

Città  
metropolitana  
di Milano

# Westfield

WESTFIELD MILAN S.p.a.  
C.so Giacomo Matteotti, 10  
20121 Milano

ACCORDO DI PROGRAMMA  
(APPROVATO CON D.P.G.R. DEL 22.05.2009 N.5095)  
PRIMO ATTO INTEGRATIVO  
(APPROVATO CON D.P.G.R. DEL 29.03.2010 N.3148)

POTENZIAMENTO DELLA S.P. N.103  
"ANTICA DI CASSANO"  
1° LOTTO - 2° STRALCIO  
TRATTA B

## PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO elaborato :			Cod. Elaborato:
PROGRAMMA RISOLUZIONE INTERFERENZE FOGNARIE CAP - HOLDING INTERFERENZA 45 - MAXIPIPE Relazione di calcolo manufatti prefabbricati			N.05.31
CODICE WM :			Scala:
WM-ERR-TB-00-M2-C-95258			-
	Redatto	Controllato	Approvato
		BRASI	ERBA
			Data: <b>Maggio 2015</b>

Revisioni	Redatto	Controllato	Approvato	DATA:
A		BRASI	ERBA	REV. INT. CAP - LUG. 2018
B				
C				
D				

Progettazione :

**Alpina** spa  
Via Ripamonti 2 - 20136 Milano  
P.I. 10241540151

**errevia** S.R.L.  
RICERCA VIABILITÀ AMBIENTE  
Centro operativo: 20090 Trezzano S/N (MI), via Cristoforo Colombo n.23  
Tel. 02-48400557 - Fax 02-48400429 - e-mail: info@errevia.com  
C.F. 01556460184 - P.IVA 12806130154

Il Direttore Tecnico  
Dott. Ing. Alberto RINALDI

Visto

Visto

WESTFIELD MILAN S.p.a.  
C.so Giacomo Matteotti, 10  
20121 Milano

.....

.....

# RELAZIONE DI CALCOLO

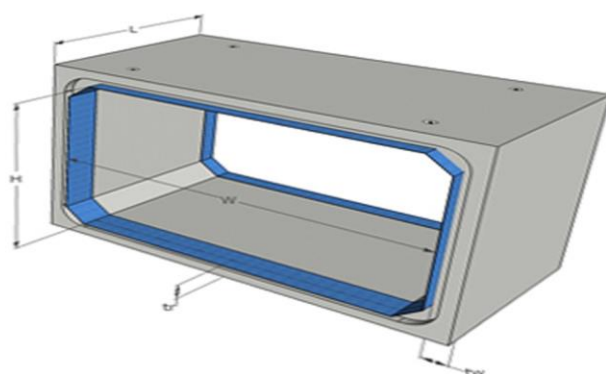
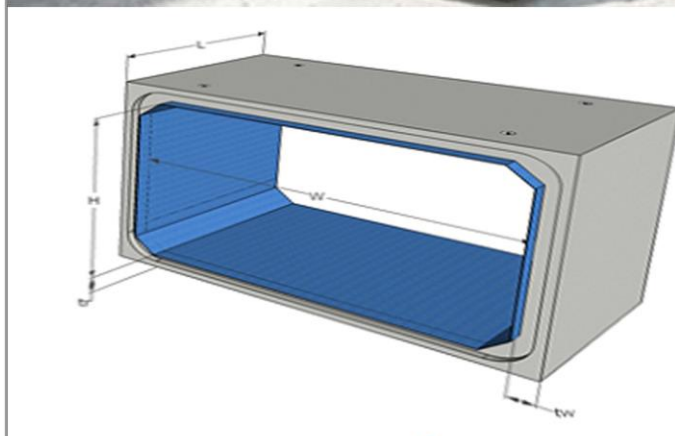
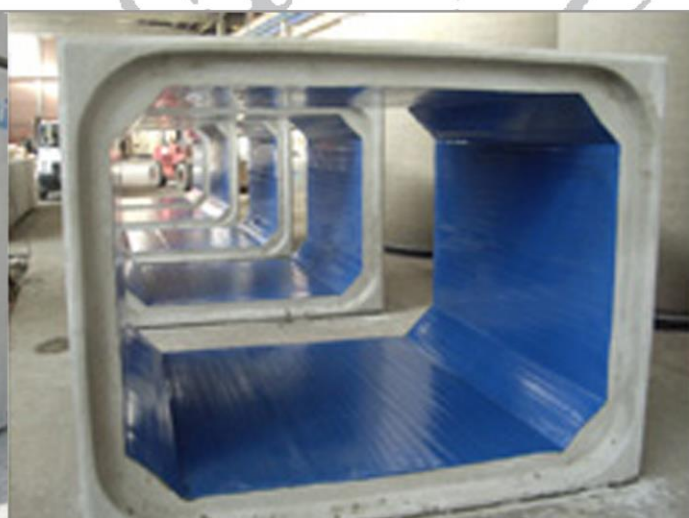
**ALPINA S.p.A.**

**COMUNE DI SEGRATE (MI)**

**MANUFATTI PREFORMATI IN C.A.V.**

**SEZIONE RETTANGOLARE (325x275)CM L=200CM SP. 20CM**

**ELEMENTO DA PORSI IN OPERA INTERRATO  
PER CARICHI VEICOLARI DI 1<sup>A</sup> CATEGORIA**



Il progettista strutturale



Dott. Ing. Ezio Masserdotti

Dott. Ing. Andrea Locatelli

## DESCRIZIONE

---

Si tratta di manufatti prefabbricati in c.a.v. a sezione rettangolare scatolare di profondità 200 cm avente le dimensioni interne (325x275) cm sp.20 cm, ad uso condotta fognaria con guscia di fondo (savanella).

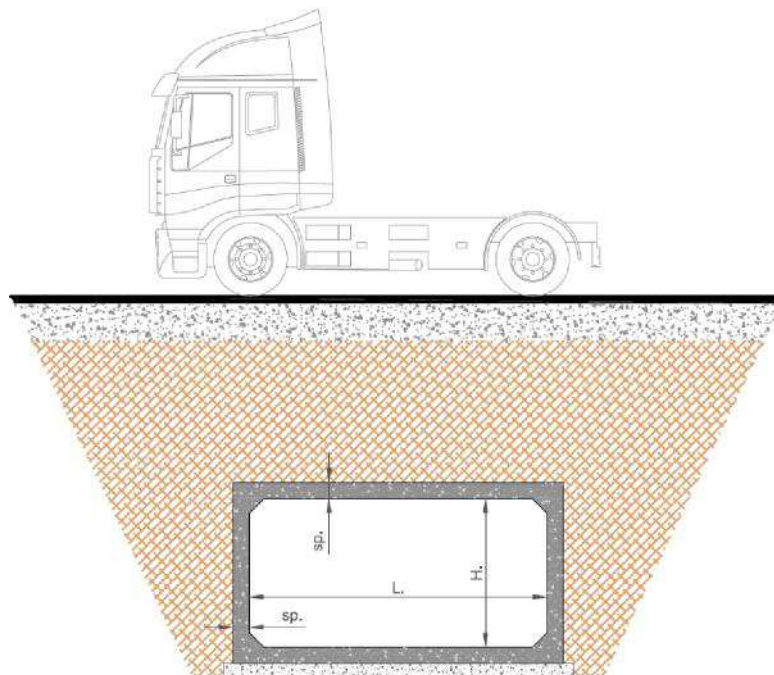
E' previsto prefabbricato prodotto in stabilimento.

La quota tra l'estradosso dell'elemento e il terreno è variabile da 100 cm a 250 cm;

lo spessore dei traversi e ritti è di cm 20,00.

Gli elementi scatolari dovranno essere autoportanti ed idonei a sopportare:

- carichi permanenti dovuti al rilevato soprastante;
- carichi variabili del traffico per strade di I^ categoria;
- spinta laterale del terreno di riempimento a tergo delle murature e dei carichi variabili previsti;
- spinta idraulica interna in condizioni statiche (salvo diversamente specificato);
- spinta idraulica esterna dovuta alla presenza di falda;
- azione sismica di riferimento per la località (tipo di costruzione 2, vita nominale dell'opera 100 anni, classe d'uso III, zona sismica 4 – bassa sismicità).



## MATERIALI

---

### Calcestruzzo C40/50

$R_{ck}$	500	(daN/cm <sup>2</sup> )
$f_{ck}$	415	(daN/cm <sup>2</sup> )
$f_{cd}$	277	(daN/cm <sup>2</sup> )
$f_{ct1}$	235	(daN/cm <sup>2</sup> ) (S.L.U.)
$\sigma_c$	187	(daN/cm <sup>2</sup> ) (S.L.E.)
$f_{ctd}$	16,01	(daN/cm <sup>2</sup> )
$E_c$	350000	(daN/cm <sup>2</sup> )
$\nu$		0,2

Classe di esposizione XC2-XC3 – “Corrosione indotta da carbonatazione – ambiente ordinario non aggressivo”

Valori nominali di massima fessurazione (mm)

Combinazione frequente	0,40
Combinazione quasi permanente	0,30

### Acciaio B450C

$f_{tk}$	5400	(daN/cm <sup>2</sup> )
$f_{yk}$	4500	(daN/cm <sup>2</sup> )
$f_{sd}$	3910	(daN/cm <sup>2</sup> ) (S.L.U.)
$\sigma_y$	3000	(daN/cm <sup>2</sup> ) (S.L.E.)
$\epsilon$	0,0100	
$E_a$	2100000	(daN /cm <sup>2</sup> )

### Raggi di curvatura

D = diametro minimo del mandrino

barre  
staffe, ripartitori, legature/spilli

per $\phi \leq 16$ mm	D=6 $\phi$
per $\phi \geq 16$ mm	D=11 $\phi$
per $\phi \leq 12$ mm	D=2 $\phi$
per $\phi > 12$ mm e $< 18$ mm	D=4 $\phi$
per $\phi > 18$ mm e $< 25$ mm	D=5 $\phi$

### Lunghezza di ancoraggio armature

La lunghezza di ancoraggio di base  $l_{b,rqd}$  necessaria ad ancorare le forze di trazione nell'armatura è data da:

$$l_{b,rqd} = (\phi / 4) (\sigma_{sd} / f_{bd}) \text{ dove: } \sigma_{sd} = f_{yd} \quad 391,3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{bd} = 3,69 \text{ N/mm}^2 \text{ (calcestruzzo C40/50)}$$

la lunghezza di ancoraggio di progetto  $l_{b,rqd}$  è data da:

$$l_{bd} = a_1 \times a_2 \times a_3 \times a_4 \times a_5 \times (\phi / 4) \quad l_{b,rqd} \geq l_{b,min} \quad \max \{15\text{cm}; 26,5 \phi\}$$

dove:  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 = 1$

Si assume di conseguenza come valore di progetto il valore minimo  $l_{b,min} = \max \{15\text{cm}; 26,5 \phi\}$

**spessore minimo del copriferro 3 cm.**

Il copriferro è dettato dalla classe di esposizione del calcestruzzo; nel nostro caso si è indicato un ambiente ordinario non aggressivo (XC2-XC3); dai prospetti 4.3N e 4.4N per classe strutturale S4, vita utile di progetto pari a 100 anni, classe di resistenza maggiore di C35/45, controllo di qualità speciale della produzione del calcestruzzo, si evince che il copriferro da considerare è pari a 25 mm + 5 mm (cdev)= 30 mm (come riportato dalle tabelle sotto riportate tratte dalle UNI EN1992-1-1 Eurocodice 2);

prospetto 4.3N **Classificazione strutturale raccomandata**

Classe Strutturale							
Criterio	Classe di esposizione secondo il prospetto 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1	XD2 / XS1	XD3 / XS2 / XS3
Vita utile di progetto di 100 anni	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi
Classe di resistenza <sup>1) 2)</sup>	≥C30/37 ridurre di 1 classe	≥C30/37 ridurre di 1 classe	≥C35/45 ridurre di 1 classe	≥C40/50 ridurre di 1 classe	≥C40/50 ridurre di 1 classe	≥C40/50 ridurre di 1 classe	≥C45/55 ridurre di 1 classe
Elemento di forma simile ad una soletta (posizione delle armature non influenzata dal processo costruttivo)	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe
È assicurato un controllo di qualità speciale della produzione del calcestruzzo	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe

prospetto 4.4N **Valori del copriferro minimo,  $c_{min,dur}$ , requisiti con riferimento alla durabilità per acciai da armatura ordinaria, in accordo alla EN 10080**

Requisito ambientale per $c_{min,dur}$ (mm)							
Classe strutturale	Classe di esposizione secondo il prospetto 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1 / XS1	XD2 / XS2	XD3 / XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

## **METODO COSTRUTTIVO**

---

Nell'ambito del presente lavoro è inclusa la fornitura di elementi prefabbricati in calcestruzzo vibrocompresso armato, a sezione rettangolare di dimensioni interne nette riportate nelle tavole di progetto.

I manufatti prefabbricati dovranno essere conformi alla norma Uni EN 14844:2006 (con marcatura CE secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 e relativi Eurocodici) con ricoprimenti minimi e massimi rilevati dal profilo longitudinale di progetto.

Le armature dovranno essere dimensionate secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 e s.m.i., in particolare dovranno essere realizzate con doppia rete elettrosaldata e ferri aggiuntivi sagomati.

I manufatti dovranno essere vibrocompressi, ben stagionati, compattati, levigati, lisci, perfettamente rettilinei, a sezione interna rettangolare, di spessore uniforme su tutte le pareti, scevri da screpolature e fessure, conformi alle Norme Tecniche per le Costruzioni e successiva Circolare applicativa.

I manufatti prefabbricati dovranno essere confezionati con calcestruzzo di cemento tipo 425 Portland o come previsto da voce capitolato cementi, con classe di resistenza C40/50 N/mm<sup>2</sup>, con inerti perfettamente lavati di granulometria assortita di almeno tre granulometrie, rispettando il fuso granulometrico di Fuller, in conformità a quanto prescritto dalla UNI 206-2001. Il calcestruzzo dovrà essere prodotto nel cantiere di prefabbricazione con propri impianti di betonaggio, provvedendo oltre al controllo delle miscele, anche il controllo del rapporto a/c tenendo conto dell'umidità degli inerti.

