruzione ( $V_N$ ) 50.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente  $C_U$  2.0
- Classe di duttilità impostata Non Dissipativa
- Fattore di struttura massimo, C, per sisma orizzontale 1.00 ( $q_0 = C \alpha_u / \alpha_1$ )
- Fattore di duttilità  $\alpha_u / \alpha_1$  per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza  $K_R$  1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti  $K_W$  1.00
- Fattore di struttura q per sisma orizzontale 1.00
- Fattore di struttura q per sisma verticale 1.00
- Smorzamento Viscoso ( 0.05 = 5% ) 0.05

TU 2008 SLO H

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 81.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 60 (anni)
- $S_s$  1.200
- $T_B$  0.1286400 [sec]
- $T_C$  0.3859199 [sec]
- $T_D$  1.8271981 [sec]
- $a_g/g$  0.0568

**RELAZIONE DI CALCOLO**

- $F_0$  2.5062
- $T_C^*$  0.2700



0.00 [°] SLO

#### 14.7 CARICHI APPLICATI AGLI ELEMENTI

Carichi applicati agli elementi

Convenzioni adottate

I carichi applicati vengono raccolti nella tabella riportata alla fine del paragrafo e si intendono applicati nel sistema di riferimento locale dell'elemento.

Per la lettura della tabella si definiscono:

NodoI, NodoJ

I nodi iniziale/finale dell'asta o lato dell'elemento cui afferisce il carico

L

La distanza fra i suddetti nodi.

$q_{xi}$ , ...,  $q_{xj}$

Le componenti di un carico distribuito costante o variabile linearmente iniziali (indice i) e finale (indice j).

$x_i$ ,  $x_j$

Le distanze, misurate a partire dal NodoI, dei punti di applicazione dei carichi  $q_{xi}$ .. $q_{xj}$  relativi a carichi distribuiti applicati su porzioni di un'asta.

$P_x$ , ...,  $P_z$   $x_{App}$

Le componenti di un Carico Concentrato applicato a distanza  $x_{App}$  dal NodoI.

$M_x$ , ...,  $M_z$   $x_{App}$

Le componenti di una Coppia Concentrata applicata a distanza  $x_{App}$  dal NodoI.

Var Termica Assiale, ..., Var Termica Farfalla 13

Le variazioni termiche (Assiali ed a Farfalla) misurate in gradi Celsius.

$m_{xi}$ , ...,  $m_{xj}$



**RELAZIONE DI CALCOLO**

Le componenti di coppie distribuite costanti o variabili linearmente iniziali (indice i) e finale (indice j).

$qS_x, qS_y, qS_z$

carichi, per unità di superficie, applicati su elementi superficiali o facce di elementi solidi

Peso Proprio

Il valore del carico derivante dal peso proprio dell'elemento

Carichi distribuiti

Nodo I	Nodo J	L [m]	Condizione di carico	$x_i$ [m]	$q_{xi}$ [KN/m]	$q_{yi}$ [KN/m]	$q_{zi}$ [KN/m]	$x_j$ [m]	$q_{xj}$ [KN/m]	$q_{yj}$ [KN/m]	$q_{zj}$ [KN/m]
29	1	0.30	4	0.00	0.00	-2.00	0.00	0.30	0.00	-2.00	0.00
			3	0.00	0.00	-9.00	0.00	0.30	0.00	-9.00	0.00
			2	0.00	0.00	-12.00	0.00	0.30	0.00	-12.00	0.00
			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
44	1	0.65	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.65	0.00	7.50	0.00
30	29	0.30	4	0.00	0.00	-2.00	0.00	0.30	0.00	-2.00	0.00
			3	0.00	0.00	-9.00	0.00	0.30	0.00	-9.00	0.00
			2	0.00	0.00	-9.00	0.00	0.30	0.00	-9.00	0.00
			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
2	43	0.65	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.65	0.00	7.50	0.00
31	30	0.30	4	0.00	0.00	-2.00	0.00	0.30	0.00	-2.00	0.00
			3	0.00	0.00	-9.00	0.00	0.30	0.00	-9.00	0.00
			2	0.00	0.00	-6.00	0.00	0.30	0.00	-6.00	0.00
			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
2	1	2.30	1	0.00	0.00	7.50	0.00	2.30	0.00	7.50	0.00
32	31	0.30	4	0.00	0.00	-2.00	0.00	0.30	0.00	-2.00	0.00
			3	0.00	0.00	-9.00	0.00	0.30	0.00	-9.00	0.00
			2	0.00	0.00	-4.00	0.00	0.30	0.00	-4.00	0.00
			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
33	32	0.30	4	0.00	0.00	-2.00	0.00	0.30	0.00	-2.00	0.00
			3	0.00	0.00	-9.00	0.00	0.30	0.00	-9.00	0.00
			2	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.30	0.00	-1.00	0.00
			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
42	2	0.30	2	0.00	0.00	12.00	0.00	0.30	0.00	12.00	0.00
			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
41	42	0.30	2	0.00	0.00	9.00	0.00	0.30	0.00	9.00	0.00
			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
40	41	0.30	2	0.00	0.00	6.00	0.00	0.30	0.00	6.00	0.00
			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
39	40	0.30	2	0.00	0.00	4.00	0.00	0.30	0.00	4.00	0.00
			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
38	39	0.30	2	0.00	0.00	1.00	0.00	0.30	0.00	1.00	0.00
			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00

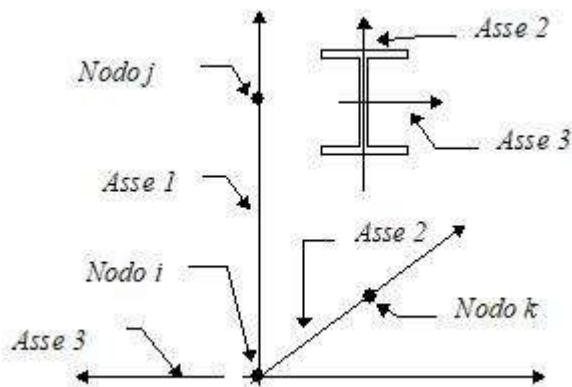
## 14.8 AZIONI SUGLI ELEMENTI

Sollecitazioni nei pilastri

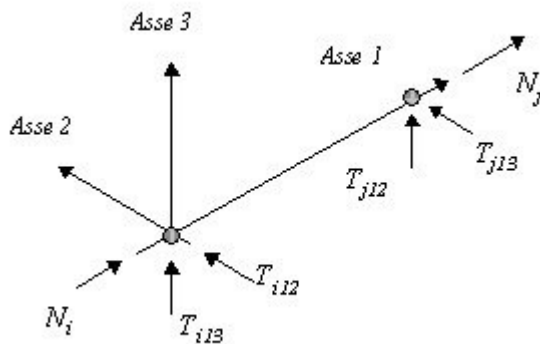
Convenzioni adottate

Le sollecitazioni nei pilastri sono da intendersi nel sistema di riferimento locale dell'elemento e si riferiscono all'asta.

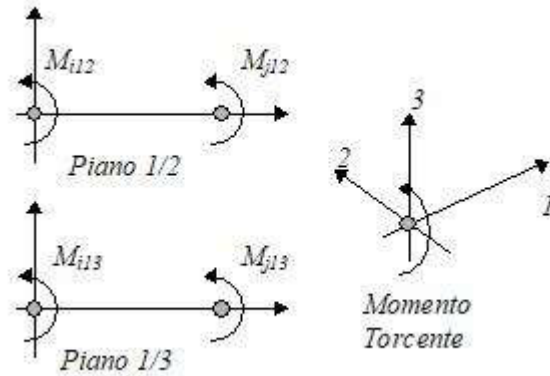
L'orientamento del pilastro nello spazio è definito a mezzo del nodo  $K$ . La terna di riferimento locale dell'asta è così disposta:



Per quanto concerne i segni positivi assunti per le varie componenti di sollecitazione si assumono come positivi i versi e le sollecitazioni così diretti:



**RELAZIONE DI CALCOLO**



Per ogni pilastro vengono riportate, nelle varie combinazioni di carico, le componenti di sollecitazione alle estremità dell'asta.

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
1	29	11.70	7.80	0.00	0.00	0.00	-3.16
	1	-14.62	-12.48	-0.00	0.00	-0.00	6.20
2	29	7.59	19.11	0.00	0.00	0.00	-10.59
	1	-9.84	-25.41	-0.00	0.00	-0.00	17.25
3	29	9.00	6.00	0.00	0.00	0.00	-2.43
	1	-11.25	-9.60	-0.00	0.00	-0.00	4.77
4	29	9.00	6.00	0.00	0.00	0.00	-2.43
	1	-11.25	-9.60	-0.00	0.00	-0.00	4.77
5	29	9.00	6.00	0.00	0.00	0.00	-2.43
	1	-11.25	-9.60	-0.00	0.00	-0.00	4.77
6	29	8.68	8.91	0.00	0.00	0.00	-4.24
	1	-10.93	-13.11	-0.00	0.00	-0.00	7.54
1	30	8.77	4.29	0.00	0.00	0.00	-1.35
	29	-11.70	-7.80	-0.00	0.00	-0.00	3.16
2	30	5.66	13.53	0.00	0.00	0.00	-5.75
	29	-7.91	-18.93	-0.00	0.00	-0.00	10.59
3	30	6.75	3.30	0.00	0.00	0.00	-1.03
	29	-9.00	-6.00	-0.00	0.00	-0.00	2.43
4	30	6.75	3.30	0.00	0.00	0.00	-1.03
	29	-9.00	-6.00	-0.00	0.00	-0.00	2.43
5	30	6.75	3.30	0.00	0.00	0.00	-1.03
	29	-9.00	-6.00	-0.00	0.00	-0.00	2.43
6	30	6.50	5.57	0.00	0.00	0.00	-2.08
	29	-8.75	-8.87	-0.00	0.00	-0.00	4.24
1	31	5.85	1.95	0.00	0.00	0.00	-0.41
	30	-8.77	-4.29	-0.00	0.00	-0.00	1.35
2	31	3.72	8.69	0.00	0.00	0.00	-2.49