I manufatti prefabbricati dovranno essere armati con gabbia rigida costituita da rete elettrosaldata di acciaio B450C e da eventuali ferri sagomati, saldati e posizionati correttamente in acciaio B450C, opportunamente calcolata e dimensionata in funzione dei carichi e delle sollecitazioni previste, copriferro min. come da normativa, verifica al rischio sismico ed alla fessurazione secondo la normativa vigente.

I manufatti dovranno essere posti in opera su base continua di calcestruzzo a consistenza plastica e resistenza caratteristica pari a  $R_{ck} 150 \text{ daN/cm}^2$ , armata con rete elettrosaldata di acciaio, dimensioni 6 mm, maglia 20x20 cm, stesa sovrapponendo maglia a maglia sulle giunzioni, con spessore minimo di 20 cm, compreso l'onere del controllo della livelletta con l'ausilio di idonee apparecchiature laser; **indicazioni da verificare e confermare da parte del Progettista e del Direttore dei Lavori delle strutture in opera anche sulla base di specifiche indagini geologiche e geotecniche.**

I manufatti dovranno avere lunghezza utile non inferiore a quanto indicato negli elaborati di progetto, completo di giunto a risega a tutto spessore, con possibilità di posizionamento di guarnizione, conforme alle norme UNI EN 681-1:2006, alloggiata su apposita sede, atta a garantire la perfetta tenuta idraulica con spessore di rinterro e caratteristiche come dai disegni di progetto, in conformità a quanto previsto dalla normativa italiana vigente sui cementi armati D.M. 14.01.2008 e compreso di ganci di sollevamento a fungo per la movimentazione.

I manufatti dovranno essere privi di fori passanti e dovranno essere posti in opera con idonee attrezzature omologate secondo quanto previsto dalle norme vigenti sulla sicurezza nei cantieri.

Eventuali ispezioni per passo d'uomo dovranno essere predisposte con apposite dime in ferro zincato debitamente fissate all'armatura con adeguati cordoli di collegamento, il tutto integrato nel getto a perfetta regola d'arte.

## **CARATTERISTICHE DEL TERRENO DI APPOGGIO**

---

Si sono adottate le seguenti caratteristiche tecniche medie, dati da confermare con specifiche indagini geologiche e geotecniche:

$$\gamma_t = 20,00 \text{ KN/mc (peso di volume del terreno)}$$

$$\gamma_{t,sat} = 22,00 \text{ KN/mc (peso di volume del terreno saturo in falda)}$$

$$\gamma^{\prime}_t = 13,00 \text{ KN/mc (peso di volume del terreno immerso)}$$

$$\gamma_w = 10,00 \text{ KN/mc (peso di volume dell'acqua di falda)}$$

$$\Phi \text{ (angolo di attrito interno) } 30^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa (non considerata a favore di sicurezza)}$$

$$c_u = 0 \text{ kPa (non considerata a favore di sicurezza)}$$

$$k_{\text{Winkler}} = 5 \times 10^4 \text{ KN/m}^3$$

categoria di sottosuolo tipo C (per la definizione dell'azione sismica di progetto)

In fase di apertura degli scavi dovrà essere confermato tale dato di progetto o in caso contrario dovranno essere assunte tutte le cautele del caso.

## **CARATTERISTICHE DEL TERRENO DI RIEMPIMENTO**

---

Si è adottato un terreno con le seguenti caratteristiche tecniche medie, dati da confermare con specifiche indagini geologiche e geotecniche :

$$\gamma_t = 20,00 \text{ KN/mc (peso di volume del terreno)}$$

$$\gamma_{t,sat} = 22,00 \text{ KN/mc (peso di volume del terreno saturo in falda)}$$

$$\gamma^{\prime}_t = 13,00 \text{ KN/mc (peso di volume del terreno immerso)}$$

$$\gamma_w = 10,00 \text{ KN/mc (peso di volume dell'acqua di falda)}$$

$$\Phi \text{ (angolo di attrito interno) } 30^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa (non considerata a favore di sicurezza)}$$

$$c_u = 0 \text{ kPa (non considerata a favore di sicurezza)}$$

$$k_0 \text{ (spinta a riposo) } = 1 - \sin \Phi = 0,50$$

categoria di sottosuolo tipo C (per la definizione dell'azione sismica di progetto)

In fase di chiusura degli scavi il materiale di reinterro dovrà essere adeguatamente compattato a tergo del manufatto.

## ***NORMATIVA DI RIFERIMENTO***

---

Per il progetto strutturale la determinazione delle azioni, delle sollecitazioni e la procedura di verifica si è fatto riferimento alla normativa italiana vigente con particolare riguardo a:

- UNI EN 1992: 2005 - Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo;
- UNI EN 1998: 2005 - Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica;
- DM 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- Circolare applicativa 02.02.2009 n 617 C.S.LL.PP.

## ***METODO DI CALCOLO***

---

Per il calcolo e verifica delle sollecitazioni si è utilizzato un programma agli elementi finiti:

SISMICAD della società Concrete srl.

Per le verifiche di resistenza si sono utilizzate le procedure del metodo semiprobabilistico agli stati limite ultimi (S.L.U.) secondo quanto prescritto dal D.M. 14-01-2008 eseguendo anche le verifiche degli stati limite di esercizio (S.L.E.) che prevedono il controllo delle aperture delle fessure.

Le specifiche di calcolo sono riportate nell'allegato "Tabulati di calcolo".

## ***SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA E DEI VINCOLI***

---

Lo schema considerato è quello di un telaio chiuso simmetrico su appoggio continuo su suolo alla Winkler e soggetto alle seguenti condizioni di carico:

- carichi permanenti dovuti al rilevato soprastante;
- carichi variabili del traffico per strade di I<sup>a</sup> categoria;
- spinta laterale del terreno di riempimento a tergo delle murature e dei carichi variabili previsti;
- spinta idraulica interna in condizioni statiche (salvo diversamente specificato);
- spinta idraulica esterna dovuta alla presenza di falda;
- azione sismica di riferimento per la località.



## ***ANALISI DEI CARICHI***

---

Il ricoprimento tra l'estradosso dell'elemento e la sede stradale è considerato pari a 100 cm, condizione di carico più sfavorevole rispetto al ricoprimento di 250 cm.

### *Carichi permanenti*

Le azioni dovute ai carichi permanenti sulla soletta superiore sono costituite dal peso del terreno sovrastante il manufatto e dal peso proprio dei traversi:

$$P_{v,pav} = 1,00 \times 20,00 = 20,00 \text{ kN/m}^2$$

Sulla soletta inferiore i carichi permanenti dovuti alla presenza di guscia di fondo sono pari a: 7,50 kN/m<sup>2</sup>

Il peso proprio, il cui peso specifico definito di 25 kN/m<sup>3</sup>, è valutato automaticamente dal programma.

### *Carichi variabili*

Per il carico variabile (strade di I<sup>a</sup> categoria) sulla soletta superiore dello scatolare viene considerato un carico equivalente uniforme tra i più gravosi tra le seguenti condizioni:

- Una ruota da 150 kN;
- Un asse da 300 kN;
- Due assi da 600 kN complessivi;

Nel caso in esame il contributo più gravoso è rappresentato da due assi da 600 kN complessivi del mezzo convenzionale (larghezza impronta 240cm x 160cm, asse stradale perpendicolare allo scatolare) che genera un carico distribuito (diffusione carico a 30°) riferito alla quota media della soletta superiore pari a:

$$Q_{V,veic, sup} = 600 / ((2,40 + 1,00 \text{ tg}30^\circ \times 2 + 0,20) \times (1,60 + 1,00 \text{ tg}30^\circ \times 2 + 0,20)) = \\ = 600 / (3,75 \times 2,95) = 54,24 \text{ kN/m}^2$$

Al quale va aggiunto il carico distribuito di 9,00 kN/m<sup>2</sup>

$$Q'_{V,veic, sup} = 54,24 + 9,00 = 63,24 \text{ kN/m}^2$$

### *Falda acquifera*

Si è ipotizzato un livello di falda corrispondente alla quota media della soletta superiore.

Sulla soletta inferiore si avrà una spinta idrostatica verso l'alto pari a:

$$Q_{V,idre,inf} = 2,95 \times 10,00 = 29,50 \text{ kN/m}^2$$

La spinta idrostatica della falda sulle pareti vale:

$$Q_{H,tot} = \gamma_w \times h_w \text{ con } h_w = 2,95 \text{ m}$$

Viene schematizzata come un carico triangolare agente sulle pareti laterali a partire dall'interasse della soletta superiore fino all'interasse di quella inferiore:

$$Q_{H,idre,sup} = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{H,idre,inf} = 29,50 \text{ kN/m}^2$$

### Spinta orizzontale del terreno

Viene schematizzata come un carico trapezoidale agente sulle pareti laterali a partire dall'interasse della soletta superiore fino all'interasse di quella inferiore:

$$P_{H,terr,sup} = 1,10 \times 20,00 \times 0,50 = 11,00 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{H,terr,inf} = 11,00 + (2,95 \times 13,00 \times 0,50) = 30,20 \text{ kN/m}^2$$

### Frenamento

Come riportato nella norma europea UNI EN 14844 – versione italiana del dicembre 2013 - si può considerare che ogni carico orizzontale dovuto al traffico di superficie, può senza pericolo essere assorbito dalla massicciata stradale o altre superfici, senza che abbia effetto sugli elementi scatolari.

### Incremento della spinta orizzontale dovuta ai carichi variabili

Il sovraccarico variabile agente sul terreno ai lati della struttura è posto cautelativamente pari allo stesso valore del sovraccarico accidentale:

Al livello superiore vale:

$$Q_{H,veic,sup} = Q'_{V,veic,sup} \times 0,50 = 31,62 \text{ kN/m}^2$$

Al livello inferiore vale:

$$Q_{H,veic,inf} = ((600 / (7,16 \times 6,36)) + 9,00) \times 0,50 = 11,10 \text{ kN/m}^2$$

### Acqua interna

Si è ipotizzato l'elemento a massimo livello non in pressione.

Sulla soletta inferiore si avrà sovraccarico accidentale pari a:

$$P_{v,acqua,int} = 2,75 \times 10,00 = 27,50 \text{ kN/m}^2$$

Sulle pareti il valore massimo della spinta al livello superiore sarà pari a:

$$Q_{H,idri,sup} = 0 \text{ kN/m}^2$$

Sulle pareti il valore massimo della spinta al livello inferiore sarà pari a:

$$Q_{H,idri,inf} = 2,75 \times 10,00 = 27,50 \text{ kN/m}^2$$

### Azioni termiche

Dato che il manufatto (dimensioni modeste) risulta essere interrato e quindi non direttamente esposto agli eventi atmosferici, gli effetti dovuti alle variazioni termiche possono essere trascurati.

### Azioni sismiche

Si considera la presenza di un sisma in accordo a quanto riportato dal D.M. 14 gennaio 2008 e s.m.i., tuttavia tale condizione risulta tra le meno impegnative se raffrontata all'applicazione degli SLU e degli SLE.

Sismicamente lo scatolare viene schematizzato come descritto al paragrafo 7.9.5.6.2 del DM 14.01.2008 dove si specifica: "Nel caso in cui la spalla sostenga un terreno rigido naturale per più dell'80% della sua altezza, si può considerare che esso si muova con il suolo. In questo caso si assume un fattore di struttura  $q=1$  e le forze di inerzia di progetto sono determinate considerando un'accelerazione pari ad  $ag \times S$ ."

Si ammette quindi che lo scatolare si muova insieme al terreno e non si applicano i particolari costruttivi inerenti la duttilità del capitolo 7 della normativa vigente.

Le forze di inerzia di progetto o forze pseudo statiche vengono determinate moltiplicando le masse per l'accelerazione pari a  $ag \times S$ , in cui  $ag$  è la massima accelerazione dello spettro orizzontale elastico del sito.

Le masse che generano tali forze di inerzia sono: peso proprio del traverso superiore, peso proprio dei piedritti, peso del terreno di ricoprimento, peso dei carichi permanenti gravanti sul traverso, considerando nullo il valore delle masse corrispondenti ai carichi da traffico (paragrafo 5.1.3.8 del D.M. 14/01/2008).

Oltre a questa forza bisogna considerare la spinta sismica dovuta al rinfianco agente sui piedritti.

Inoltre la spinta sismica verticale non è stata presa in considerazione in quanto non significativa per opere interrato con queste dimensioni.

#### SLV:

Tipo di costruzione 2

Vita nominale dell'opera 100 anni

Classe d'uso III

Periodo di riferimento  $V_r = 100 \times 1,5 = 150$  anni

$a_g = 0,0793$  g  $F_o = 2,6698$   $T^*c = 0,3017$  s

Suolo tipo C

Categoria topografica T1

$S = S_S \times S_T = 1,50 \times 1,00 = 1,50$

Accelerazione massima del sito  $a_{max} = 0,1190$  g

$\beta_m = 1$

$k_h = \beta_m \times a_{max} = 0,1190$

$k_v = 0,50 \times 0,1190 = 0,0595$

La forza orizzontale sismica da applicare a livello dell'interasse della soletta superiore è pari a:

$S_r = k_h \times ((\gamma_t \times H_{ric.}) + (\text{peso manufatto}/2/L))$

peso manufatto = 66 KN

$L = \text{larghezza scatolare} = 3,45$  m

$S_r = 0,1190 \times ((1,00 \times 20,00) + (66 / 2 / 3,45)) = 3,52$  kN/m<sup>2</sup>

La spinta dinamica da applicare sui piedritti dello scatolare è pari a:

$E_d = E_{ws} + E_{wd} + E_{dd} = \gamma_w \times h_w + 7/12 \times k_h \times \gamma_w \times h_w + 1/2 \gamma^* (1 + k_v) K H$

H = altezza scatolare = 2,95 m

$E_{ws} = \gamma_w \times h_w$ , spinta statica dell'acqua esterna = 29,50 kN/m<sup>2</sup> (carico triangolare sulla parete)

$E_{wd} = 7/12 \times k_h \times \gamma_w \times h_w$ , spinta idrodinamica acqua esterna = 2,05 kN/m<sup>2</sup> (carico rettangolare sulla parete)

$\gamma^*$  = peso di volume del terreno

K = coefficiente di spinta della terra statica + dinamica calcolata secondo la formula di Mononobe e Okabe:

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

$\phi$  = angolo di attrito interno = 30°

$\theta = \arctan((k_h / (1 - k_v))) = 0,126$

$\beta$  = inclinazione paramento = 0

K = 0,415

$E_{dd} = 1/2 \times 13,00 \times (1 + 0,0595) \times 0,415 \times 2,95 = 8,43$  kN/m<sup>2</sup> (carico rettangolare sulla parete)

## VERIFICA AL GALLEGGIAMENTO

---

Dimensione scatolare = 3,65 x 2,00 = 7,3 m<sup>2</sup>

Peso ricoprimento = 1,00 x 20,00 x 7,3 = 146,00 kN

Peso scatolare = 132,00 kN

Totale peso permanente = (146,00 + 132,00) x 0,90 = 250,00 kN

(trascurati il peso del magrone e della guscia di fondo)

Si è ipotizzato un livello di falda coincidente con la quota media della soletta superiore

Sottospinta idraulica falda = (3,05 x 10,00 x 7,3) x 1,10 = 245,00 kN

$v = 250,00 / 245,00 = 1,02 > 1,00$  **VERIFICATO**

## ANALISI DEI CEDIMENTI

---

Dall'analisi del modello di calcolo dello scatolare soggetto ai carichi specificati nel paragrafo "Analisi dei carichi" si evince che allo S.L.E. i cedimenti differenziali nella soletta superiore sono di circa 0,4 cm, valori inferiori a 1/500 della lunghezza del traverso, compatibili con le comuni condizioni di posa pur avendo considerato cautelativamente una costante di sottofondo kw (costante di winkler) = 5 daN/cm<sup>3</sup> (trascurando completamente il contributo della soletta di fondazione gettata in opera e del compattamento del terreno di appoggio del manufatto).

Le pressioni medie di contatto sul terreno registrate allo S.L.E. sono pari a 1,5-2,0 daN/cm<sup>2</sup>, da confermare in fase di apertura degli scavi anche sulla scorta delle indicazioni derivanti da specifiche indagini geologiche e geotecniche.

## **TABULATO DI CALCOLO**

---

Si riportano a seguire le estrapolazioni del tabulato di calcolo per lo scatolare.

# 1 Materiali

## 1.1 Materiali c.a.

**Descrizione:** Descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Rck:** Resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [kN/m<sup>2</sup>]

**E:** Modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [kN/m<sup>2</sup>]

**Gamma:** Peso specifico del materiale. [kN/m<sup>3</sup>]

**Poisson:** Coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

**G:** Modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste. [kN/m<sup>2</sup>]

**Alfa:** Coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

Descrizione	Rck	E	Gamma	Poisson	G	Alfa
C40/50_1	50000	35547105	25	0.1	16157775	0.00001

## 1.2 Curve di materiali c.a.

**Rck:** Resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [kN/m<sup>2</sup>]

**E:** Modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [kN/m<sup>2</sup>]

**Gamma:** Peso specifico del materiale. [kN/m<sup>3</sup>]

**Poisson:** Coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

**G:** Modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste. [kN/m<sup>2</sup>]

**Alfa:** Coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

**Curva:** Curva caratteristica.

**Reaz.traz.:** Reagisce a trazione.

**Comp.frag.:** Ha comportamento fragile.

**E.compr.:** Modulo di elasticità a compressione. [kN/m<sup>2</sup>]

**Incr.compr.:** Incrudimento di compressione. Il valore è adimensionale.

**EpsEc:** Epsilon elastico a compressione. Il valore è adimensionale.

**EpsUc:** Epsilon ultimo a compressione. Il valore è adimensionale.

**E.traz.:** Modulo di elasticità a trazione. [kN/m<sup>2</sup>]

**Incr.traz.:** Incrudimento di trazione. Il valore è adimensionale.

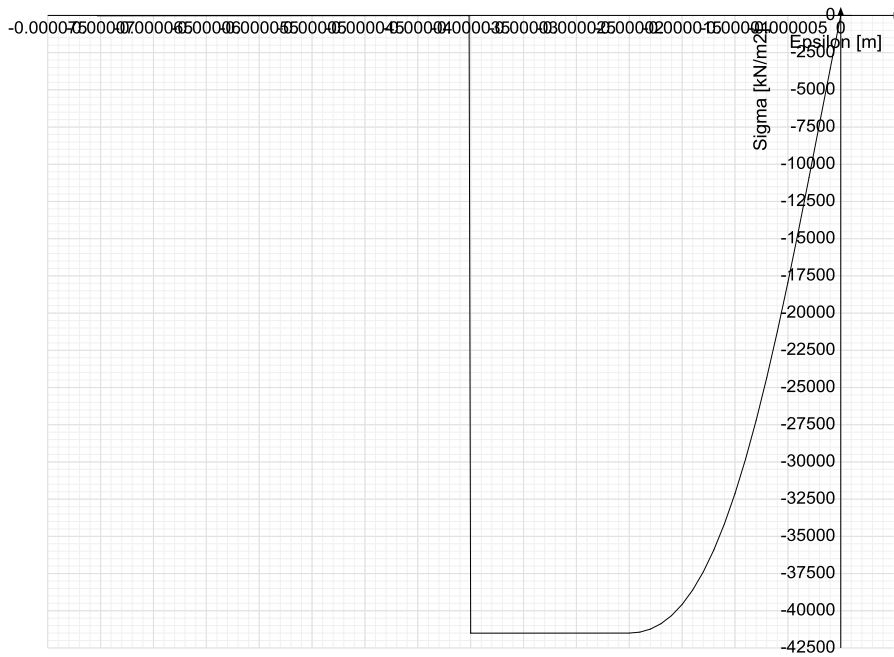
**EpsEt:** Epsilon elastico a trazione. Il valore è adimensionale.

**EpsUt:** Epsilon ultimo a trazione. Il valore è adimensionale.

**Materiale: C40/50\_1**

Rck	E	Gamma	Poisson	G	Alfa
50000	35547105	25	0.1	16157775	0.00001

Curva									
Reaz.traz.	Comp.frag.	E.compr.	Incr.compr.	EpsEc	EpsUc	E.traz.	Incr.traz.	EpsEt	EpsUt
No	Si	35547105	0.0001	-0.002	-0.0035	35547105	0.0001	0.0000708	0.0000779



### 1.3 Armature

**Descrizione:** Descrizione o nome assegnato all'elemento.

**fyk:** Resistenza caratteristica. [kN/m<sup>2</sup>]

**Sigma amm.:** Tensione ammissibile. [kN/m<sup>2</sup>]

**Tipo:** Tipo di barra.

**E:** Modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [kN/m<sup>2</sup>]

**Gamma:** Peso specifico del materiale. [kN/m<sup>3</sup>]

**Poisson:** Coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

**G:** Modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste. [kN/m<sup>2</sup>]

**Alfa:** Coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

**Livello di conoscenza:** Indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ. 02/02/09 n. 617 §C8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.).

Descrizione	fyk	Sigma amm.	Tipo	E	Gamma	Poisson	G	Alfa	Livello di conoscenza
B450C	450000	255000	Aderenza migliorata	206000000	78.5	0.3	79230769	0.000012	Nuovo

# 2 Dati di definizione

## 2.1 Preferenze commessa

### 2.1.1 Preferenze di analisi

Metodo di analisi	Sismica pseudo-statica
Coefficiente di sicurezza portanza fondazioni superficiali	3
Coefficiente di sicurezza scorrimento fondazioni superficiali	1.3
Coefficiente di sicurezza portanza pali	2.5

### 2.1.2 Preferenze di verifica

#### 2.1.2.1 Normativa di verifica in uso

Norma di verifica	D.M. 14-01-08 (N.T.C.)
Cemento armato	Preferenze analisi di verifica in stato limite
Legno	Preferenze di verifica legno NTC08
Acciaio	Preferenze di verifica acciaio EC3
Alluminio	Preferenze di verifica alluminio EC3
Psi	

#### 2.1.2.2 Normativa di verifica C.A.

Coefficiente di omogeneizzazione	15	
Gamma s (fattore di sicurezza parziale per l'acciaio)	1.15	
Gamma c (fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo)	1.5	
Limite $\sigma_{mac}/f_{ck}$ in combinazione rara	0.6	
Limite $\sigma_{mac}/f_{ck}$ in combinazione quasi permanente	0.45	
Limite $\sigma_{maf}/f_{yk}$ in combinazione rara	0.8	
Coefficiente di riduzione della tau per cattiva aderenza	0.7	
Dimensione limite fessure w1 §4.1.2.2.4.1	0.0002	[m]
Dimensione limite fessure w2 §4.1.2.2.4.1	0.0003	[m]
Dimensione limite fessure w3 §4.1.2.2.4.1	0.0004	[m]
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q	No	
Copriferro secondo EC2	Si	

### 2.1.3 Preferenze FEM

Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	0.3	[m]
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	0.3	[m]
Tipo di mesh dei gusci (default)	Quadrilateri o triangoli	
Tipo di mesh imposta ai gusci	Specifico dell'elemento	
Metodo P-Delta	non utilizzato	
Analisi buckling	non utilizzata	
Rapporto spessore flessionale/membranale gusci muratura verticali	0.2	
Rapporto spessore flessionale/membranale gusci di pareti in legno	1	
Tolleranza di parallelismo	4.99	[deg]
Tolleranza di unicità punti	0.1	[m]
Tolleranza generazione nodi di aste	0.01	[m]
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	4.99	[deg]
Tolleranza generazione nodi di gusci	0.04	[m]
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	1	[m]
Considera deformazione a taglio delle piastre	No	
Modello elastico pareti in muratura	Gusci	
Concentra masse pareti nei vertici	No	
Segno risultati analisi spettrale	Analisi statica	
Memoria utilizzabile dal solutore	8000000	
Metodo di risoluzione della matrice	Matrici sparse	
Scrivi commenti nel file di input	No	
Scrivi file di output in formato testo	No	
Solidi colle e corpi ruvidi (default)	Solidi reali	
Moltiplicatore rigidità molla torsionale applicata ad aste di fondazione	1	
Modello trave su suolo alla Winkler nel caso di modellazione lineare	Equilibrio elastico	

### 2.1.4 Moltiplicatori inerziali

**Tipologia:** Tipo di entità a cui si riferiscono i moltiplicatori inerziali.

**J2:** Moltiplicatore inerziale di J2. Il valore è adimensionale.

**J3:** Moltiplicatore inerziale di J3. Il valore è adimensionale.

**Jt:** Moltiplicatore inerziale di Jt. Il valore è adimensionale.

**A:** Moltiplicatore dell'area della sezione. Il valore è adimensionale.

**A2:** Moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 2. Il valore è adimensionale.

**A3:** Moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 3. Il valore è adimensionale.

**Conci rigidi:** Fattore di riduzione dei tronchi rigidi. Il valore è adimensionale.

Tipologia	J2	J3	Jt	A	A2	A3	Conci rigidi
Trave C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Pilastro C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Trave di fondazione	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Palo	1	1	0.01	1	1	1	0
Trave in legno	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in legno	1	1	1	1	1	1	1
Trave in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Trave di reticolare in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Maschio in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di accoppiamento in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di scala C.A. nervata	1	1	1	1	1	1	0.5
Trave tralicciata	1	1	0.01	1	1	1	0.5



## 2.1.5 Preferenze di analisi non lineare FEM

Metodo iterativo  
Tolleranza iterazione  
Numero massimo iterazioni

Secante  
0.0001  
50

## 2.2 Azioni e carichi

### 2.2.1 Condizioni elementari di carico

**Descrizione:** Nome assegnato alla condizione elementare.  
**Nome breve:** Nome breve assegnato alla condizione elementare.  
**I/II:** Descrive la classificazione della condizione (necessario per strutture in acciaio e in legno).  
**Durata:** Descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).  
**Psi0:** Coefficiente moltiplicatore Psi0. Il valore è adimensionale.  
**Psi1:** Coefficiente moltiplicatore Psi1. Il valore è adimensionale.  
**Psi2:** Coefficiente moltiplicatore Psi2. Il valore è adimensionale.  
**Var.segno:** Descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.

Descrizione	Nome breve	I/II	Durata	Psi0	Psi1	Psi2	Var.segno
Permanenti	Perm.		Permanente	0	0	0	
Spinta riposo Sx	Spinta riposo Sx	I	Media	0.75	0.75	0.3	
Spinta riposo Dx	Spinta riposo Dx	I	Media	0.75	0.75	0.3	
Acqua esterna	Acqua esterna	I	Media	0.75	0.75	0.3	
Variabile interno	Variabile interno	I	Media	0.7	0.5	0.3	
Variabile centrale	Variabile centrale	I	Media	0.75	0.75	0	
Variabile laterale	Variabile laterale	I	Media	0.75	0.75	0	
Variabile distribuito	Variabile distribuito	I	Media	0.4	0.4	0	
Spinta sovraccarico Sx	Spinta sovraccarico Sx	I	Media	0.75	0.75	0	
Spinta sovraccarico Dx	Spinta sovraccarico Dx	I	Media	0.75	0.75	0	
Frenamento Sx Dx	Frenamento Sx Dx	I	Media	0.75	0.75	0	
Spinta dinamica terra	Spinta dinamica terra	I	Media	1	0	0	
Spinta dinamica acqua esterna	Spinta dinamica acqua esterna	I	Media	1	0	0	
Delta T	Dt	II	Media	0.6	0.6	0.5	No

### 2.2.2 Combinazioni di carico

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

#### Famiglia Limite ultimo

Il nome compatto della famiglia è LU.