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
	30	-5.97	-13.19	-0.00	0.00	-0.00	5.75
3	31	4.50	1.50	0.00	0.00	0.00	-0.31
	30	-6.75	-3.30	-0.00	0.00	-0.00	1.03
4	31	4.50	1.50	0.00	0.00	0.00	-0.31
	30	-6.75	-3.30	-0.00	0.00	-0.00	1.03
5	31	4.50	1.50	0.00	0.00	0.00	-0.31
	30	-6.75	-3.30	-0.00	0.00	-0.00	1.03
6	31	4.32	3.10	0.00	0.00	0.00	-0.80
	30	-6.57	-5.50	-0.00	0.00	-0.00	2.08
1	32	2.92	0.39	-0.00	0.00	0.00	-0.06
	31	-5.85	-1.95	0.00	0.00	-0.00	0.41
2	32	1.78	4.29	0.00	0.00	0.00	-0.62
	31	-4.03	-8.19	-0.00	0.00	-0.00	2.49
3	32	2.25	0.30	-0.00	0.00	0.00	-0.04
	31	-4.50	-1.50	0.00	0.00	-0.00	0.31
4	32	2.25	0.30	-0.00	0.00	0.00	-0.04
	31	-4.50	-1.50	0.00	0.00	-0.00	0.31
5	32	2.25	0.30	-0.00	0.00	0.00	-0.04
	31	-4.50	-1.50	0.00	0.00	-0.00	0.31
6	32	2.14	1.19	0.00	0.00	0.00	-0.17
	31	-4.39	-2.99	-0.00	0.00	-0.00	0.80
1	33	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
	32	-2.92	-0.39	0.00	0.00	-0.00	0.06
2	33	-0.16	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00
	32	-2.09	-3.58	-0.00	0.00	-0.00	0.62
3	33	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
	32	-2.25	-0.30	0.00	0.00	-0.00	0.04
4	33	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
	32	-2.25	-0.30	0.00	0.00	-0.00	0.04
5	33	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
	32	-2.25	-0.30	0.00	0.00	-0.00	0.04
6	33	-0.04	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
	32	-2.21	-1.03	-0.00	0.00	-0.00	0.17
1	42	11.70	-7.80	0.00	0.00	0.00	3.16
	2	-14.62	12.48	-0.00	0.00	-0.00	-6.20
2	42	10.41	-3.69	0.00	0.00	0.00	0.75
	2	-12.66	7.29	-0.00	0.00	-0.00	-2.42
3	42	9.00	-6.00	0.00	0.00	0.00	2.43
	2	-11.25	9.60	-0.00	0.00	-0.00	-4.77
4	42	9.00	-6.00	0.00	0.00	0.00	2.43

MANDATARIA:

MANDANTI:

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
	2	-11.25	9.60	-0.00	0.00	-0.00	-4.77
5	42	9.00	-6.00	0.00	0.00	0.00	2.43
	2	-11.25	9.60	-0.00	0.00	-0.00	-4.77
6	42	9.32	-5.49	0.00	0.00	0.00	2.06
	2	-11.57	9.09	-0.00	0.00	-0.00	-4.25
1	41	8.77	-4.29	0.00	0.00	0.00	1.35
	42	-11.70	7.80	-0.00	0.00	-0.00	-3.16
2	41	7.84	-1.17	0.00	0.00	0.00	-0.04
	42	-10.09	3.87	-0.00	0.00	-0.00	-0.75
3	41	6.75	-3.30	0.00	0.00	0.00	1.03
	42	-9.00	6.00	-0.00	0.00	-0.00	-2.43
4	41	6.75	-3.30	0.00	0.00	0.00	1.03
	42	-9.00	6.00	-0.00	0.00	-0.00	-2.43
5	41	6.75	-3.30	0.00	0.00	0.00	1.03
	42	-9.00	6.00	-0.00	0.00	-0.00	-2.43
6	41	7.00	-2.83	0.00	0.00	0.00	0.80
	42	-9.25	5.53	-0.00	0.00	-0.00	-2.06
1	40	5.85	-1.95	0.00	0.00	0.00	0.41
	41	-8.77	4.29	-0.00	0.00	-0.00	-1.35
2	40	5.28	0.29	0.00	0.00	0.00	-0.24
	41	-7.53	1.51	-0.00	0.00	-0.00	0.04
3	40	4.50	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.31
	41	-6.75	3.30	-0.00	0.00	-0.00	-1.03
4	40	4.50	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.31
	41	-6.75	3.30	-0.00	0.00	-0.00	-1.03
5	40	4.50	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.31
	41	-6.75	3.30	-0.00	0.00	-0.00	-1.03
6	40	4.68	-1.10	0.00	0.00	0.00	0.19
	41	-6.93	2.90	-0.00	0.00	-0.00	-0.80
1	39	2.92	-0.39	0.00	0.00	0.00	0.06
	40	-5.85	1.95	-0.00	0.00	-0.00	-0.41
2	39	2.72	0.99	0.00	0.00	0.00	-0.13
	40	-4.97	0.21	-0.00	0.00	-0.00	0.24
3	39	2.25	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.04
	40	-4.50	1.50	-0.00	0.00	-0.00	-0.31
4	39	2.25	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.04
	40	-4.50	1.50	-0.00	0.00	-0.00	-0.31
5	39	2.25	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.04
	40	-4.50	1.50	-0.00	0.00	-0.00	-0.31
6	39	2.36	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.01

MANDATARIA:

MANDANTI:

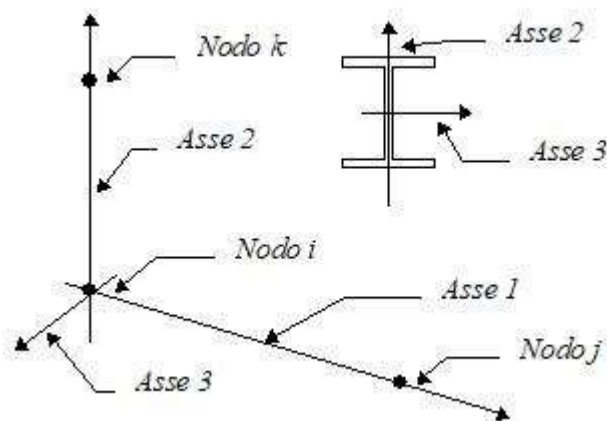
**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
	40	-4.61	1.21	-0.00	0.00	-0.00	-0.19
1	38	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
	39	-2.92	0.39	0.00	0.00	0.00	-0.06
2	38	0.16	0.58	0.00	0.00	-0.00	-0.00
	39	-2.41	-0.28	-0.00	0.00	-0.00	0.13
3	38	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
	39	-2.25	0.30	0.00	0.00	0.00	-0.04
4	38	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
	39	-2.25	0.30	0.00	0.00	0.00	-0.04
5	38	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
	39	-2.25	0.30	0.00	0.00	0.00	-0.04
6	38	0.04	0.13	0.00	0.00	-0.00	0.00
	39	-2.29	0.17	-0.00	0.00	-0.00	-0.01

**Sollecitazioni nelle travi di fondazione**

Convenzioni adottate

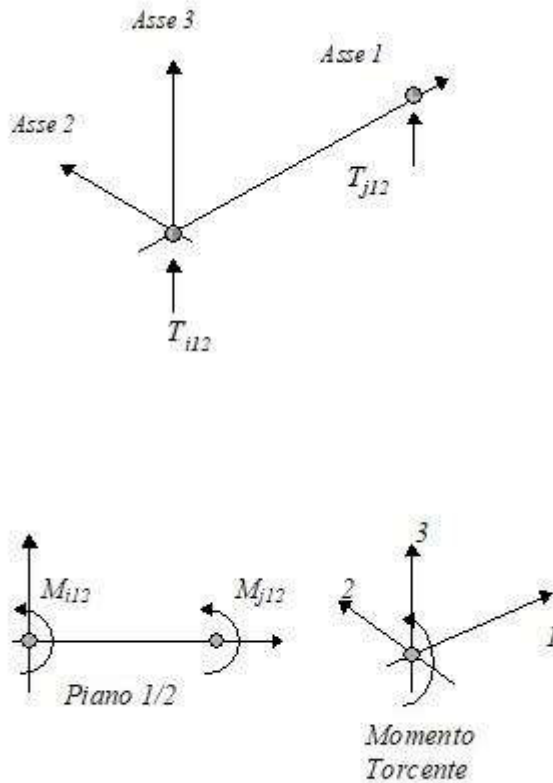
Le sollecitazioni nelle travi di fondazione sono da intendersi nel sistema di riferimento locale dell'elemento, e si riferiscono all'asta. L'orientamento della trave nello spazio è definito a mezzo del nodo K.



La terna di riferimento locale dell'asta è così disposta

Per quanto concerne i segni positivi assunti per le varie componenti di sollecitazione si assumono come positivi i versi e le sollecitazioni se così diretti:

**RELAZIONE DI CALCOLO**



La trave è da considerarsi appoggiata su un sottospazio elastico a comportamento bilatero (terreno alla Winkler).