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

Nome	Nome breve	Perm.	Spinta riposo Sx	Spinta riposo Dx	Acqua esterna	Variabile interno	Variabile centrale	Variabile laterale
1	LU 1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.5	0	0
2	LU 2	1.35	1.35	1	1.35	1.5	0	0
3	LU 3	1.35	1	1.35	1.35	1.5	0	0
4	LU 4	1.35	1	1	1.35	1.5	0	0
5	LU 5	1.35	1.35	1.35	1.35	1.05	1.35	0
6	LU 6	1.35	1.35	1	1.35	1.05	1.35	0
7	LU 7	1.35	1	1.35	1.35	1.05	1.35	0
8	LU 8	1.35	1.35	1.35	1.35	1.05	1.35	0
9	LU 9	1.35	1.35	1	1.35	1.05	1.013	0
10	LU 10	1.35	1	1.35	1.35	1.05	1.013	0
11	LU 11	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0	0
12	LU 12	1.35	1.35	1	1.35	0	0	0
13	LU 13	1.35	1	1.35	1.35	0	0	0
14	LU 14	1.35	1	1	1.35	0	0	0
15	LU 15	1.35	1.35	1.35	1.35	0	1.35	0
16	LU 16	1.35	1.35	1	1.35	0	1.35	0
17	LU 17	1.35	1	1.35	1.35	0	1.35	0
18	LU 18	1.35	1.35	1.35	1.35	0	1.35	0
19	LU 19	1.35	1.35	1	1.35	0	1.013	0
20	LU 20	1.35	1	1.35	1.35	0	1.013	0
21	LU 21	1.35	1.35	1.35	1.35	1.5	0	0
22	LU 22	1.35	1.35	1	1.35	1.5	0	0
23	LU 23	1.35	1	1.35	1.35	1.5	0	0
24	LU 24	1.35	1	1	1.35	1.5	0	0
25	LU 25	1.35	1.35	1.35	1.35	1.05	0	1.35
26	LU 26	1.35	1.35	1	1.35	1.05	0	1.35
27	LU 27	1.35	1	1.35	1.35	1.05	0	1.35
28	LU 28	1.35	1.35	1.35	1.35	1.05	0	1.35
29	LU 29	1.35	1.35	1	1.35	1.05	0	1.013
30	LU 30	1.35	1	1.35	1.35	1.05	0	1.013
31	LU 31	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0	0
32	LU 32	1.35	1.35	1	1.35	0	0	0
33	LU 33	1.35	1	1.35	1.35	0	0	0
34	LU 34	1.35	1	1	1.35	0	0	0
35	LU 35	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0	1.35
36	LU 36	1.35	1.35	1	1.35	0	0	1.35
37	LU 37	1.35	1	1.35	1.35	0	0	1.35

TABULATO DI CALCOLO

Nome	Nome breve	Perm.	Spinta riposo Sx	Spinta riposo Dx	Acqua esterna	Variabile interno	Variabile centrale	Variabile laterale
38	LU 38	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0	1.35
39	LU 39	1.35	1.35	1	1.35	0	0	1.013
40	LU 40	1.35	1	1.35	1.35	0	0	1.013
41	LU 41	1	1	1	1	1.3	0	0
42	LU 42	1	1	0.75	1	1.3	0	0
43	LU 43	1	1	1	1	0.91	1.15	0
44	LU 44	1	1	0.75	1	0.91	1.15	0
45	LU 45	1	0.75	1	1	0.91	1.15	0
46	LU 46	1	1	1	1	0.91	1.15	0
47	LU 47	1	1	0.75	1	0.91	0.863	0
48	LU 48	1	0.75	1	1	0.91	0.863	0
49	LU 49	1	1	1	1	0	0	0
50	LU 50	1	1	0.75	1	0	0	0
51	LU 51	1	1	1	1	0	1.15	0
52	LU 52	1	1	0.75	1	0	1.15	0
53	LU 53	1	0.75	1	1	0	1.15	0
54	LU 54	1	1	1	1	0	1.15	0
55	LU 55	1	1	0.75	1	0	0.863	0
56	LU 56	1	0.75	1	1	0	0.863	0
57	LU 57	1	1	1	1	1.3	0	0
58	LU 58	1	1	0.75	1	1.3	0	0
59	LU 59	1	1	1	1	0.91	0	1.15
60	LU 60	1	1	0.75	1	0.91	0	1.15
61	LU 61	1	0.75	1	1	0.91	0	1.15
62	LU 62	1	1	1	1	0.91	0	1.15
63	LU 63	1	1	0.75	1	0.91	0	0.863
64	LU 64	1	0.75	1	1	0.91	0	0.863
65	LU 65	1	1	1	1	0	0	0
66	LU 66	1	1	0.75	1	0	0	0
67	LU 67	1	1	1	1	0	0	1.15
68	LU 68	1	1	0.75	1	0	0	1.15
69	LU 69	1	0.75	1	1	0	0	1.15
70	LU 70	1	1	1	1	0	0	1.15
71	LU 71	1	1	0.75	1	0	0	0.863
72	LU 72	1	0.75	1	1	0	0	0.863
SLV1	LU SLV1	1	1	1	1	0	0	0
SLV2	LU SLV2	1	1	1	1	1	0	0
SLV3	LU SLV3	1	1	1	1	0	0	0
SLV4	LU SLV4	1	1	1	1	1	0	0

Nome	Nome breve	Variabile distribuito	Spinta sovraccarico Sx	Spinta sovraccarico Dx	Frenamento Sx Dx	Spinta dinamica terra	Spinta dinamica acqua esterna	Dt
1	LU 1	0	0	0	0	0	0	1.2
2	LU 2	0	0	0	0	0	0	1.2
3	LU 3	0	0	0	0	0	0	1.2
4	LU 4	0	0	0	0	0	0	1.2
5	LU 5	1.35	0	0	0	0	0	0.72
6	LU 6	1.35	1.35	0	0	0	0	0.72
7	LU 7	1.35	0	1.35	0	0	0	0.72
8	LU 8	1.35	1.35	1.35	0	0	0	0.72
9	LU 9	0.54	1.013	0	1.35	0	0	0.72
10	LU 10	0.54	0	1.013	-1.35	0	0	0.72
11	LU 11	0	0	0	0	0	0	1.2
12	LU 12	0	0	0	0	0	0	1.2
13	LU 13	0	0	0	0	0	0	1.2
14	LU 14	0	0	0	0	0	0	1.2
15	LU 15	1.35	0	0	0	0	0	0.72
16	LU 16	1.35	1.35	0	0	0	0	0.72
17	LU 17	1.35	0	1.35	0	0	0	0.72
18	LU 18	1.35	0	0	0	0	0	0.72
19	LU 19	0.54	1.013	0	1.35	0	0	0.72
20	LU 20	0.54	0	1.013	-1.35	0	0	0.72
21	LU 21	0	0	0	0	0	0	1.2
22	LU 22	0	0	0	0	0	0	1.2
23	LU 23	0	0	0	0	0	0	1.2
24	LU 24	0	0	0	0	0	0	1.2
25	LU 25	1.35	0	0	0	0	0	0.72
26	LU 26	1.35	1.35	0	0	0	0	0.72
27	LU 27	1.35	0	1.35	0	0	0	0.72
28	LU 28	1.35	0	0	0	0	0	0.72
29	LU 29	0.54	1.013	0	1.35	0	0	0.72
30	LU 30	0.54	0	1.013	-1.35	0	0	0.72
31	LU 31	0	0	0	0	0	0	1.2
32	LU 32	0	0	0	0	0	0	1.2
33	LU 33	0	0	0	0	0	0	1.2
34	LU 34	0	0	0	0	0	0	1.2
35	LU 35	1.35	0	0	0	0	0	0.72
36	LU 36	1.35	1.35	0	0	0	0	0.72
37	LU 37	1.35	0	1.35	0	0	0	0.72
38	LU 38	1.35	0	0	0	0	0	0.72
39	LU 39	0.54	1.013	0	1.35	0	0	0.72
40	LU 40	0.54	0	1.013	-1.35	0	0	0.72
41	LU 41	0	0	0	0	0	0	1
42	LU 42	0	0	0	0	0	0	1
43	LU 43	1.15	0	0	0	0	0	0.6
44	LU 44	1.15	1.15	0	0	0	0	0.6
45	LU 45	1.15	0	1.15	0	0	0	0.6
46	LU 46	1.15	0	0	0	0	0	0.6
47	LU 47	0.46	0.863	0	1.15	0	0	0.6
48	LU 48	0.46	0	0.863	-1.15	0	0	0.6
49	LU 49	0	0	0	0	0	0	1
50	LU 50	0	0	0	0	0	0	1
51	LU 51	1.15	0	0	0	0	0	0.6
52	LU 52	1.15	1.15	0	0	0	0	0.6
53	LU 53	1.15	0	1.15	0	0	0	0.6
54	LU 54	1.15	0	0	0	0	0	0.6
55	LU 55	0.46	0.863	0	1.15	0	0	0.6
56	LU 56	0.46	0	0.863	-1.15	0	0	0.6

Nome	Nome breve	Variabile distribuito	Spinta sovraccarico Sx	Spinta sovraccarico Dx	Frenamento Sx Dx	Spinta dinamica terra	Spinta dinamica acqua esterna	Dt
57	LU 57	0	0	0	0	0	0	1
58	LU 58	0	0	0	0	0	0	1
59	LU 59	1.15	0	0	0	0	0	0.6
60	LU 60	1.15	1.15	0	0	0	0	0.6
61	LU 61	1.15	0	1.15	0	0	0	0.6
62	LU 62	1.15	0	0	0	0	0	0.6
63	LU 63	0.46	0.863	0	1.15	0	0	0.6
64	LU 64	0.46	0	0.863	-1.15	0	0	0.6
65	LU 65	0	0	0	0	0	0	1
66	LU 66	0	0	0	0	0	0	1
67	LU 67	1.15	0	0	0	0	0	0.6
68	LU 68	1.15	1.15	0	0	0	0	0.6
69	LU 69	1.15	0	1.15	0	0	0	0.6
70	LU 70	1.15	0	0	0	0	0	0.6
71	LU 71	0.46	0.863	0	1.15	0	0	0.6
72	LU 72	0.46	0	0.863	-1.15	0	0	0.6
SLV1	LU SLV1	0	0	0	0	1	1	0
SLV2	LU SLV2	0	0	0	0	1	1	0
SLV3	LU SLV3	0	0	0	0	-1	-1	0
SLV4	LU SLV4	0	0	0	0	-1	-1	0

## Famiglia Esercizio rara

Il nome compatto della famiglia è RA.

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

Nome	Nome breve	Perm.	Spinta riposo Sx	Spinta riposo Dx	Acqua esterna	Variabile interno	Variabile centrale	Variabile laterale
1	RA 1	1	1	0.75	1	1	1	0
2	RA 2	1	1	0.75	1	1	0.75	0
3	RA 3	1	0.75	1	1	1	0.75	0
4	RA 4	1	1	1	1	1	1	0
5	RA 5	1	1	0.75	1	1	0	1
6	RA 6	1	1	0.75	1	1	0	0.75
7	RA 7	1	0.75	1	1	1	0	0.75
8	RA 8	1	1	1	1	1	0	1
9	RA 9	1	1	0.75	1	0	1	0
10	RA 10	1	1	0.75	1	0	0.75	0
11	RA 11	1	0.75	1	1	0	0.75	0
12	RA 12	1	1	1	1	0	1	0
13	RA 13	1	1	0.75	1	0	0	1
14	RA 14	1	1	0.75	1	0	0	0.75
15	RA 15	1	0.75	1	1	0	0	0.75
16	RA 16	1	1	1	1	0	0	1

Nome	Nome breve	Variabile distribuito	Spinta sovraccarico Sx	Spinta sovraccarico Dx	Frenamento Sx Dx	Spinta dinamica terra	Spinta dinamica acqua esterna	Dt
1	RA 1	1	0	0	0	0	0	0.6
2	RA 2	0.4	0.75	0	0	1	0	0.6
3	RA 3	0.4	0	0.75	-1	0	0	0.6
4	RA 4	1	0	0	0	0	0	0.6
5	RA 5	1	0	0	0	0	0	0.6
6	RA 6	0.4	0.75	0	1	0	0	0.6
7	RA 7	0.4	0	0.75	-1	0	0	0.6
8	RA 8	1	0	0	0	0	0	0.6
9	RA 9	1	0	0	0	0	0	0.6
10	RA 10	0.4	0.75	0	1	0	0	0.6
11	RA 11	0.4	0	0.75	-1	0	0	0.6
12	RA 12	1	0	0	0	0	0	0.6
13	RA 13	1	0	0	0	0	0	0.6
14	RA 14	0.4	0.75	0	1	0	0	0.6
15	RA 15	0.4	0	0.75	-1	0	0	0.6
16	RA 16	1	0	0	0	0	0	0.6

## Famiglia Esercizio frequente

Il nome compatto della famiglia è FR.

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

Nome	Nome breve	Perm.	Spinta riposo Sx	Spinta riposo Dx	Acqua esterna	Variabile interno	Variabile centrale	Variabile laterale
1	FR 1	1	1	0.75	1	0	0.75	0
2	FR 2	1	1	0.75	1	0	0.75	0
3	FR 3	1	0.75	1	1	0	0.75	0
4	FR 4	1	1	1	1	0	0.75	0
5	FR 5	1	1	0.75	1	0	0	0.75
6	FR 6	1	1	0.75	1	0	0	0.75
7	FR 7	1	0.75	1	1	0	0	0.75
8	FR 8	1	1	1	1	0	0	0.75
9	FR 9	1	1	0.75	1	0.7	0	0
10	FR 10	1	1	0.75	1	0.7	0	0
11	FR 11	1	0.75	1	1	0.7	0	0
12	FR 12	1	1	1	1	0.7	0	0
13	FR 13	1	1	0.75	1	0.7	0	0
14	FR 14	1	1	0.75	1	0.7	0	0
15	FR 15	1	0.75	1	1	0.7	0	0
16	FR 16	1	1	1	1	0.7	0	0

Nome	Nome breve	Variabile distribuito	Spinta sovraccarico Sx	Spinta sovraccarico Dx	Frenamento Sx Dx	Spinta dinamica terra	Spinta dinamica acqua esterna	Dt
1	FR 1	0.4	0	0	0	0	0	0.6
2	FR 2	0.4	0.75	0	0.75	0	0	0.6
3	FR 3	0.4	0	0.75	-0.75	0	0	0.6
4	FR 4	0.4	0	0	0	0	0	0.6
5	FR 5	0.4	0	0	0	0	0	0.6
6	FR 6	0.4	0.75	0	0.75	0	0	0.6

TABULATO DI CALCOLO

Nome	Nome breve	Variabile distribuito	Spinta sovraccarico Sx	Spinta sovraccarico Dx	Frenamento Sx Dx	Spinta dinamica terra	Spinta dinamica acqua esterna	Dt
7	FR 7	0.4	0	0.75	-0.75	0	0	0.6
8	FR 8	0.4	0	0	0	0	0	0.6
9	FR 9	0	0	0	0	0	0	0.6
10	FR 10	0	0.75	0	0.75	0	0	0.6
11	FR 11	0	0	0.75	-0.75	0	0	0.6
12	FR 12	0	0	0	0	0	0	0.6
13	FR 13	0	0	0	0	0	0	0.6
14	FR 14	0	0.75	0	0.75	0	0	0.6
15	FR 15	0	0	0.75	-0.75	0	0	0.6
16	FR 16	0	0	0	0	0	0	0.6

**Famiglia Esercizio quasi permanente**

Il nome compatto della famiglia è QP.