Comb.	Nodo	Pressione [MPa]	Mt [kNm]	Taglio [kN]	MFlet. [kNm]
1	44	0.016	-0.00	-0.00	-0.00
	1	0.018	0.00	-4.47	1.38
2	44	0.000	-0.00	0.47	-0.00
	1	0.008	0.00	1.90	-0.78
3	44	0.012	-0.00	-0.00	-0.00
	1	0.014	0.00	-3.44	1.06
4	44	0.012	-0.00	-0.00	-0.00
	1	0.014	0.00	-3.44	1.06
5	44	0.012	-0.00	-0.00	-0.00
	1	0.014	0.00	-3.44	1.06
6	44	0.009	-0.00	0.11	-0.00
	1	0.012	0.00	-2.22	0.64
1	2	0.018	0.00	-4.47	-1.38
	43	0.016	0.00	-0.00	0.00
2	2	0.018	0.00	-6.74	-2.08
	43	0.018	-0.00	-0.47	0.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	Pressione [MPa]	Mt [kNm]	Taglio [kN]	MFlet. [kNm]
3	2	0.014	0.00	-3.44	-1.06
	43	0.012	0.00	-0.00	0.00
4	2	0.014	0.00	-3.44	-1.06
	43	0.012	0.00	-0.00	0.00
5	2	0.014	0.00	-3.44	-1.06
	43	0.012	0.00	-0.00	0.00
6	2	0.015	0.00	-4.19	-1.29
	43	0.013	0.00	-0.11	0.00
1	2	0.018	-0.00	-10.16	-7.58
	1	0.018	0.00	-10.16	7.58
2	2	0.018	-0.00	-4.12	-4.17
	1	0.008	-0.00	-13.55	16.79
3	2	0.014	-0.00	-7.81	-5.83
	1	0.014	0.00	-7.81	5.83
4	2	0.014	-0.00	-7.81	-5.83
	1	0.014	0.00	-7.81	5.83
5	2	0.014	-0.00	-7.81	-5.83
	1	0.014	0.00	-7.81	5.83
6	2	0.015	-0.00	-7.00	-5.47
	1	0.012	0.00	-9.08	8.26

**14.9 INVILUPPO SOLLECITAZIONI**

Sollecitazioni massime piedritti

Sforzo normale	Min asta 33 32	-0.16 [kN]	Comb. 2	Max asta 42 2	<b>14.62 [kN]</b>	Comb. 1
Taglio piano 1-2	Min asta 42 2	-12.48 [kN]	Comb. 1	Max asta 29 1	<b>25.41 [kN]</b>	Comb. 2
Taglio piano 1-3	Min asta 42 2	-0.00 [kN]	Comb. 1	Max asta 42 2	0.00 [kN]	Comb. 2
Momento torcente	Min asta 38 39	0.00 [kNm]	Comb. 1	Max asta 38 39	0.00 [kNm]	Comb. 1
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 29 1	<b>-17.27 [kNm]</b>	Comb. 2	Max asta 42 2	6.20 [kNm]	Comb. 1
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 42 2	-0.00 [kNm]	Comb. 2	Max asta 42 2	0.00 [kNm]	Comb. 1

Sollecitazioni massime soletta di fondazione

Taglio	Min trave 2 1	-10.16 [kN]	Comb. 1	Max trave 2 1	<b>13.82 [kN]</b>	Comb. 2
Pressioni sul terreno	Min trave 2 1	0.019 [MPa]	Comb. 1	Max trave 44 1	0.000 [MPa]	Comb. 2
Momento flettente	Min trave 2 1	<b>-19.84 [kNm]</b>	Comb. 2	Max trave 44 1	0.71 [kNm]	Comb. 2
Momento torcente	Min trave 2 1	-0.00 [kNm]	Comb. 1	Max trave 2 1	0.00 [kNm]	Comb. 2

Pressioni massime su terreno



Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 2 1	1	-0.019
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 44 1	1	-0.016

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 2 43	2	-0.018
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 44 1	2	-0.000

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 2 1	3	-0.015
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 44 1	3	-0.012

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 2 1	4	-0.015
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 44 1	4	-0.012

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 2 1	5	-0.015
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 44 1	5	-0.012

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 2 1	6	-0.015
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 44 1	6	-0.009

## 14.10 SOLLECITAZIONI RARE

Come prima espresso, si riportano i risultati della sola combinazione suddetta, dato che mancando azioni variabili, non si distingue dalle altre SLE.

### Piedritti

Sforzo normale	Min asta 38 39	-0.00 [kN]	Comb. 3	Max asta 42 2	11.25 [kN]	Comb. 3
Taglio piano 1-2	Min asta 42 2	-9.60 [kN]	Comb. 3	Max asta 29 1	9.60 [kN]	Comb. 3
Taglio piano 1-3	Min asta 42 2	-0.00 [kN]	Comb. 3	Max asta 42 2	0.00 [kN]	Comb. 3
Momento torcente	Min asta 38 39	0.00 [kNm]	Comb. 3	Max asta 38 39	0.00 [kNm]	Comb. 3
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 29 1	-4.77 [kNm]	Comb. 3	Max asta 42 2	<b>4.77 [kNm]</b>	Comb. 3
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 42 2	-0.00 [kNm]	Comb. 3	Max asta 42 2	0.00 [kNm]	Comb. 3

### Soletta di fondazione

Taglio	Min trave 2 1	-7.81 [kN]	Comb. 3	Max trave 2 1	7.81 [kN]	Comb. 3
Pressioni sul terreno	Min trave 2 1	0.015 [MPa]	Comb. 3	Max trave 44 1	0.012 [MPa]	Comb. 3
Momento flettente	Min trave 2 1	<b>-5.83 [kNm]</b>	Comb. 3	Max trave 44 1	-0.00 [kNm]	Comb. 3
Momento torcente	Min trave 2 1	-0.00 [kNm]	Comb. 3	Max trave 2 43	0.00 [kNm]	Comb. 3

## 14.11 VERIFICHE SLU/SLV

### 14.11.1 Piedritti – flessione

Base sezione B= 100,00cm

Altezza sezione H= 30,00cm

Afi= 5Ø16 = 10,05cmq    Afs=5Ø16 = 10,05cmq

RELAZIONE DI CALCOLO

**Titolo :** Piedritti

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10,05	5
2	10,05	25

**Sollecitazioni**  
S.L.U.  Metodo n

N <sub>Ed</sub>	<input type="text" value="14,62"/>	<input type="text" value="0"/>	kN
M <sub>xEd</sub>	<input type="text" value="17,27"/>	<input type="text" value="0"/>	kNm
M <sub>yEd</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

**Materiali**

B450C		C32/40	
ε <sub>su</sub>	<input type="text" value="67,5"/> ‰	ε <sub>c2</sub>	<input type="text" value="2"/> ‰
f <sub>yd</sub>	<input type="text" value="391,3"/> N/mm²	ε <sub>cu</sub>	<input type="text" value="3,5"/>
E <sub>s</sub>	<input type="text" value="200 000"/> N/mm²	f <sub>cd</sub>	<input type="text" value="18,13"/>
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	<input type="text" value="15"/>	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub>	<input type="text" value="0,8"/> ?
ε <sub>syd</sub>	<input type="text" value="1,957"/> ‰	σ <sub>c,adm</sub>	<input type="text" value="12,25"/>
σ <sub>s,adm</sub>	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ <sub>co</sub>	<input type="text" value="0,7333"/>
		τ <sub>c1</sub>	<input type="text" value="2,114"/>

M<sub>xRd</sub>  kN m

σ<sub>c</sub>  N/mm²

σ<sub>s</sub>  N/mm²

ε<sub>c</sub>  ‰

ε<sub>s</sub>  ‰

d  cm

x  x/d

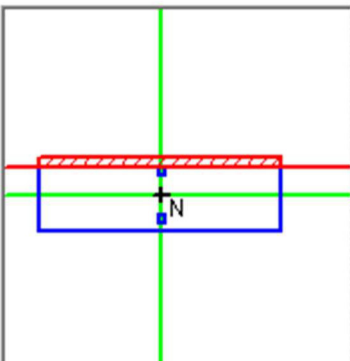
δ

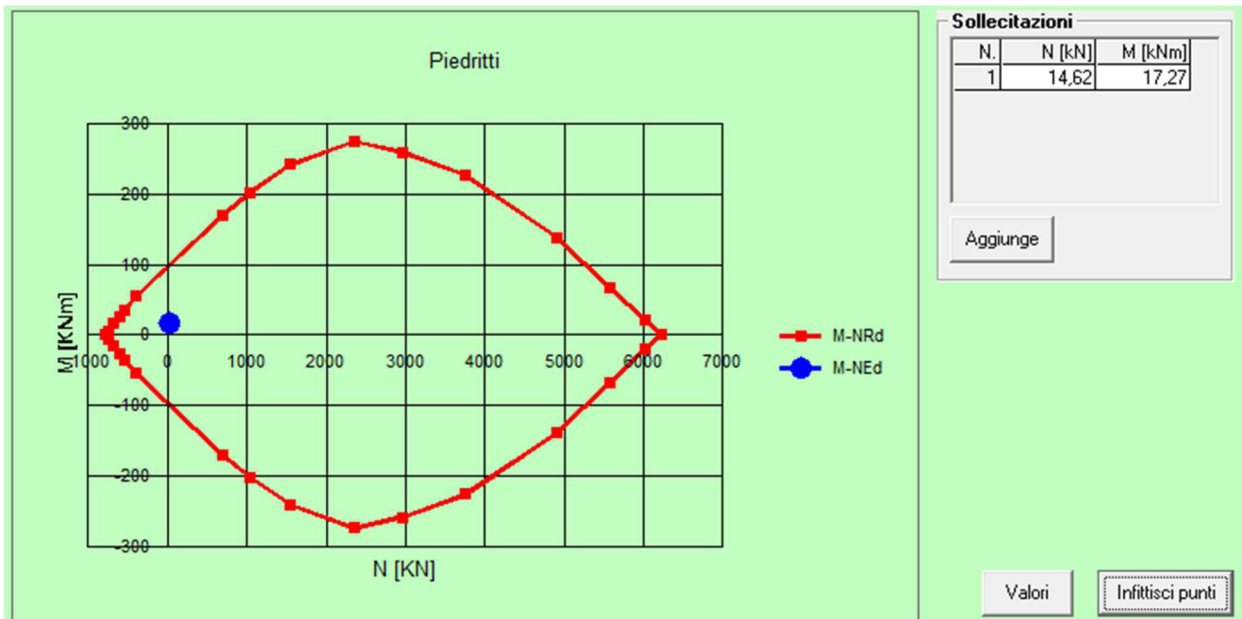
N° rett.

Calcola MRd  Dominio M-N

L<sub>0</sub>  cm Col. modello

Precompresso





### 14.11.2 Piedritti – taglio

**Verifica a taglio**

par. 4.1.2.1.3.1 NTC2008

Valore di calcolo dello sforzo di taglio  
resistenza calcestruzzo

$V_{Ed}$  25410 N  
 $R_{ck}$  40 N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{ck}$  33,2 N/mm<sup>2</sup>

coeff. parziale di sicurezza del cls  
altezza  
copriferro

$\gamma_c$  1,5  
 $h$  300 mm  
 $c$  50 mm

altezza utile  
larghezza minima sezione

$d$  250 mm  
 $b_w$  1000 mm

armatura longitudinale

$A_{sl}$  1004,8 mm<sup>2</sup>

sezione calcestruzzo

$A_c$  300000 mm<sup>2</sup>

valore di calcolo dello sforzo normale

$N_{Ed}$  14620 N

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$k$  1,8944272

$$v_{min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$$

$v_{min}$  0,5258404

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w d) \leq 0,02$$

$\rho_1$  0,0040192 rapporto geometrico di armatura longitudinale

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c \leq 0,2f_{cd}$$

$\sigma_{cp}$  0,0487333 N/mm<sup>2</sup> tensione media di compressione della sezione

Resistenza a taglio

$V_{Rd}$  136628,07 N

$$V_{Rd} = \{ (0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}) / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

**VERIFICATA**  
**VERIFICATA**

14.11.3 Soletta – flessione

Base sezione B= 100,00cm

Altezza sezione H= 40,00cm

Afi= 5Ø16 = 10,05cmq Afs=5Ø16 = 10,05cmq

**Titolo :** Soletta

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10,05	5
2	10,05	25

**Tipologia Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  Metodo n

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

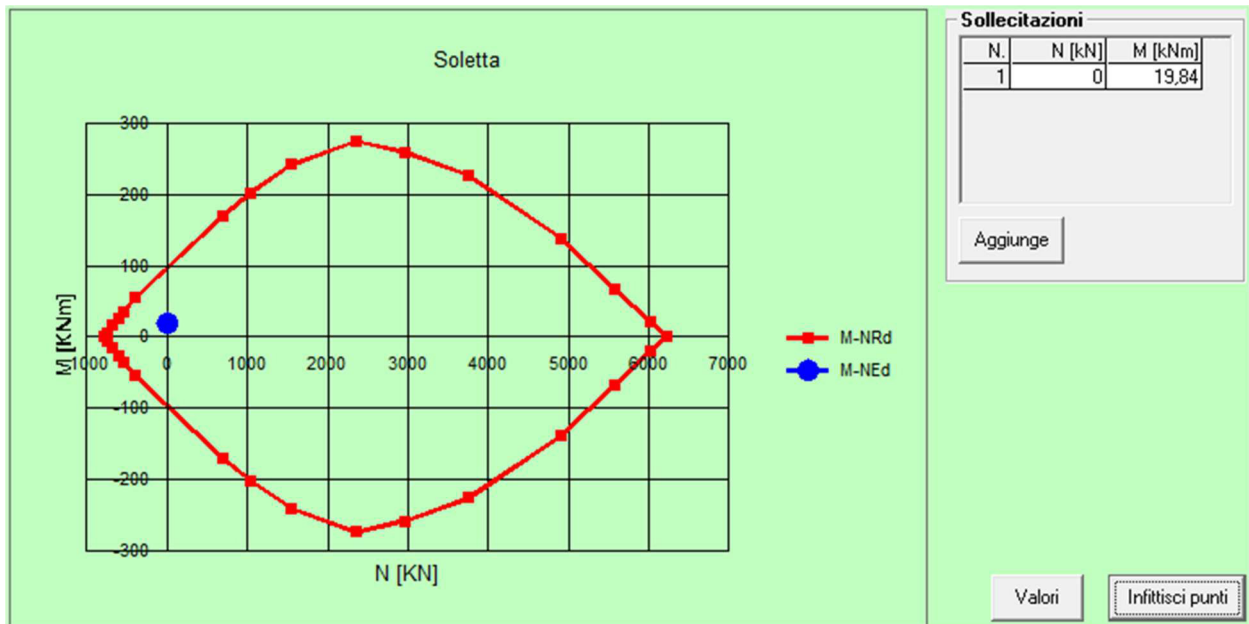
**Tipologia flessione**  
 Retta  Deviate

**Materiali**  
   
 $\epsilon_{su}$  67,5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391,3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3,5 ‰  
 $E_s$  200 000 N/mm²  $f_{cd}$  18,13  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0,8 ?  
 $\epsilon_{syd}$  1,957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12,25  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0,7333  
 $\tau_{c1}$  2,114

**Lato calcestruzzo - Acciaio snervato**  
 $M_{xRd}$  98,11 kN m  
 $\sigma_c$  -18,13 N/mm²  
 $\sigma_s$  391,3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3,5 ‰  
 $\epsilon_s$  18,65 ‰  
 d 25 cm  
 x 3,95 x/d 0,158  
 $\delta$  0,7

**Calcola MRd** **Dominio M-N**  
 N° rett. 100  
 L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello

Precompresso



#### 14.11.4 Soletta – taglio

##### Verifica a taglio

par. 4.1.2.1.3.1 NTC2008

Valore di calcolo dello sforzo di taglio	$V_{Ed}$	13820	N
resistenza calcestruzzo	$R_{ck}$	40	N/mm <sup>2</sup>
	$f_{ck}$	33,2	N/mm <sup>2</sup>
coeff. parziale di sicurezza del cls	$\gamma_c$	1,5	
altezza	$h$	300	mm
copriferro	$c$	50	mm
altezza utile	$d$	250	mm
larghezza minima sezione	$b_w$	1000	mm
armatura longitudinale	$A_{sl}$	1004,8	mm <sup>2</sup>
sezione calcestruzzo	$A_c$	300000	mm <sup>2</sup>
valore di calcolo dello sforzo normale	$N_{Ed}$	0	N

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2 \quad k = 1,8944272$$

$$v_{min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0,5258404$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w d) \leq 0,02 \quad \rho_1 = 0,0040192 \quad \text{rapporto geometrico di armatura longitudinale}$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c \leq 0,2f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0 \text{ N/mm}^2 \quad \text{tensione media di compressione della sezione}$$

Resistenza a taglio  $V_{Rd} = 134800,57 \text{ N}$

$$V_{Rd} = \{(0,18 * k * (100 * \rho_1 * f_{ck})^{1/3}) / \gamma_c + 0,15 * \sigma_{cp}\} * b_w * d \geq (v_{min} + 0,15 * \sigma_{cp}) * b_w * d$$

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

**VERIFICATA**  
**VERIFICATA**

## 14.12 VERIFICHE SLE

### 14.12.1 Piedritti

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	$M_{Ed}$	4,8	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	$n$	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$h$	300	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$b$	1000	[mm]
Copriferro	$d'$	50	[mm]
Altezza utile della sezione	$d$	250	[mm]
Area dell'armatura tesa	$A_s$	1005	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	$A's$	1005	[mm <sup>2</sup> ]
Posizione dell'asse neutro	$x$	69,63	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	$J$	608931859,6	[mm <sup>4</sup> ]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt}$	19,92	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	$\sigma_s$	360	[MPa]
<b>Tensione nel calcestruzzo</b>	$\sigma_c$	<b>0,55</b>	<b>[MPa]</b>
<b>Tensione nell'armatura tesa</b>	$\sigma_s$	<b>21,19</b>	<b>[MPa]</b>

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	$M_{Ed}$	4,8	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	$n$	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$j$	300	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$b$	1000	[-]
Copriferro	$d'$	50	[-]
Altezza utile della sezione	$d'$	250	[-]
Area dell'armatura tesa	$A_s$	1005	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	$A's$	1005	[mm <sup>2</sup> ]
Posizione dell'asse neutro	$x$	69,63	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	$J$	608931859,6	[mm <sup>4</sup> ]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14,94	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	$\sigma_s$	360	[MPa]
<b>Tensione nel calcestruzzo</b>	$\sigma_c$	<b>0,55</b>	<b>[MPa]</b>
<b>Tensione nell'armatura tesa</b>	$\sigma_s$	<b>21,19</b>	<b>[MPa]</b>