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

Nome	Nome breve	Perm.	Spinta riposo Sx	Spinta riposo Dx	Acqua esterna	Variabile interno	Variabile centrale	Variabile laterale
1	QP 1	1	1	1	1	0.5	0	0
2	QP 2	1	1	1	1	0	0	0

Nome	Nome breve	Variabile distribuito	Spinta sovraccarico Sx	Spinta sovraccarico Dx	Frenamento Sx Dx	Spinta dinamica terra	Spinta dinamica acqua esterna	Dt
1	QP 1	0	0	0	0	0	0	0.5
2	QP 2	0	0	0	0	0	0	0.5

**Famiglia Pressioni sul terreno**

Il nome compatto della famiglia è PT.

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

Nome	Nome breve	Perm.	Spinta riposo Sx	Spinta riposo Dx	Acqua esterna	Variabile interno	Variabile centrale	Variabile laterale
1	PT 1	1	1	1	1	0	0	0
2	PT 2	1	1	1	1	1	0	0
3	PT 3	1	1	1	1	0	1	1
4	PT 4	1	1	1	1	1	1	1

Nome	Nome breve	Variabile distribuito	Spinta sovraccarico Sx	Spinta sovraccarico Dx	Frenamento Sx Dx	Spinta dinamica terra	Spinta dinamica acqua esterna	Dt
1	PT 1	0	0	0	0	0	0	1
2	PT 2	0	0	0	0	0	0	1
3	PT 3	1	1	1	1	0	0	1
4	PT 4	1	1	1	1	0	0	1

**2.2.3 Definizioni di carichi lineari**

**Nome:** Nome identificativo della definizione di carico.

**Valori:** Valori associati alle condizioni di carico.

**Condizione:** Condizione di carico a cui sono associati i valori.

**Descrizione:** Nome assegnato alla condizione elementare.

**Fx i.:** Valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione X. [kN/m]

**Fx f.:** Valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione X. [kN/m]

**Fy i.:** Valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Y. [kN/m]

**Fy f.:** Valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Y. [kN/m]

**Fz i.:** Valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [kN/m]

**Fz f.:** Valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [kN/m]

**Mx i.:** Valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [kN]

**Mx f.:** Valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [kN]

**My i.:** Valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [kN]

**My f.:** Valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [kN]

**Mz i.:** Valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [kN]

**Mz f.:** Valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [kN]

Nome	Condizione	Valori											
		Fx i.	Fx f.	Fy i.	Fy f.	Fz i.	Fz f.	Mx i.	Mx f.	My i.	My f.	Mz i.	Mz f.
Soletta copertura - veicolare centrato	Permanenti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta riposo Sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta riposo Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Acqua esterna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile interno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile centrale	0	0	0	0	-54.2	-54.2	0	0	0	0	0	0
	Variabile laterale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile distribuito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta sovraccarico Sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta sovraccarico Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frenamento Sx Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta dinamica terra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nome	Condizione	Valori											
		Fx i.	Fx f.	Fy i.	Fy f.	Fz i.	Fz f.	Mx i.	Mx f.	My i.	My f.	Mz i.	Mz f.
	Descrizione												
	Spinta dinamica acqua esterna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soletta copertura - distribuito	Permanenti	0	0	0	0	-20	-20	0	0	0	0	0	0
	Spinta riposo Sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta riposo Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Acqua esterna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile interno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile centrale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile laterale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile distribuito	0	0	0	0	-9	-9	0	0	0	0	0	0
	Spinta sovraccarico Sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta sovraccarico Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frenamento Sx Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta dinamica terra	3.5	3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta dinamica acqua esterna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soletta inferiore	Permanenti	0	0	0	0	-7.5	-7.5	0	0	0	0	0	0
	Spinta riposo Sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta riposo Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Acqua esterna	0	0	0	0	29.5	29.5	0	0	0	0	0	0
	Variabile interno	0	0	0	0	-27.5	-27.5	0	0	0	0	0	0
	Variabile centrale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile laterale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile distribuito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta sovraccarico Sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta sovraccarico Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frenamento Sx Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta dinamica terra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta dinamica acqua esterna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piedritto Sx	Permanenti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta riposo Sx	11	30.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta riposo Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Acqua esterna	0	29.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile interno	0	-27.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile centrale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile laterale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile distribuito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta sovraccarico Sx	31.6	11.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta sovraccarico Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frenamento Sx Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta dinamica terra	8.4	8.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta dinamica acqua esterna	2.1	2.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piedritto Dx	Permanenti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta riposo Sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta riposo Dx	-11	-30.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Acqua esterna	0	-29.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile interno	0	27.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile centrale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile laterale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile distribuito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta sovraccarico Sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta sovraccarico Dx	-31.6	-11.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frenamento Sx Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta dinamica terra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta dinamica acqua esterna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## 2.3 Quote

### 2.3.1 Livelli

**Descrizione breve:** Nome sintetico assegnato al livello.

**Descrizione:** Nome assegnato al livello.

**Quota:** Quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [m]

**Spessore:** Spessore del livello. [m]

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	-2.95	0.2
L2	Raccordo inf.	-2.65	0.2
L3	Mezzeria	-1.475	0.2
L4	Raccordo sup.	-0.3	0.2
L5	Superiore	0	0.2

### 2.3.2 Tronchi

**Descrizione breve:** Nome sintetico assegnato al tronco.

**Descrizione:** Nome assegnato al tronco.

**Quota 1:** Riferimento della prima quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

**Quota 2:** Riferimento della seconda quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Descrizione breve	Descrizione	Quota 1	Quota 2
T1	Fondazione - Raccordo inf.	Fondazione	Raccordo inf.
T2	Raccordo inf. - Mezzeria	Raccordo inf.	Mezzeria
T3	Raccordo sup. - Superiore	Raccordo sup.	Superiore
T4	Mezzeria - Raccordo sup.	Mezzeria	Raccordo sup.

## 2.4 Elementi di input

### 2.4.1 Fili fissi

#### 2.4.1.1 Fili fissi di piano

**Livello:** Quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

**Punto:** Punto di inserimento.

**X:** Coordinata X. [m]

**Y:** Coordinata Y. [m]

**Estradosso:** Distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

**Angolo:** Angolo misurato dal semiasse positivo delle ascisse in verso antiorario. [deg]

**Tipo:** Tipo di simbolo.

**T.c.:** Testo completo visualizzato accanto al filo fisso, costituito dalla concatenazione del prefisso e del testo.

Livello	Punto		Estradosso	Angolo	Tipo	T.c.	Livello	Punto		Estradosso	Angolo	Tipo	T.c.
	X	Y						X	Y				
L1	1.382	-1.729	0	0	Croce	5	L1	-1.468	-1.729	0	0	Croce	1
L1	1.682	-1.729	0	0	Croce	5	L1	-1.768	-1.729	0	0	Croce	1
L5	1.682	-1.729	0	0	Croce	2	L5	1.382	-1.729	0	0	Croce	2
L5	-1.768	-1.729	0	0	Croce	2	L5	-1.468	-1.729	0	0	Croce	2

### 2.4.2 Elementi di fondazione

#### 2.4.2.1 Soletta C.A. di fondazione

**Sezione:** Riferimento ad una definizione di sezione C.A..

**P.i.:** Posizione dei punti d'inserimento rispetto alla geometria della sezione. SA=Sinistra anima, CA=Centro anima, DA=Destra anima

**Liv.:** Quota del punto di inserimento iniziale. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

**Punto i.:** Punto di inserimento iniziale.

**X:** Coordinata X. [m]

**Y:** Coordinata Y. [m]

**Punto f.:** Punto di inserimento finale.

**X:** Coordinata X. [m]

**Y:** Coordinata Y. [m]

**Estr.:** Distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

**Mat.:** Riferimento ad una definizione di materiale calcestruzzo.

**Car.lin.:** Riferimento alla definizione di un carico lineare.L: valori del carico espressi nel sistema locale dell'elemento.G: valori del carico espressi nel sistema globale.

**DeltaT:** Riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

**Sovr.:** Aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

**S.Z:** Indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.

**C.i.:** Svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.

**C.f.:** Svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.

**P.lin.:** Peso per unità di lunghezza. [kN/m]

**Fond.:** Riferimento alla fondazione sottostante l'elemento.

Sezione	P.i.	Liv.	Punto i.		Punto f.		Estr.	Mat.	Car.lin.	DeltaT	Sovr.	S.Z	C.i.	C.f.	P.lin.	Fond.
			X	Y	X	Y										
R 100x20	CA	L1	1.382	-1.729	1.682	-1.729	0	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5	FT1
R 100x20	CA	L1	-1.468	-1.729	1.382	-1.729	0	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5	FT1
R 100x20	CA	L1	-1.768	-1.729	-1.468	-1.729	0	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5	FT1

### 2.4.3 Elementi di piano C.A.

#### 2.4.3.1 Soletta C.A. di piano

**Sezione:** Riferimento ad una definizione di sezione C.A..

**P.i.:** Posizione dei punti d'inserimento rispetto alla geometria della sezione. SA=Sinistra anima, CA=Centro anima, DA=Destra anima

**Liv.:** Quota del punto di inserimento iniziale. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

**Punto i.:** Punto di inserimento iniziale.

**X:** Coordinata X. [m]

**Y:** Coordinata Y. [m]

**Punto f.:** Punto di inserimento finale.

**X:** Coordinata X. [m]

**Y:** Coordinata Y. [m]

**Estr.:** Distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

**Mat.:** Riferimento ad una definizione di materiale calcestruzzo.

**Car.lin.:** Riferimento alla definizione di un carico lineare.L: valori del carico espressi nel sistema locale dell'elemento.G: valori del carico espressi nel sistema globale.

**DeltaT:** Riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

**Sovr.:** Aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.  
**S.Z:** Indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.  
**C.i.:** Svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.  
**C.f.:** Svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.  
**P.lin.:** Peso per unità di lunghezza. [kN/m]

Sezione	P.i.	Liv.	Punto i.		Punto f.		Estr.	Mat.	Car.lin.	DeltaT	Sovr.	S.Z	C.i.	C.f.	P.lin.
			X	Y	X	Y									
R 100x20	CA	L5	1.382	-1.729	1.682	-1.729	0	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5
R 100x20	CA	L5	-1.468	-1.729	1.382	-1.729	0	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5
R 100x20	CA	L5	-1.768	-1.729	-1.468	-1.729	0	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5

## 2.4.4 Piedritti C.A.

**Tr.:** Riferimento al tronco indicante la quota inferiore e superiore.  
**Sezione:** Riferimento ad una definizione di sezione C.A.  
**P.i.:** Posizione del punto di inserimento rispetto alla geometria della sezione. SS=Sinistra-sotto, SC=Sinistra-centro, SA=Sinistra-alto, CS=Centro-sotto, CC=Centro-centro, CA=Centro-alto, DS=Destra-sotto, DC=Destra-centro, DA=Destra-alto  
**Punto:** Posizione del punto di inserimento rispetto alla geometria della sezione.  
**X:** Coordinata X. [m]  
**Y:** Coordinata Y. [m]  
**Ang.:** Angolo misurato dal semiasse positivo delle ascisse in verso antiorario. [deg]  
**Mat.:** Riferimento ad una definizione di materiale cemento armato.  
**Car.lin.:** Riferimento alla definizione di un carico lineare.L: valori del carico espressi nel sistema locale dell'elemento.G: valori del carico espressi nel sistema globale.  
**DeltaT:** Riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".  
**Sovr.:** Aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.  
**S.Z:** Indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.  
**C.i.:** Svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.  
**C.f.:** Svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.  
**P.lin.:** Peso per unità di lunghezza. [kN/m]  
**Corr.:** Lista di elementi correlati all'elemento generati durante la modellazione.

Tr.	Sezione	P.i.	Punto		Ang.	Mat.	Car.lin.	DeltaT	Sovr.	S.Z	C.i.	C.f.	P.lin.	Corr.
			X	Y										
T1	R 100x20	CC	-1.768	-1.729	90	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5	1
T1	R 100x20	CC	1.682	-1.729	90	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5	2
T2	R 100x20	CC	1.682	-1.729	90	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5	4
T2	R 100x20	CC	-1.768	-1.729	90	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5	3
T4	R 100x20	CC	-1.768	-1.729	90	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5	14
T4	R 100x20	CC	1.682	-1.729	90	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5	15
T3	R 100x20	CC	1.682	-1.729	90	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5	6
T3	R 100x20	CC	-1.768	-1.729	90	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5	5

# 3 Dati di modellazione

## 3.1 Nodi modello

### 3.1.1 Nodi di definizione del modello

**Indice:** Numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.  
**Posizione:** Coordinate del nodo.  
**X:** Coordinata X. [m]  
**Y:** Coordinata Y. [m]  
**Z:** Coordinata Z. [m]

Indice	Posizione			Indice	Posizione			Indice	Posizione			Indice	Posizione		
	X	Y	Z		X	Y	Z		X	Y	Z		X	Y	Z
2	-1.768	-1.729	-3.05	3	-1.468	-1.729	-3.05	4	-0.043	-1.729	-3.05	5	1.382	-1.729	-3.05
6	1.682	-1.729	-3.05	7	-1.768	-1.729	-2.75	8	1.682	-1.729	-2.75	9	-1.768	-1.729	-1.575
10	1.682	-1.729	-1.575	11	-1.768	-1.729	-0.4	12	1.682	-1.729	-0.4	13	-1.768	-1.729	-0.1
14	-1.468	-1.729	-0.1	15	1.382	-1.729	-0.1	16	1.682	-1.729	-0.1				

## 3.2 Aste

### 3.2.1 Caratteristiche meccaniche aste

I seguenti dati si riferiscono alle caratteristiche meccaniche delle aste utilizzate dal solutore ad elementi finiti. Normalmente differiscono dalle caratteristiche inerziali delle sezioni definite nel database. Tengono conto dei moltiplicatori inerziali espressi nelle preferenze FEM e di indicazioni tratte dalla bibliografia (SAP 90 Volume I Figura X-8; Belluzzi Vol. 1).