<b>CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS</b>			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	300	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Area dell'armatura tesa	A <sub>s</sub>	1005	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	A' <sub>s</sub>	1005	[mm <sup>2</sup> ]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	50	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	100	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	S <sub>rif,max</sub>	290	[mm]
<b>Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente</b>			
<b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>	<b>M<sub>Ed,q.p.</sub></b>	<b>4,77</b>	<b>[kNm]</b>
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	69,63	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ <sub>s</sub>	21,19	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f <sub>ct,eff</sub>	3,1	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k <sub>t</sub>	0,4	[-]
Altezza efficace	h <sub>c,eff</sub>	76,7908888	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A <sub>c,eff</sub>	76790,8888	[mm <sup>2</sup> ]
Rapporto geometrico sull'area efficace	ρ <sub>p,eff</sub>	0,01309	[-]
Rapporto tra E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub>	α <sub>e</sub>	5,94	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	ε <sub>sm</sub> - ε <sub>cm</sub>	-0,000404	[-]
		0,000064	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	φ <sub>eq</sub>	16,00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k <sub>1</sub>	0,8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k <sub>2</sub>	0,5	[-]
	k <sub>3</sub>	3,4	[-]
	k <sub>4</sub>	0,425	[-]
Distanza massima tra le fessure	S <sub>r,max</sub>	377,77	[mm]
		377,77	[mm]
<b>Ampiezza delle fessure</b>	<b>w<sub>k</sub></b>	<b>0,0240</b>	<b>[mm]</b>
<b>Ampiezza massima delle fessure</b>	<b>w<sub>max</sub></b>	<b>0,2</b>	<b>[mm]</b>
<b>Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente</b>			
<b>Momento sollecitante per la combinazione Frequente</b>	<b>M<sub>Ed,freq.</sub></b>	<b>4,77</b>	<b>[kNm]</b>
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	69,63	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ <sub>s</sub>	21,19	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f <sub>ct,eff</sub>	3,1	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k <sub>t</sub>	0,4	[-]
Altezza efficace	h <sub>c,eff</sub>	76,7908888	[mm]



RELAZIONE DI CALCOLO

Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	76790,8888	[mm <sup>2</sup> ]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0,01309	[-]
Rapporto tra $E_s/E_{cm}$	$\alpha_e$	5,94	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	-0,000404	[-]
		0,000064	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	$\phi_{eq}$	16,00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	$k_1$	0,8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	$k_2$	0,5	[-]
	$k_3$	3,4	[-]
	$k_4$	0,425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	377,77	[mm]
		377,77	[mm]
<b>Ampiezza delle fessure</b>	<b><math>w_k</math></b>	<b>0,0240</b>	<b>[mm]</b>
<b>Ampiezza massima delle fessure</b>	<b><math>w_{max}</math></b>	<b>0,3</b>	<b>[mm]</b>

14.12.2 Soletta

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	$M_{Ed}$	5,8	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	$n$	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$h$	300	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$b$	1000	[mm]
Copriferro	$d'$	50	[mm]
Altezza utile della sezione	$d$	250	[mm]
Area dell'armatura tesa	$A_s$	1005	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	$A's$	1005	[mm <sup>2</sup> ]
Posizione dell'asse neutro	$x$	69,63	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a $x$	$J$	608931859,6	[mm <sup>4</sup> ]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt}$	19,92	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	$\sigma_s$	360	[MPa]
<b>Tensione nel calcestruzzo</b>	<b><math>\sigma_c</math></b>	<b>0,67</b>	<b>[MPa]</b>
<b>Tensione nell'armatura tesa</b>	<b><math>\sigma_s</math></b>	<b>25,90</b>	<b>[MPa]</b>

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente			

RELAZIONE DI CALCOLO

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	$M_{Ed}$	5,8	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	300	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	50	[-]
Altezza utile della sezione	d'	250	[-]
Area dell'armatura tesa	$A_s$	1005	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	$A'_s$	1005	[mm <sup>2</sup> ]
Posizione dell'asse neutro	x	69,63	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	608931859	[mm <sup>4</sup> ]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q,p}$	14,94	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	$\sigma_s$	360	[MPa]
<b>Tensione nel calcestruzzo</b>	$\sigma_c$	<b>0,67</b>	<b>[MPa]</b>
<b>Tensione nell'armatura tesa</b>	$\sigma_s$	<b>25,90</b>	<b>[MPa]</b>

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS

Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	300	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Area dell'armatura tesa	$A_s$	1005	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	$A'_s$	1005	[mm <sup>2</sup> ]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	50	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	100	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	$s_{rif,max}$	290	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente

<b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>	$M_{Ed,q,p}$	<b>5,83</b>	<b>[kNm]</b>
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	69,63	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	$\sigma_s$	25,90	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3,1	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	$k_t$	0,4	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	76,7908888	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	76790,8888	[mm <sup>2</sup> ]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0,01309	[-]
Rapporto tra $E_s/E_{cm}$	$\alpha_e$	5,94	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	-0,000381	[-]
		0,000078	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	$\phi_{eq}$	16,00	[mm]

RELAZIONE DI CALCOLO

Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	$k_1$	0,8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	$k_2$	0,5 [-]
	$k_3$	3,4 [-]
	$k_4$	0,425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$S_{r,max}$	377,77 [mm]
		377,77 [mm]
<b>Ampiezza delle fessure</b>	<b><math>w_k</math></b>	<b>0,0294 [mm]</b>
<b>Ampiezza massima delle fessure</b>	<b><math>w_{max}</math></b>	<b>0,2 [mm]</b>
<b>Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente</b>		
<b>Momento sollecitante per la combinazione Frequente</b>	<b><math>M_{Ed,freq.}</math></b>	<b>5,83 [kNm]</b>
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	$x$	69,63 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	$\sigma_s$	25,90 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3,1 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	$k_t$	0,4 [-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	76,7908888 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	76790,8888 [mm <sup>2</sup> ]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0,01309 [-]
Rapporto tra $E_s/E_{cm}$	$\alpha_e$	5,94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	-0,000381 [-]
		0,000078 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	$\phi_{eq}$	16,00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	$k_1$	0,8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	$k_2$	0,5 [-]
	$k_3$	3,4 [-]
	$k_4$	0,425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$S_{r,max}$	377,77 [mm]
		377,77 [mm]
<b>Ampiezza delle fessure</b>	<b><math>w_k</math></b>	<b>0,0294 [mm]</b>
<b>Ampiezza massima delle fessure</b>	<b><math>w_{max}</math></b>	<b>0,3 [mm]</b>

## 15 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 15.1 APPROCCIO DI VERIFICA GEOTECNICA

I terreni di fondazione vengono verificati tramite le sollecitazioni ottenute dalle combinazioni dell'APPROCCIO 2 (A1+M1+R3) in cui i coefficienti del terreno sono unitari, ma vengono ridotte le resistenze globali tramite R3.

Tali azioni sono quindi quelle uscenti dal software con il quale è stata modellata la struttura in elevazione, dato che anche questa è stata approcciata con la medesima combinazione di coefficienti.

Per quanto riguarda l'azione derivante dall'analisi sismica, data la progettazione non dissipativa con  $q=1$ , non si prevede alcun incremento. Il YRd di maggiorazione è quindi pari ad 1.

### 15.2 VERIFICHE GEOTECNICHE TOMBINO

Per le caratteristiche dei terreni interessati e per la geometria del tombino, si rimanda ai capitoli 1 e 5.

#### 15.2.1 Inviluppo delle sollecitazioni per la verifica

##### Pressioni massime su terreno di fondazione

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 11 10	2	-0.134
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 6 5	1	-0.116

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 11 10	3	-0.117
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 2 1	3	-0.031

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 11 10	5	-0.097
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 6 5	4	-0.085

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 11 10	6	-0.090
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 6 5	7	-0.073

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 2 1	8	-0.076
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 7 6	8	-0.071

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 11 10	9	<b>-0.084</b>
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 2 1	9	-0.065

**15.2.2 Verifica di portanza**

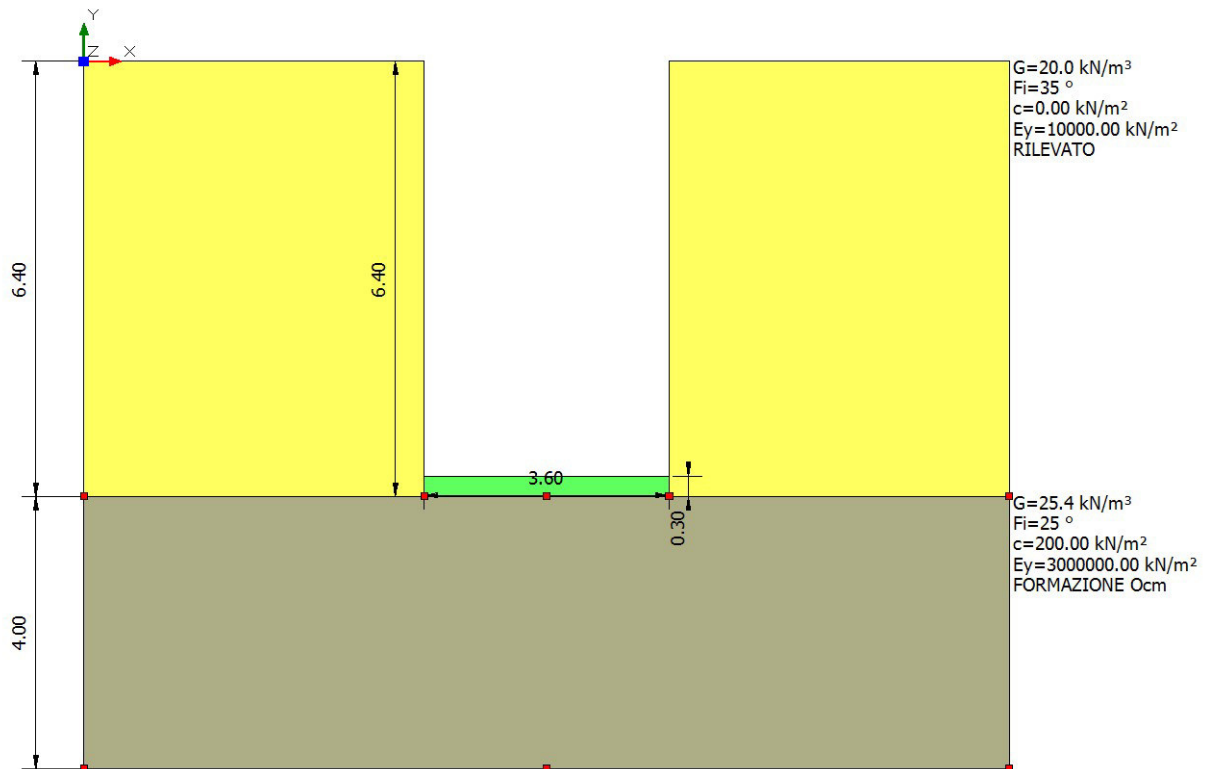


Figura 15-1 "Stratigrafia"

**DATI GENERALI**

=====  
 Normativa NTC 2008  
 Larghezza fondazione 3.6 m  
 Lunghezza fondazione 1.0 m  
 Profondità piano di posa 6.4 m  
 Profondità falda 20.0  
 =====

**SISMA**

=====  
 Accelerazione massima (amax/g) 0.342  
 Effetto sismico secondo Paolucci, Pecker (1997)  
 Coefficiente sismico orizzontale 0.0959  
 =====

**Coefficienti sismici [N.T.C.]**

=====

**RELAZIONE DI CALCOLO**

**Dati generali**

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie  
Classe d'uso: Classe IV  
Vita nominale: 50.0 [anni]  
Vita di riferimento: 100.0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo: B  
Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	60.0	0.579	2.505	0.269
S.L.D.	101.0	0.824	2.439	0.286
S.L.V.	949.0	3.03	2.362	0.455
S.L.C.	1950.0	4.364	2.344	0.517

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.6948	0.2	0.0142	0.0071
S.L.D.	0.9888	0.2	0.0202	0.0101
S.L.V.	3.3574	0.28	0.0959	0.0479
S.L.C.	4.364	1.0	0.445	0.2225

**STRATIGRAFIA TERRENO**

Spessore [m]	Peso unità di volume [kN/ m <sup>3</sup> ]	Peso unità di volume saturo [kN/ m <sup>3</sup> ]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m <sup>2</sup> ]	Coesione non drenata [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Elastico [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Edometrico [kN/ m <sup>2</sup> ]	Poisson [ ]	Coeff. consolidazione primaria [cmq /s]	Coeff. consolidazione secondaria	Descrizione
6.4	20.0	20.0	35.0	0.0	0.0	10000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	RILEVATO
4.0	25.4	25.4	25.0	200.0	0.0	300000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	FORMAZIONE Ocm

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m <sup>2</sup> ]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	134.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	Sisma	117.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	97.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.O.	84.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	2.3	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

**CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3**

Autore: Meyerhof and Hanna (1978)

Carico limite [Qult] 797.14 kN/m<sup>2</sup>

Resistenza di progetto [Rd] 346.58 kN/m<sup>2</sup>

Tensione [Ed] 134.0 kN/m<sup>2</sup>

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] 5.95

Condizione di verifica [Ed<=Rd] **Verificata**

**A1+M1+R3**

Autore: Meyerhof and Hanna (1978) (Condizione drenata)

=====

Strato 1 sopra, strato 2 sotto

Fattori di capacità portante strato 1

Fattore [Nq] 10.66

Fattore [Nc] 20.72

Fattore [Ng] 2.14



Fattori di capacità portante strato 2

Fattore [Nq] 1.0

Fattore [Nc] 5.14

Carico limite strato 2 (qb) 264.16 kN/m<sup>2</sup>

Carico limite strato 1 (qt) 9618.26 kN/m<sup>2</sup>

Incremento carico limite strato 1 634.58 kN/m<sup>2</sup>

Coefficiente di punzonamento (ks) 0.86

Rapporto (q1/q2) 0.0

=====

Carico limite 797.14 kN/m<sup>2</sup>

Resistenza di progetto 346.58 kN/m<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] **Verificata**

=====

### Sisma

Autore: Meyerhof and Hanna (1978) (Condizione drenata)

=====

Strato 1 sopra, strato 2 sotto

Fattori di capacità portante strato 1

Fattore [Nq] 10.66

Fattore [Nc] 20.72

Fattore [Ng] 2.14

Fattori di capacità portante strato 2

Fattore [Nq] 1.0

Fattore [Nc] 5.14

Carico limite strato 2 (qb) 264.16 kN/m<sup>2</sup>

Carico limite strato 1 (qt) 9618.26 kN/m<sup>2</sup>

Incremento carico limite strato 1 634.58 kN/m<sup>2</sup>

Coefficiente di punzonamento (ks) 0.86

Rapporto (q1/q2) 0.0

Carico limite 797.14 kN/m<sup>2</sup>  
Resistenza di progetto 346.58 kN/m<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] **Verificata**

=====

**CEDIMENTI ELASTICI**

=====

Pressione normale di progetto 83.0 kN/m<sup>2</sup>  
Spessore strato 30.0 m  
Profondità substrato roccioso 30.0 m  
Modulo Elastico 3000000.0 kN/m<sup>2</sup>  
Coefficiente di Poisson 0.25

=====

Coefficiente di influenza I1 0.25  
Coefficiente di influenza I2 0.0  
Coefficiente di influenza Is 0.25

=====

Cedimento al centro della fondazione -0.01 mm

=====

Coefficiente di influenza I1 0.24  
Coefficiente di influenza I2 0.01  
Coefficiente di influenza Is 0.25  
Cedimento al bordo -0.01 mm

=====

I cedimenti sono ritenuti perfettamente compatibili con lea funzionalità dell'opera.

**15.2.3 Verifica di galleggiamento**

La verifica viene trascurata, dato che dalle indagini geologiche svolte, non si è rinvenuta falda a profondità interferenti con l'opera in progetto.

**15.3 VERIFICHE GEOTECNICHE POZZETTO DI VALLE**

Per le caratteristiche dei terreni interessati e per la geometria del tombino, si rimanda ai capitoli precedenti.

**15.3.1 Inviluppo delle sollecitazioni per la verifica**

Pressioni massime su terreno

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 2 1	1	-0.019
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 44 1	1	-0.016

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 2 43	2	-0.018
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 44 1	2	-0.000

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 2 1	3	-0.015
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 44 1	3	-0.012

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 2 1	4	-0.015
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 44 1	4	-0.012

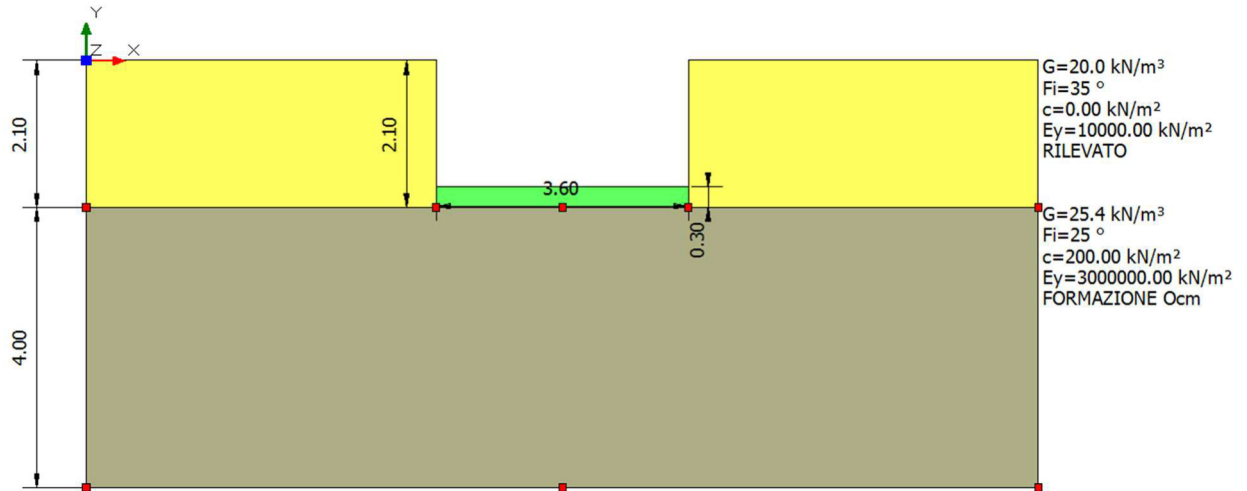
Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 2 1	5	-0.015
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 44 1	5	-0.012

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 2 1	6	-0.015
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 44 1	6	-0.009

### 15.3.2 Verifica di portanza



#### DATI GENERALI

Normativa NTC 2008

Larghezza fondazione 3.6 m

Lunghezza fondazione 1.0 m

Profondità piano di posa 1.8 m

Profondità falda 20.0

#### SISMA

Accelerazione massima ( $a_{max}/g$ ) 0.342

Effetto sismico secondo Paolucci, Pecker (1997)

Coefficiente sismico orizzontale 0.0959

#### Coefficienti sismici [N.T.C.]

#### Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie

Classe d'uso: Classe IV

Vita nominale: 50.0 [anni]

Vita di riferimento: 100.0 [anni]

#### Parametri sismici su sito di riferimento

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Categoria sottosuolo: B  
Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	60.0	0.579	2.505	0.269
S.L.D.	101.0	0.824	2.439	0.286
S.L.V.	949.0	3.03	2.362	0.455
S.L.C.	1950.0	4.364	2.344	0.517

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.6948	0.2	0.0142	0.0071
S.L.D.	0.9888	0.2	0.0202	0.0101
S.L.V.	3.3574	0.28	0.0959	0.0479
S.L.C.	4.364	1.0	0.445	0.2225

**STRATIGRAFIA TERRENO**

Spessore [m]	Peso unità di volume [kN/ m <sup>3</sup> ]	Peso unità di volume saturato [kN/ m <sup>3</sup> ]	Angolo di attrito [°]	Coeficiente [kN/m <sup>2</sup> ]	Coeficiente non drenato [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Elastico [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Edometrico [kN/ m <sup>2</sup> ]	Poisson [ ]	Coefficiente consolidazione primaria [cmq /s]	Coefficiente consolidazione secondaria	Descrizione
1.8	20.0	20.0	35.0	0.0	0.0	10000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	RILEVATO
4.0	25.4	25.4	25.0	200.0	0.0	300000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	FORMAZIONE Ocm