**I.:** Numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.  
**Area:** Area della sezione trasversale. [m2]  
**Area 2:** Area di taglio per sforzo di taglio nella direzione 2. [m2]  
**Area 3:** Area di taglio per sforzo di taglio nella direzione 3. [m2]  
**In.2:** Momento d'inerzia attorno all'asse locale 2. [m4]  
**In.3:** Momento d'inerzia attorno all'asse locale 3. [m4]  
**In.tors.:** Momento d'inerzia torsionale corretto con il fattore di torsione. [m4]  
**E:** Modulo di elasticità longitudinale. [kN/m2]  
**G:** Modulo di elasticità tangenziale. [kN/m2]  
**Alfa:** Coefficiente di dilatazione termica longitudinale. [°C-1]  
**P.unit.:** Peso per unità di lunghezza dell'elemento. [kN/m]

**S.fibre:** Caratteristiche della sezione a fibre

**Sez.corr.:** Sezione degli elementi correlati.

**Desc.:** Descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Mat.corr.:** Materiale degli elementi correlati.

**Desc.:** Descrizione o nome assegnato all'elemento.

I.	Area	Area 2	Area 3	In.2	In.3	In.tors.	E	G	Alfa	P.unit.	S.fibre	Sez.corr. Desc.	Mat.corr. Desc.
1	0.2	0.1667	0.1667	1.67E-02	6.67E-04	2.33E-05	35547105	16157775	0.00001	5		R 100x20	C40/50 1
2	0.2	0.1667	0.1667	1.67E-02	6.67E-04	2.33E-05	35547105	16157775	0.00001	5		R 100x20	C40/50 1
3	0.2	0.1667	0.1667	1.67E-02	6.67E-04	2.33E-05	35547105	16157775	0.00001	5		R 100x20	C40/50 1

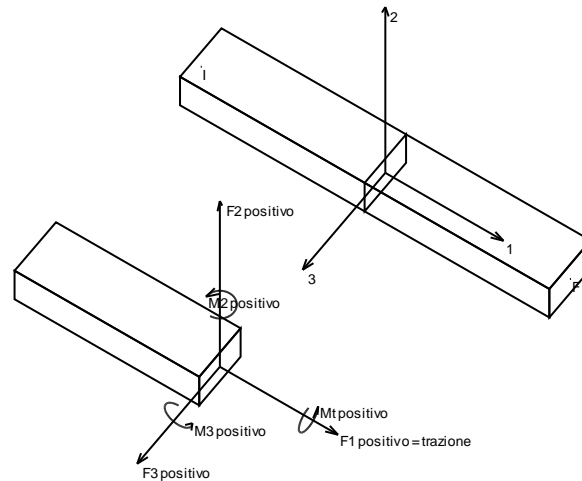
## 4 Risultati numerici

### 4.1 Sollecitazioni aste

#### 4.1.1 Convenzioni di segno aste

Le abbreviazioni relative alle sollecitazioni sugli elementi aste sono da intendersi:

- F1 (N): sforzo normale nell'asta;
- F2: sforzo di taglio agente nella direzione dell'asse locale 2;
- F3: sforzo di taglio agente nella direzione dell'asse locale 3;
- M1 (Mt): momento attorno all'asse locale 1; equivale al momento torcente;
- M2: momento attorno all'asse locale 2;
- M3: momento attorno all'asse locale 3;



La convenzione sui segni per i parametri di sollecitazione delle aste è la seguente:

presa un'asta con nodo iniziale i e nodo finale f, asse 1 che va da i a f, assi 2 e 3 presi secondo quanto indicato nei paragrafi successivi relativi al sistema locale delle aste sezionando l'asta in un punto e considerando la sezione sinistra del punto in cui si è effettuato il taglio (sezione da cui esce il versore asse 1) i parametri di sollecitazione sono positivi se hanno verso e direzione concordi con il sistema di riferimento locale dell'asta 1, 2, 3 (per i momenti si adotta la regola della mano destra).

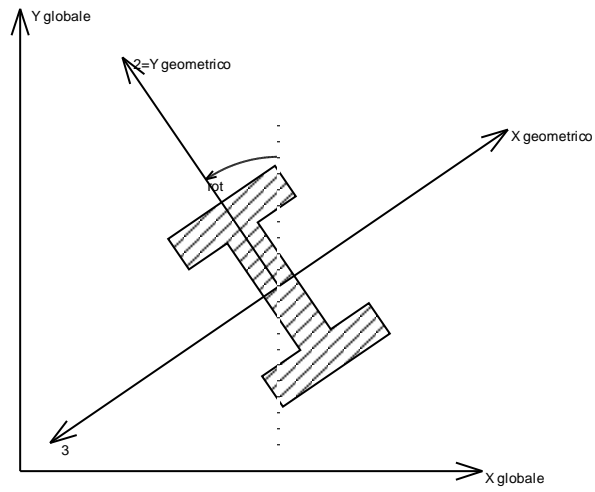
Il sistema è definito diversamente per tre categorie di aste, a seconda che siano originate da:

- aste verticali ad esempio pilastri e colonne;
- aste non verticali non di c.a., ad esempio travi di acciaio o legno;
- aste non verticali in c.a.: travi in c.a. di piano, falda o a quota generica.

Nel seguito si indica con 1, 2 e 3 il sistema locale dell'asta che non sempre coincide con gli assi principali della sezione. Si ricorda che per assi principali si intendono gli assi rispetto a cui si ha il raggio di inerzia minimo e massimo. Gli assi 1, 2 e 3 rispettano la regola della mano destra.

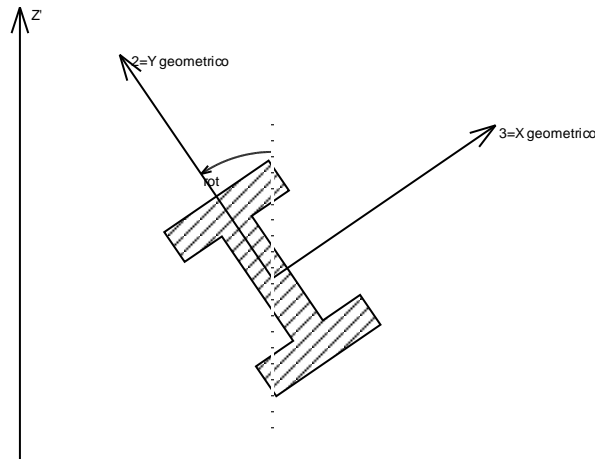
#### Sistema locale aste verticali





Nella figura si considera l'asse 1 uscente dal foglio (l'osservatore guarda in direzione opposta a quella dell'asse 1).

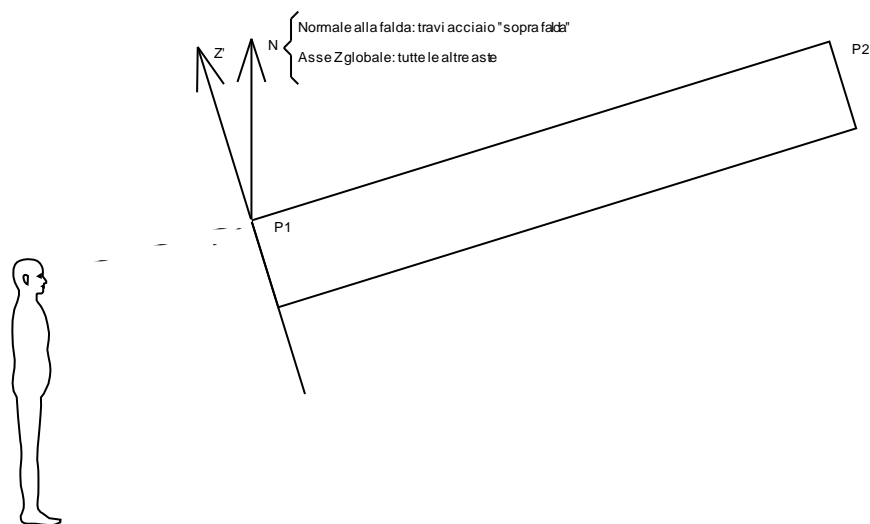
### Sistema locale aste non verticali



Nella figura si considera l'asse 1 entrante nel foglio (l'osservatore guarda in direzione coincidente a quella dell'asse 1).

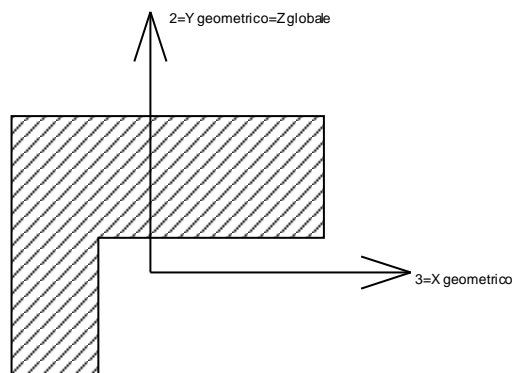
L'asse Z' è illustrato nella figura seguente dove:

- P1 è il punto di inserimento iniziale dell'asta
- P2 è il punto di inserimento finale dell'asta
- N è la normale al piano o falda di inserimento



Z' è quindi l'intersezione tra il piano passante per P1, P2 contenente N e il piano della sezione iniziale dell'asta.

### Sistema locale aste derivanti da travi in c.a.



Nella figura si considera l'asse 1 entrante nel foglio (l'osservatore guarda in direzione coincidente a quella dell'asse 1). L'asse 2 è sempre verticale e quindi coincidente con l'asse Z globale nonché con l'asse y geometrico. L'asse 3 coincide con l'asse x geometrico. Si sottolinea il fatto che gli assi 2 e 3 non corrispondono agli assi principali della sezione.

### 4.1.2 Sollecitazioni estreme aste

**Asta:** Elemento asta a cui si riferiscono le sollecitazioni.

**Ind.:** Indice dell'asta.

**Cont.:** Contesto a cui si riferisce la sollecitazione

**n.br.:** Nome breve della condizione o combinazione di carico.

**Pos.:** Numero della sezione all'interno dell'asta (tra 1 e 31, dove 1 corrisponde alla sezione al nodo iniziale, 16 è la sezione in mezzeria, 31 corrisponde alla sezione al nodo finale).

**Posizione:** Posizione a cui si riferisce la sollecitazione dell'asta.

**X:** Componente X della posizione a cui si riferisce la sollecitazione dell'asta. [m]

**Y:** Componente Y della posizione a cui si riferisce la sollecitazione dell'asta. [m]

**Z:** Componente Z della posizione a cui si riferisce la sollecitazione dell'asta. [m]

**Soll.traslazionale:** Componente traslazionale della sollecitazione dell'asta.

**F1:** Componente F1 della sollecitazione dell'asta. [kN]

**F2:** Componente F2 della sollecitazione dell'asta. [kN]

**F3:** Componente F3 della sollecitazione dell'asta. [kN]

**Soll.rotazionale:** Componente rotazionale della sollecitazione dell'asta.

**M1:** Componente M1 della sollecitazione dell'asta. [kN\*m]

**M2:** Componente M2 della sollecitazione dell'asta. [kN\*m]

**M3:** Componente M3 della sollecitazione dell'asta. [kN\*m]

### Sollecitazioni con sforzo normale (N) minimo

Vengono mostrate le sole 5 aste più sollecitate.

Asta	Cont.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
Ind.	n.br.		X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3

Asta	Cont.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
Ind.	n.br.		X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
1	LU 7	1	-1.77	-1.73	-3.05	-245.81	-13.33	0	0	0	-21.4064
2	LU 6	1	1.68	-1.73	-3.05	-245.81	13.33	0	0	0	21.4064
3	LU 7	1	-1.77	-1.73	-2.75	-243.79	-1.45	0	0	0	-19.213
4	LU 6	1	1.68	-1.73	-2.75	-243.79	1.45	0	0	0	19.213
14	LU 17	1	-1.77	-1.73	-1.58	-235.86	38.99	0	0	0	-30.8038

### Sollecitazioni con sforzo normale (N) massimo

Vengono mostrate le sole 5 aste più sollecitate.

Asta	Cont.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
Ind.	n.br.		X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
13	Variabile interno	31	1.68	-1.73	-3.05	27.81	0	0	0	0	-6.3462
10	Variabile interno	1	-1.77	-1.73	-3.05	27.81	0	0	0	0	-6.3462
12	Variabile interno	31	1.38	-1.73	-3.05	24.96	2	0	0	0	-6.0123
11	Variabile interno	1	-1.47	-1.73	-3.05	24.96	-2	0	0	0	-6.0123
6	Spinta sovraccarico Dx	1	1.68	-1.73	-0.4	12.99	-8.91	0	0	0	-22.7343

### Sollecitazioni con momento M2 minimo

Vengono mostrate le sole 5 aste più sollecitate.

Asta	Cont.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
Ind.	n.br.		X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
13	LU 17	31	1.68	-1.73	-3.05	-148.87	-204.99	0	0	0	129.7074
10	LU 16	1	-1.77	-1.73	-3.05	-148.87	204.99	0	0	0	129.7074
8	LU 5	16	-0.04	-1.73	-0.1	-43.52	0	0	0	0	98.9033
11	LU 36	1	-1.47	-1.73	-3.05	-132.14	84.25	0	0	0	76.1177
12	LU 37	31	1.38	-1.73	-3.05	-132.14	-84.25	0	0	0	76.1177

### Sollecitazioni con momento M2 massimo

Vengono mostrate le sole 5 aste più sollecitate.