**Carichi di progetto agenti sulla fondazione**

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m <sup>2</sup> ]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	Sisma	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

**RELAZIONE DI CALCOLO**

4	S.L.O.	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
---	--------	-------	------	------	------	------	------	----------

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	2.3	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

**CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3**

Autore: Meyerhof and Hanna (1978)

Carico limite [Qult] 576.18 kN/m<sup>2</sup>

Resistenza di progetto [Rd] 250.51 kN/m<sup>2</sup>

Tensione [Ed] 19.0 kN/m<sup>2</sup>

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] 30.33

Condizione di verifica [Ed<=Rd] **Verificata**

**A1+M1+R3**

Autore: Meyerhof and Hanna (1978) (Condizione drenata)

=====

Strato 1 sopra, strato 2 sotto

Fattori di capacità portante strato 1

Fattore [Nq] 10.66

Fattore [Nc] 20.72

Fattore [Ng] 2.14

Fattori di capacità portante strato 2

Fattore [Nq] 1.0

Fattore [Nc] 5.14

Carico limite strato 2 (qb) 147.32 kN/m<sup>2</sup>

Carico limite strato 1 (qt) 7924.02 kN/m<sup>2</sup>

Incremento carico limite strato 1 530.46 kN/m<sup>2</sup>

Coefficiente di punzonamento (ks) 0.86

Rapporto (q1/q2) 0.0

=====  
Carico limite 576.18 kN/m<sup>2</sup>

Resistenza di progetto 250.51 kN/m<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] **Verificata**

=====  
**Sisma**

Autore: Meyerhof and Hanna (1978) (Condizione drenata)

=====  
Strato 1 sopra, strato 2 sotto

Fattori di capacità portante strato 1

Fattore [Nq] 10.66

Fattore [Nc] 20.72

Fattore [Ng] 2.14

Fattori di capacità portante strato 2

Fattore [Nq] 1.0

Fattore [Nc] 5.14

Carico limite strato 2 (qb) 147.32 kN/m<sup>2</sup>

Carico limite strato 1 (qt) 7924.02 kN/m<sup>2</sup>

Incremento carico limite strato 1 530.46 kN/m<sup>2</sup>

Coefficiente di punzonamento (ks) 0.86

Rapporto (q1/q2) 0.0

=====  
Carico limite 576.18 kN/m<sup>2</sup>

Resistenza di progetto 250.51 kN/m<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] **Verificata**

**CEDIMENTI ELASTICI**

Pressione normale di progetto	20.0	kN/m <sup>2</sup>
Spessore strato	30.0	m
Profondità substrato roccioso	30.0	m
Modulo Elastico	3000000.0	kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson	0.25	
=====		
Coefficiente di influenza I1	0.25	
Coefficiente di influenza I2	0.0	
Coefficiente di influenza Is	0.25	
=====		
Cedimento al centro della fondazione	-0.01	mm
=====		
Coefficiente di influenza I1	0.24	
Coefficiente di influenza I2	0.01	
Coefficiente di influenza Is	0.25	
Cedimento al bordo	0.0	mm
=====		

I cedimenti sono ritenuti perfettamente compatibili con lea funzionalità dell'opera.

**15.3.3 Verifica di galleggiamento**

La verifica viene trascurata, dato che dalle indagini geologiche svolte, non si è rinvenuta falda a profondità interferenti con l'opera in progetto.

**15.4 VERIFICHE GEOTECNICHE POZZETTO DI MONTE**

Per le caratteristiche dei terreni interessati e per la geometria del tombino, si rimanda ai capitoli precedenti.

**15.4.1 Involuppo delle sollecitazioni per la verifica**

Pressioni massime su terreno

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 21 148 286 285	1	0.000
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 292 293 298 297	1	<b>0.006</b>

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita



**RELAZIONE DI CALCOLO**

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 152 17 223 290	4	-0.009
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 152 17 223 290	9	<b>0.012</b>

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 21 148 286 285	10	0.000
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 292 293 298 297	10	<b>0.004</b>

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 21 148 286 285	11	0.000
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 292 293 298 297	11	<b>0.004</b>

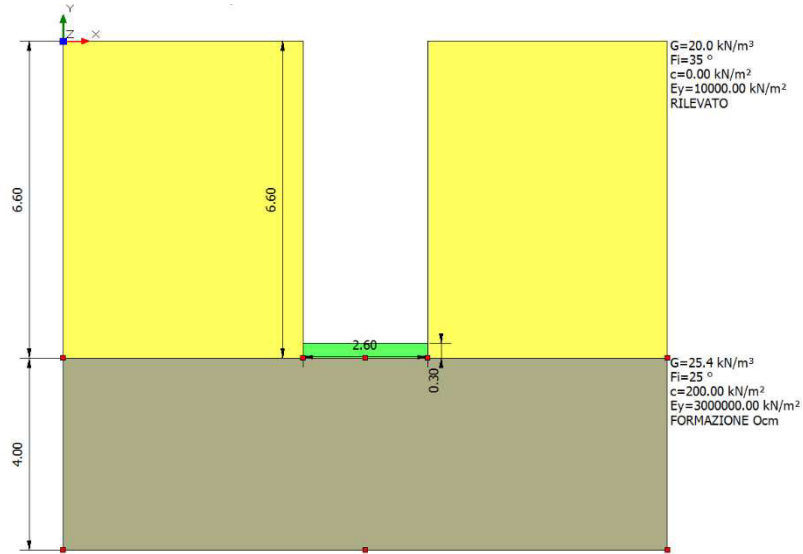
Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 21 148 286 285	12	0.000
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 292 293 298 297	12	0.004

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 152 17 223 290	15	-0.000
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 289 290 295 294	17	<b>0.005</b>

### 15.4.2 Verifica di portanza



#### DATI GENERALI

Normativa NTC 2008

Larghezza fondazione 2.6 m  
Lunghezza fondazione 3.6 m  
Profondità piano di posa 6.6 m  
Profondità falda 20.0

#### SISMA

Accelerazione massima ( $a_{max}/g$ ) 0.342  
Effetto sismico secondo Paolucci, Pecker (1997)  
Coefficiente sismico orizzontale 0.0959

#### Coefficienti sismici [N.T.C.]

#### Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie  
Classe d'uso: Classe IV  
Vita nominale: 50.0 [anni]  
Vita di riferimento: 100.0 [anni]

#### Parametri sismici su sito di riferimento

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	60.0	0.579	2.505	0.269
S.L.D.	101.0	0.824	2.439	0.286
S.L.V.	949.0	3.03	2.362	0.455
S.L.C.	1950.0	4.364	2.344	0.517

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.6948	0.2	0.0142	0.0071
S.L.D.	0.9888	0.2	0.0202	0.0101
S.L.V.	3.3574	0.28	0.0959	0.0479
S.L.C.	4.364	1.0	0.445	0.2225

**STRATIGRAFIA TERRENO**

Spessore [m]	Peso unità di volume [kN/ m <sup>3</sup> ]	Peso unità di volume saturato [kN/ m <sup>3</sup> ]	Angolo di attrito [°]	Coef. di coesione [kN/m <sup>2</sup> ]	Coef. di coesione non drenata [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Elastico [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Edometrico [kN/ m <sup>2</sup> ]	Poisson [ ]	Coeff. di consolidazione primaria [cmq /s]	Coeff. di consolidazione secondaria	Descrizione
6.6	20.0	20.0	35.0	0.0	0.0	10000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	RILEVATO
4.0	25.4	25.4	25.0	200.0	0.0	300000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	FORMAZIONE Ocm

**Carichi di progetto agenti sulla fondazione**

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m <sup>2</sup> ]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	Sisma	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

**RELAZIONE DI CALCOLO**

4	S.L.O.	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
---	--------	------	------	------	------	------	------	----------

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	2.3	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

**CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Sisma**

Autore: Meyerhof and Hanna (1978)

Carico limite [Qult] 1052.56 kN/m<sup>2</sup>

Resistenza di progetto[Rd] 457.64 kN/m<sup>2</sup>

Tensione [Ed] 12.0 kN/m<sup>2</sup>

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] 87.71

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

**A1+M1+R3**

Autore: Meyerhof and Hanna (1978) (Condizione drenata)

=====

Strato 1 sopra, strato 2 sotto

Fattori di capacità portante strato 1

Fattore [Nq] 10.66

Fattore [Nc] 20.72

Fattore [Ng] 2.14

Fattori di capacità portante strato 2

Fattore [Nq] 1.0

Fattore [Nc] 5.14

Carico limite strato 2 (qb) 269.24 kN/m<sup>2</sup>

Carico limite strato 1 (qt) 6735.03 kN/m<sup>2</sup>

Incremento carico limite strato 1    884.92 kN/m<sup>2</sup>  
Coefficiente di punzonamento (ks)    0.86  
Rapporto (q1/q2)    0.0

=====  
Carico limite 1052.56            kN/m<sup>2</sup>  
Resistenza di progetto            457.64 kN/m<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]        Verificata

=====

### Sisma

Autore: Meyerhof and Hanna (1978) (Condizione drenata)

=====

Strato 1 sopra, strato 2 sotto

Fattori di capacità portante strato 1

Fattore [Nq] 10.66

Fattore [Nc] 20.72

Fattore [Ng] 2.14

Fattori di capacità portante strato 2

Fattore [Nq] 1.0

Fattore [Nc] 5.14

Carico limite strato 2 (qb)    269.24 kN/m<sup>2</sup>

Carico limite strato 1 (qt)    6735.03            kN/m<sup>2</sup>

Incremento carico limite strato 1    884.92 kN/m<sup>2</sup>

Coefficiente di punzonamento (ks)    0.86

Rapporto (q1/q2)    0.0

=====

Carico limite 1052.56            kN/m<sup>2</sup>

Resistenza di progetto            457.64 kN/m<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]        Verificata

=====

**CEDIMENTI ELASTICI**

Pressione normale di progetto	5.0	kN/m <sup>2</sup>
Spessore strato	30.0	m
Profondità substrato roccioso	30.0	m
Modulo Elastico	3000000.0	kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson	0.25	
=====		
Coefficiente di influenza I1	0.62	
Coefficiente di influenza I2	0.01	
Coefficiente di influenza Is	0.62	
=====		
Cedimento al centro della fondazione	-0.07	mm
=====		
Coefficiente di influenza I1	0.58	
Coefficiente di influenza I2	0.02	
Coefficiente di influenza Is	0.59	
Cedimento al bordo	-0.03	mm
=====		

I cedimenti sono ritenuti perfettamente compatibili con le funzionalità dell'opera.