Asta	Cont.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
Ind.	n.br.		X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
9	LU 16	31	1.68	-1.73	-0.1	-76.98	225.9	0	0	0	-121.6778
7	LU 17	1	-1.77	-1.73	-0.1	-76.98	-225.9	0	0	0	-121.6778
11	LU 7	16	-0.76	-1.73	-3.05	-29.6	13.69	0	0	0	-89.8935
12	LU 6	16	0.67	-1.73	-3.05	-29.6	-13.69	0	0	0	-89.8935
8	LU 17	1	-1.47	-1.73	-0.1	-76.98	-190.16	0	0	0	-59.2678

### Sollecitazioni con momento M3 minimo

Vengono mostrate le sole 5 aste più sollecitate.

Asta	Cont.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
Ind.	n.br.		X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
1	LU 16	1	-1.77	-1.73	-3.05	-204.99	-148.87	0	0	0	-129.7074
5	LU 17	31	-1.77	-1.73	-0.1	-225.9	76.98	0	0	0	-121.6778
7	LU 17	1	-1.77	-1.73	-0.1	-76.98	-225.9	0	0	0	-121.6778
9	LU 16	31	1.68	-1.73	-0.1	-76.98	225.9	0	0	0	-121.6778
14	LU 17	31	-1.77	-1.73	-0.4	-227.93	72.78	0	0	0	-99.1697

### Sollecitazioni con momento M3 massimo

Vengono mostrate le sole 5 aste più sollecitate.

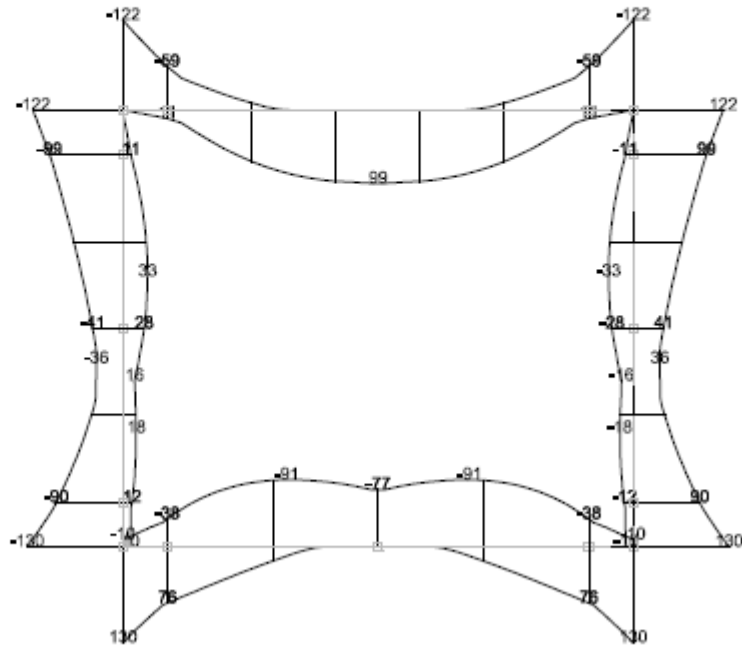
Asta	Cont.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
Ind.	n.br.		X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
13	LU 17	31	1.68	-1.73	-3.05	-148.87	-204.99	0	0	0	129.7074
2	LU 17	1	1.68	-1.73	-3.05	-204.99	148.87	0	0	0	129.7074
10	LU 16	1	-1.77	-1.73	-3.05	-148.87	204.99	0	0	0	129.7074
6	LU 16	31	1.68	-1.73	-0.1	-225.9	-76.98	0	0	0	121.6778
15	LU 16	31	1.68	-1.73	-0.4	-227.93	-72.78	0	0	0	99.1697

## 5 Diagrammi involuppi

### 5.1 Involuppi SLU

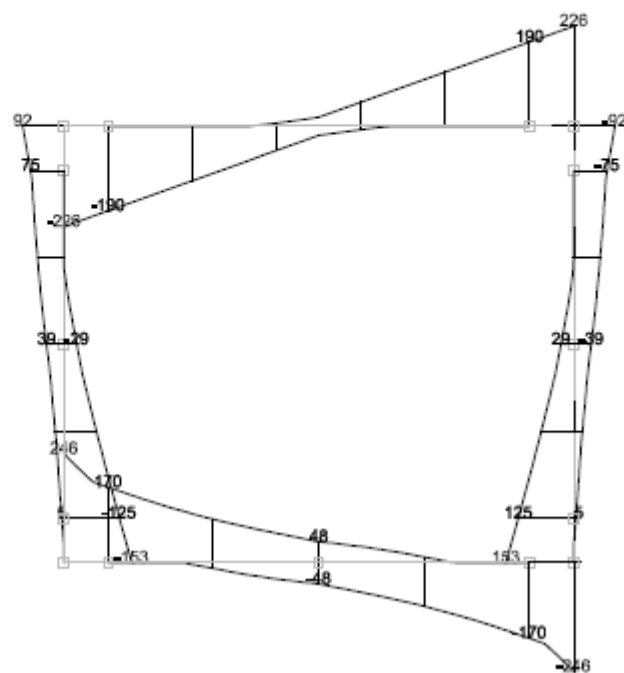
INVILUPPO MOMENTI

[kNm]



INVILUPPO TAGLIO

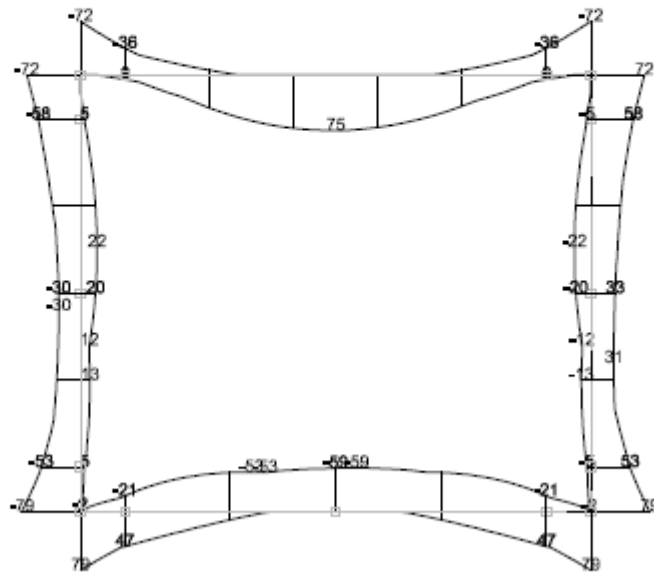
[kN]



## 5.2 Involupi SLE

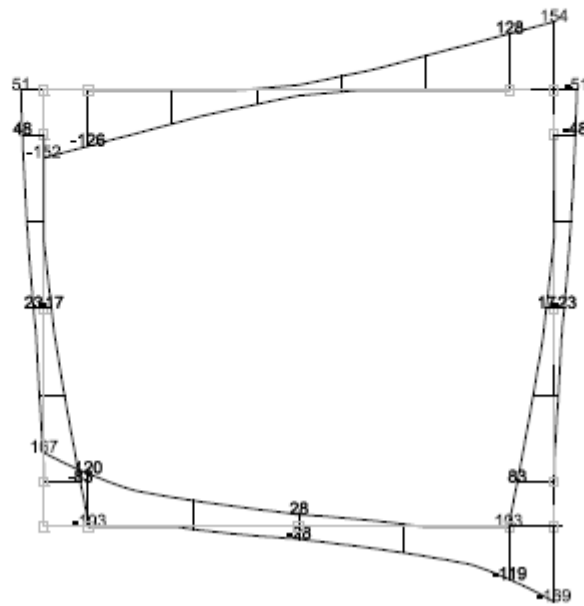
INVILUPPO MOMENTI

[kNm]



INVILUPPO TAGLIO

[kN]

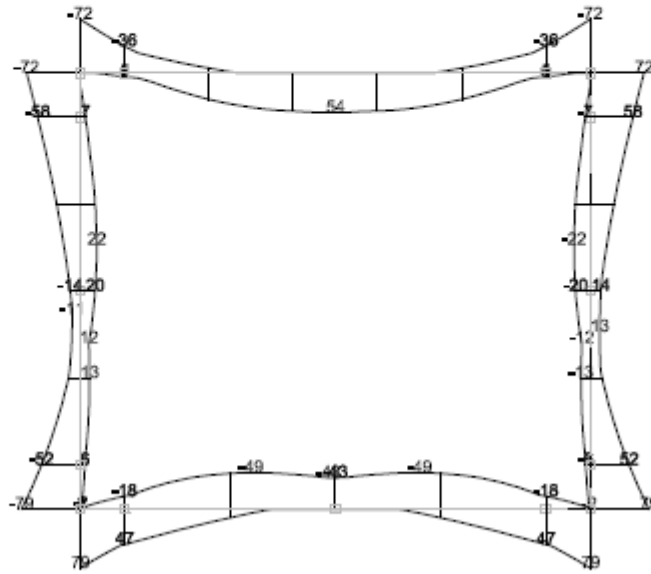


5.3 Involuppi SLE (frequente e quasi permanente)

INVILUPPO MOMENTI

COMB. FREQUENTE

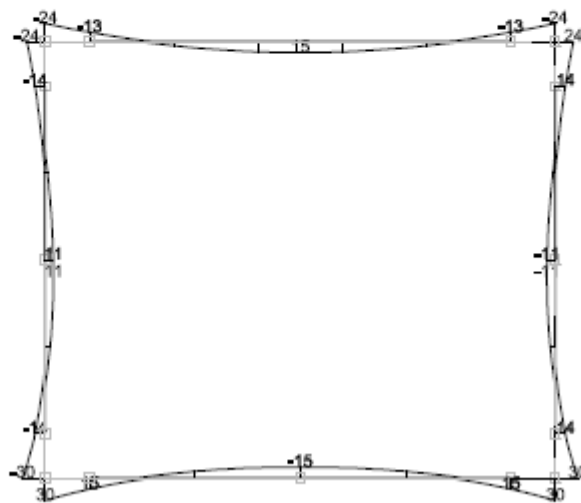
[kNm]



INVILUPPO MOMENTI

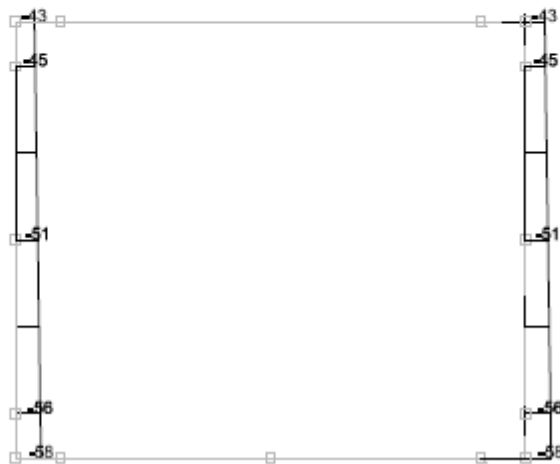
COMB. QUASI PERMANENTE

[kNm]



## 5.4 Involuppi N carichi permanenti

INVILUPPO ASSIALI pesi permanenti  
[kN]



## 6. Verifiche

## Verifica della sezione della soletta sup. per flessione (Mmax)

### Calcestruzzo

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
γc	1,5		
fcd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σc	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εc1	2 ‰		
εcu	3,5 ‰		

### Acciaio B450C

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
γs	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σs	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εsd	1,90 ‰		
εsu	10 ‰		

### Coefficienti di omogeneizzazione

m	14	S.L.E.
r	16,6	S.L.U.

### Sezione trave e azioni agenti

combinazione rara			
b	h	Mk	Msd
[cm]	[cm]	[kNm]	[kNm]
100	20	75,00	99,00

d'	3,0	cm
d	17,0	cm

### N° ferri area tesa

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	16	8,04
4	16	8,04
		17,50

### N° ferri area compressa

n°	Φ	A' <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
0	0	0,00
0	0	0,00
		1,41

### Verifiche S.L.E.

ρ <sub>s</sub>	0,01029		
ρ' <sub>s</sub>	0,00083		
ω <sub>t</sub>	0,15575		
δ	0,93844		
x	6,92	cm	
J <sub>i</sub>	36242	cm <sup>4</sup>	
σ <sub>c</sub> =	14,32	N/mm <sup>2</sup>	OK
σ <sub>s</sub> =	292,12	N/mm <sup>2</sup>	OK

### Verifiche S.L.U.

ω <sub>sc</sub>	0,5186	limite verso le forti armature	
ω <sub>s</sub>	0,17128	OK	
ω' <sub>s</sub>	0,01384	OK	
x	2,68	cm	
z <sub>s</sub>	15,66	cm	
z' <sub>s</sub>	-1,66	cm	
ε <sub>s</sub>	0,0143		
ε' <sub>s</sub>	-0,0004		
Mrd=	106,32	kNm	OK

### Verifiche S.L.E. fessurazione

combinazione frequente			
condizioni ambientali non aggressive			
armatura poco sensibile			
ω <sub>k</sub> max	0,4	mm	
β	1,70		
K <sub>1</sub>	0,80		
K <sub>2</sub>	0,50		
Φ	16,00	mm	
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>	
δ	0,0233		
Stm	118,58	mm	
Mk	54,00	kNm	
σ <sub>s</sub>	210,32	N/mm <sup>2</sup>	
ε <sub>sm</sub>	0,0010		
ω <sub>k</sub> =	0,21	mm	OK

combinazione quasi permanente			
condizioni ambientali non aggressive			
armatura poco sensibile			
ω <sub>k</sub> max	0,3	mm	
β	1,70		
K <sub>1</sub>	0,80		
K <sub>2</sub>	0,50		
Φ	16,00	mm	
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>	
δ	0,0233		
Stm	118,58	mm	
Mk	15,00	kNm	
σ <sub>s</sub>	58,42	N/mm <sup>2</sup>	
ε <sub>sm</sub>	0,0003		
ω <sub>k</sub> =	0,06	mm	OK



**Verifica della sezione alla fine del ringrosso d'angolo della soletta superiore per flessione**

**Calcestruzzo**

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
γc	1,5		
fcd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σc	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εc1	2 ‰		
εcu	3,5 ‰		

**Acciaio B450C**

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
γs	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σs	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εsd	1,90 ‰		
εsu	10 ‰		

**Coefficienti di omogeneizzazione**

m	14	S.L.E.
r	16,6	S.L.U.