**15.4.3 Verifica di galleggiamento**

La verifica viene trascurata, dato che dalle indagini geologiche svolte, non si è rinvenuta falda a profondità interferenti con l'opera in progetto.

## 16 SINTESI DEI RISULTATI

Per maggiore chiarezza nella lettura dei tabulati di calcolo e nell'interpretazione dei risultati delle verifiche si esplicitano i seguenti aspetti riguardanti le armature degli elementi strutturali.

### 16.1 SOLETTE FONDAZIONE

#### 16.1.1 Tombino

La platea di fondazione in c.a. (sp= 30cm): armata con  $\emptyset 20/20$  superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con  $\emptyset 10/20$  superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

#### 16.1.2 Pozzetto monte

La platea di fondazione in c.a. (sp= 30cm): armata con  $\emptyset 20/20$  superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con  $\emptyset 20/20$  superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

#### 16.1.3 Pozzetto valle

La platea di fondazione in c.a. (sp=30cm): armata con  $\emptyset 16/20$  superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con  $\emptyset 10/20$  superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

### 16.2 PARETI

#### 16.2.1 Tombino

Le pareti in c.a (sp = 30 cm): armata con  $\emptyset 20/20$  superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con  $\emptyset 10/20$  superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

#### 16.2.2 Pozzetto monte

Le pareti in c.a (sp = 30 cm): armata con  $\emptyset 20/20$  superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con  $\emptyset 20/20$  superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

#### 16.2.3 Pozzetto valle

Le pareti in c.a (sp = 30 cm): armata con  $\emptyset 16/20$  superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con  $\emptyset 10/20$  superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

### 16.3 SOLETTA COPERTURA

La soletta di copertura in c.a. (sp = 30 cm): armata con  $\emptyset 20/10$  superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con  $\emptyset 10/10$  superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

## 16.4 CONTROLLO DETTAGLI COSTRUTTIVI

**Min 0,2%**

**Max 4%**

SP 30cm

Massimo ( $\emptyset 20/10$ )

%max,d 1,256637 - percentuale massima di progetto  
verificato

Minimo ( $\emptyset 10/20$ )

%min,d 0,314159 - percentuale minima di progetto  
verificato

La verifica dello spessore minimo viene omessa in quanto trattasi di strutture scatolari non adibite ad uso abitativo e quindi non soggette a limite minimo così come indicato dal TU 2008 al 7.4.6.1.4.



## 17 ACCETTABILITA' DEI CALCOLI

Per il controllo di accettabilità dei calcoli, si confronta il taglio in soletta dello scatolare ottenuto da semplici calcoli con il taglio ottenuto dall'output del software. Ciò permetterà di controllare il buon funzionamento di:

- Modellazione geometrica
- Modellazione dei vincoli
- Modellazione dei carichi
- Modellazione delle combinazioni di carico

Di seguito i dati necessari al calcolo manuale:

- (S) Spessore soletta=30cm  
(l) Larghezza di calcolo soletta=100cm  
(L) Lunghezza frame soletta=240cm  
(G1k) Peso strutturale=25x0,3=7,5kN/m  
(G2k) Peso ricoprimento=80kN/m  
(Q1k) Tandem=19,25kN/m  
(Q2k) Distribuito=9kN/m

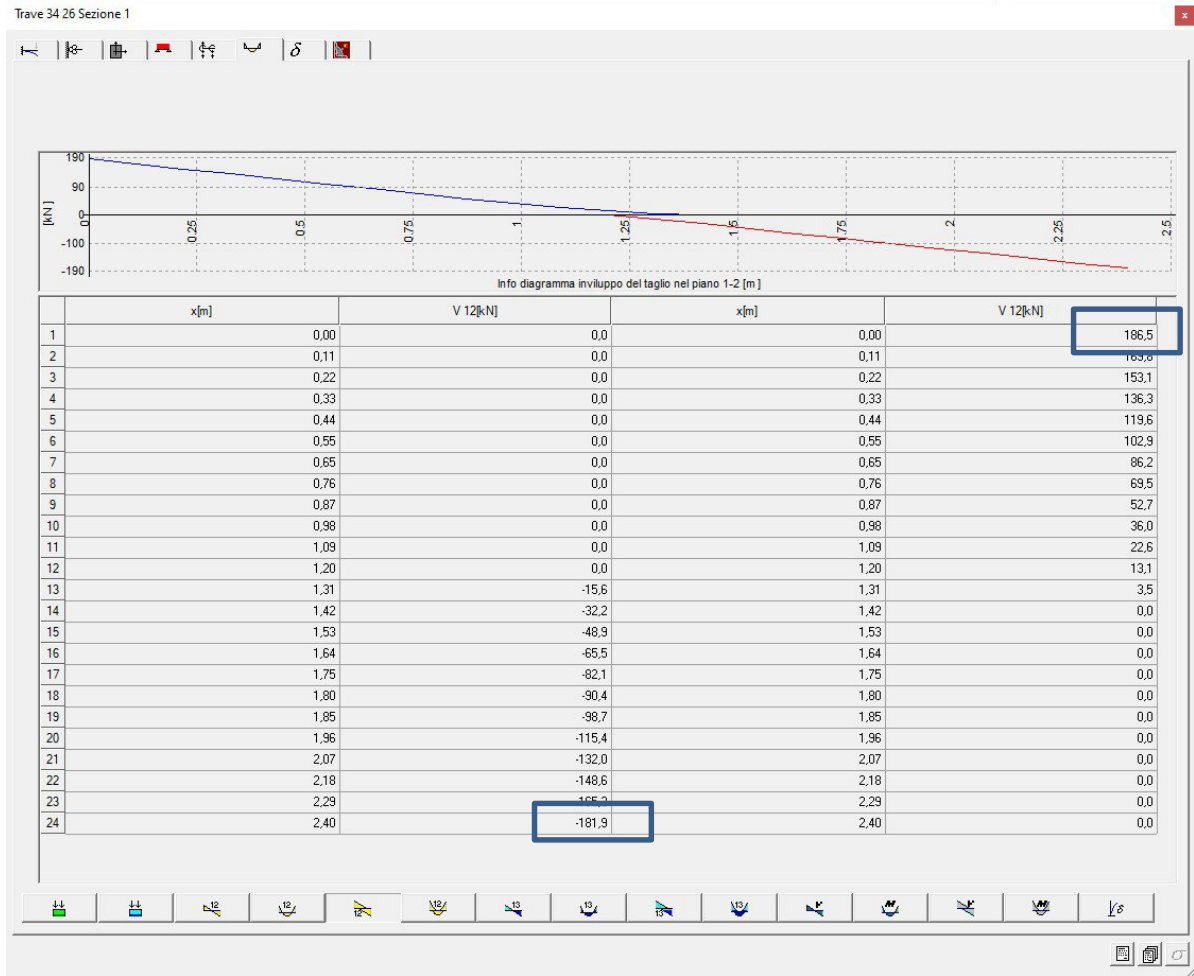
Si esegue la combinazione delle azioni per ottenere il carico distribuito totale:

$$P=1,35 \times 7,5 + 1,35 \times 80 + 1,25 \times 19,25 + 1,5 \times 9 = 153,28 \text{ kN/m}$$

$$V_{\max} = (P \times L) / 2 = 183,94 \text{ kN}$$

Si riporta un estratto del software:

**RELAZIONE DI CALCOLO**



I risultati sono del tutto in linea con i calcoli eseguiti a mano.

## 18 LICENZA SOFTWARE



### LICENZA DI PRODOTTO

Numero di serie: **8904 CPRGTT**

# N.01 WinStrand 2021

Data di acquisto: 16 06 2021

Utente: **Cooprogetti società cooperativa**

Indirizzo: Via della Piaggiola, 152

Città: 06024 Gubbio (PG)

Codice Fiscale: 00424850543

Partita I.V.A.: 00424850543

E-mail: assistenza@cooprogetti.it

Analisi Strutturale:	SI	Verifica Sezioni Miste:	SI
Verifica e Disegno CA:	SI	Verifica e Disegno Lastre:	SI
Verifiche Acciaio:	SI	Compositore Profili:	SI
Estensione G.D.L.:	SI	Gestore Sezioni C.A.:	SI
Pali:	SI	Verifiche e Disegno Nodi Acciaio:	NO
Prefix:	SI	Supporto Chiave Monoutente:	SI
Supporto Condivisione Software:	SI	Geo Fondazioni:	NO
Analisi non lineare:	SI	Murature:	SI
Verifica Resistenza al Fuoco:	SI	Edifici Esistenti:	SI
Verifica Aste Legno:	SI	Solai C.A.:	NO
Verifiche Acciaio Americane:	NO	Solaio Misto Legno Calcestruzzo:	NO
Verifiche Acciaio Australiane:	NO		

Scadenza InForma: **30 06 2022**



ENEXSYS S.R.L. - Via Tizzano 46/2 - 40033 Casalecchio di Reno Tel 051/57.65.05 Fax 051/57.60.06