**Sezione trave e azioni agenti**

combinazione rara			
b	h	Mk	Msd
[cm]	[cm]	[kNm]	[kNm]
100	20	36,00	59,00

d'	3,0	cm
d	17,0	cm

**N° ferri area tesa**

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
5	12	5,65
5	14	7,70
		14,77

**N° ferri area compressa**

n°	Φ	A' <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	16	8,04
0	0	0,00
		9,46

**Verifiche S.L.E.**

ρ <sub>s</sub>	0,00869		
ρ' <sub>s</sub>	0,00556		
ω <sub>t</sub>	0,19947		
δ	0,67849		
x	6,08	cm	
J <sub>i</sub>	33398	cm <sup>4</sup>	
σ <sub>c</sub> =	6,56	N/mm <sup>2</sup>	OK
σ <sub>s</sub> =	164,77	N/mm <sup>2</sup>	OK

**Verifiche S.L.U.**

ω <sub>sc</sub>	0,5186	limite verso le forti armature	
ω <sub>s</sub>	0,14452	OK	
ω' <sub>s</sub>	0,09256	OK	
x	0,88	cm	
Z <sub>s</sub>	16,56	cm	
Z' <sub>s</sub>	-2,56	cm	
ε <sub>s</sub>	0,0504		
ε' <sub>s</sub>	0,0060		
Mrd=	88,20	kNm	OK

**Verifiche S.L.E. fessurazione**

combinazione frequente			
condizioni ambientali non aggressive			
armatura poco sensibile			
ω <sub>k</sub> max	0,4	mm	
β	1,70		
K <sub>1</sub>	0,80		
K <sub>2</sub>	0,50		
Φ	14,00	mm	
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>	
δ	0,0197		
Stm	121,11	mm	
Mk	36,00	kNm	
σ <sub>s</sub>	164,77	N/mm <sup>2</sup>	
ε <sub>sm</sub>	0,0008		
ω <sub>k</sub> =	0,16	mm	OK

combinazione quasi permanente			
condizioni ambientali non aggressive			
armatura poco sensibile			
ω <sub>k</sub> max	0,3	mm	
β	1,70		
K <sub>1</sub>	0,80		
K <sub>2</sub>	0,50		
Φ	14,00	mm	
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>	
δ	0,0197		
Stm	121,11	mm	
Mk	13,00	kNm	
σ <sub>s</sub>	59,50	N/mm <sup>2</sup>	
ε <sub>sm</sub>	0,0003		
ω <sub>k</sub> =	0,06	mm	OK

**Verifica della sezione alla fine del ringrosso d'angolo della soletta superiore per taglio**

**Calcestruzzo**

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
fctm	3,60	N/mm <sup>2</sup>	
fctk <sub>0,05</sub>	2,52	N/mm <sup>2</sup>	
fctd	1,68	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
γc	1,5		
fcd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
fc2	13,8	N/mm <sup>3</sup>	S.L.U.ridotta
τrd	0,42	N/mm <sup>2</sup>	
σc	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
σ'c	11,2	N/mm <sup>3</sup>	S.L.E.ridotta

**Acciaio B450C**

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
γs	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σs	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.

**Sezione trave e azioni agenti**

combinazione rara

b	h	Vk	Vsd
[cm]	[cm]	[kN]	[kN]
100	20	128,00	190,00

d'	3,0	cm
d	17,0	cm

**N° ferri area tesa**

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
5	12	5,65
5	14	7,70
		14,77

**N° ferri area compressa**

n°	Φ	A' <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	16	8,04
0	0	0,00
		9,46

**Verifica di resistenza trave non armata al taglio**

Vsd	190,00	kN		
k	2,08			
kmax	2,00	vmin	0,68	
ρ	0,009	vrd	0,83	OK
Nsd	0,00	kN	solo carichi permanenti	
σ	0,000	kN/cm <sup>2</sup>		
Vrd	140,48	kN	>Vsd	KO
elemento fessurato dal momento flettente				

**Dimensionamento delle armature trasversali**

Vsd	190,00	kN				
Nsd	0,00	kN	solo carichi permanenti			
molle φ	10					
n°braccia	5					
Area staffe	3,93	cm <sup>2</sup>				
passo staffe	12	cm				
α	90	ctg(α)	0	sin(α)	1	
θ	45	ctg(θ)	1	sin(θ)	0,71	
Vrsd	195,92	kN	verifica a taglio trazione Vrsd>Vsd			
f'cd	13,8	N/mm <sup>2</sup>				
σcp	0,00	N/mm <sup>2</sup>	0,25fcd	6,9	N/mm <sup>2</sup>	
αc	1,00					
Vrcd	1058,25	kN	verifica a taglio compressione Vrcd>Vsd			
Vrd	195,92	kN	verifica a taglio Vrd>Vsd			OK

## Verifica della sezione della soletta inf. per flessione (Mmax)

### Calcestruzzo

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
γc	1,5		
fcd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σc	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εc1	2	‰	
εcu	3,5	‰	

### Acciaio B450C

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
γs	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σs	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εsd	1,90	‰	
εsu	10	‰	

### Coefficienti di omogeneizzazione

m	14	S.L.E.
r	16,6	S.L.U.

### Sezione trave e azioni agenti

combinazione rara			
b	h	Mk	Msd
[cm]	[cm]	[kNm]	[kNm]
100	20	59,00	91,00

d'	3,0	cm
d	17,0	cm

### N° ferri area tesa

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	14	6,16
4	16	8,04
		15,61

### N° ferri area compressa

n°	Φ	A' <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
0	0	0,00
0	0	0,00
		1,41

### Verifiche S.L.E.

ρ <sub>s</sub>	0,00918		
ρ' <sub>s</sub>	0,00083		
ω <sub>t</sub>	0,14023		
δ	0,93163		
x	6,63	cm	
J <sub>i</sub>	33482	cm <sup>4</sup>	
σ <sub>c</sub> =	11,68	N/mm <sup>2</sup>	OK
σ <sub>s</sub> =	255,91	N/mm <sup>2</sup>	OK

### Verifiche S.L.U.

ω <sub>sc</sub>	0,5186	limite verso le forti armature	
ω <sub>s</sub>	0,15283	OK	
ω' <sub>s</sub>	0,01384	OK	
x	2,36	cm	
Z <sub>s</sub>	15,82	cm	
Z' <sub>s</sub>	-1,82	cm	
ε <sub>s</sub>	0,0166		
ε' <sub>s</sub>	0,0001		
Mrd=	95,64	kNm	OK

### Verifiche S.L.E. fessurazione

combinazione frequente			
condizioni ambientali non aggressive			
armatura poco sensibile			
ω <sub>k</sub> max	0,4	mm	
β	1,70		
K <sub>1</sub>	0,80		
K <sub>2</sub>	0,50		
Φ	16,00	mm	
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>	
δ	0,0208		
Stm	126,86	mm	
Mk	49,00	kNm	
σ <sub>s</sub>	212,53	N/mm <sup>2</sup>	
ε <sub>sm</sub>	0,0010		
ω <sub>k</sub> =	0,22	mm	OK

combinazione quasi permanente			
condizioni ambientali non aggressive			
armatura poco sensibile			
ω <sub>k</sub> max	0,3	mm	
β	1,70		
K <sub>1</sub>	0,80		
K <sub>2</sub>	0,50		
Φ	16,00	mm	
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>	
δ	0,0208		
Stm	126,86	mm	
Mk	15,00	kNm	
σ <sub>s</sub>	65,06	N/mm <sup>2</sup>	
ε <sub>sm</sub>	0,0003		
ω <sub>k</sub> =	0,07	mm	OK

**Verifica della sezione alla fine del ringrosso d'angolo della soletta inferiore per flessione**

**Calcestruzzo**

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
γc	1,5		
fcd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σc	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εc1	2 ‰		
εcu	3,5 ‰		

**Acciaio B450C**

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
γs	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σs	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εsd	1,90 ‰		
εsu	10 ‰		

**Coefficienti di omogeneizzazione**

m	14	S.L.E.
r	16,6	S.L.U.

**Sezione trave e azioni agenti**

combinazione rara			
b	h	Mk	Msd
[cm]	[cm]	[kNm]	[kNm]
100	20	47,00	76,00

d'	3,0	cm
d	17,0	cm

**N° ferri area tesa**

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
5	12	5,65
5	14	7,70
		14,77

**N° ferri area compressa**

n°	Φ	A' <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	16	8,04
0	0	0,00
		9,46

**Verifiche S.L.E.**

ρ <sub>s</sub>	0,00869		
ρ' <sub>s</sub>	0,00556		
ω <sub>t</sub>	0,19947		
δ	0,67849		
x	6,08	cm	
J <sub>i</sub>	33398	cm <sup>4</sup>	
σ <sub>c</sub> =	8,56	N/mm <sup>2</sup>	OK
σ <sub>s</sub> =	215,12	N/mm <sup>2</sup>	OK

**Verifiche S.L.U.**

ω <sub>sc</sub>	0,5186	limite verso le forti armature	
ω <sub>s</sub>	0,14452	OK	
ω' <sub>s</sub>	0,09256	OK	
x	0,88	cm	
Z <sub>s</sub>	16,56	cm	
Z' <sub>s</sub>	-2,56	cm	
ε <sub>s</sub>	0,0504		
ε' <sub>s</sub>	0,0060		
Mrd=	88,20	kNm	OK

**Verifiche S.L.E. fessurazione**

combinazione frequente			
condizioni ambientali non aggressive			
armatura poco sensibile			
ω <sub>k</sub> max	0,4	mm	
β	1,70		
K <sub>1</sub>	0,80		
K <sub>2</sub>	0,50		
Φ	14,00	mm	
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>	
δ	0,0197		
Stm	121,11	mm	
Mk	47,00	kNm	
σ <sub>s</sub>	215,12	N/mm <sup>2</sup>	
ε <sub>sm</sub>	0,0010		
ω <sub>k</sub> =	0,22	mm	OK

combinazione quasi permanente			
condizioni ambientali non aggressive			
armatura poco sensibile			
ω <sub>k</sub> max	0,3	mm	
β	1,70		
K <sub>1</sub>	0,80		
K <sub>2</sub>	0,50		
Φ	14,00	mm	
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>	
δ	0,0197		
Stm	121,11	mm	
Mk	15,00	kNm	
σ <sub>s</sub>	68,65	N/mm <sup>2</sup>	
ε <sub>sm</sub>	0,0003		
ω <sub>k</sub> =	0,07	mm	OK

**Verifica della sezione alla fine del ringrosso d'angolo della soletta inferiore per taglio**

**Calcestruzzo**

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
fctm	3,60	N/mm <sup>2</sup>	
fctk <sub>0,05</sub>	2,52	N/mm <sup>2</sup>	
fctd	1,68	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
γc	1,5		
fcd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
fc2	13,8	N/mm <sup>3</sup>	S.L.U.ridotta
τrd	0,42	N/mm <sup>2</sup>	
σc	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
σ'c	11,2	N/mm <sup>3</sup>	S.L.E.ridotta

**Acciaio B450C**

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
γs	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σs	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.

**Sezione trave e azioni agenti**

combinazione rara

b	h	Vk	Vsd
[cm]	[cm]	[kN]	[kN]
100	20	120,00	170,00

d'	3,0	cm
d	17,0	cm

**N° ferri area tesa**

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
5	12	5,65
5	14	7,70
		14,77

**N° ferri area compressa**

n°	Φ	A' <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	16	8,04
0	0	0,00
		9,46

**Verifica di resistenza trave non armata al taglio**

Vsd	170,00	kN	
k	2,08		
kmax	2,00	vmin	0,68
ρ	0,009	vrd	0,83
Nsd	0,00	kN	solo carichi permanenti
σ	0,000	kN/cm <sup>2</sup>	
Vrd	140,48	kN	>Vsd
elemento fessurato dal momento flettente			

**Dimensionamento delle armature trasversali**

Vsd	170,00	kN	
Nsd	0,00	kN	solo carichi permanenti
molle φ	10		
n°braccia	5		
Area staffe	3,93	cm <sup>2</sup>	
passo staffe	12	cm	
α	90	ctg(α)	0
		sin(α)	1
θ	45	ctg(θ)	1
		sin(θ)	0,71
Vrds	195,92	kN	verifica a taglio trazione Vrds>Vsd
f'cd	13,8	N/mm <sup>2</sup>	
σcp	0,00	N/mm <sup>2</sup>	0,25fcd
			6,9
αc	1,00		
Vrcd	1058,25	kN	verifica a taglio compressione Vrcd>Vsd
Vrd	195,92	kN	verifica a taglio Vrd>Vsd
OK			

**Verifica della sezione in mezzeria  
del piedritto per presso-flessione (fibra esterna)**

**Calcestruzzo**

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
γc	1,5		
fcd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σc	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εc1	2	‰	
εcu	3,5	‰	

**Acciaio B450C**

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
γs	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σs	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εsd	1,90	‰	
εsu	63	‰	

**Coefficienti di omogeneizzazione**

m	14	S.L.E.
r	16,6	S.L.U.

**Sezione trave e azioni agenti**

b	h	Mk	Msd
[cm]	[cm]	[kNm]	[kNm]
100	20	33,00	41,00
		Nk	Nsd
		[kN]	[kN]
carichi permanenti		51,00	68,85

d'	3,0	cm
d	17,0	cm
Ai	2173,73	cm <sup>2</sup>
Ji	75179	cm <sup>4</sup>
i <sup>2</sup>	34,59	cm <sup>2</sup>
u	3,5	cm
e	64,71	cm sez.parz.

**N° ferri area tesa**

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
5	12	5,65
0	0	0,00
		7,07

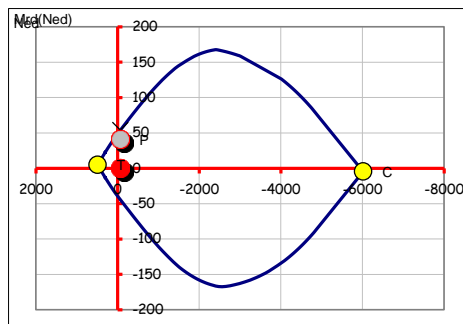
**N° ferri area compressa**

n°	Φ	A' <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
5	10	3,93
0	0	0,00
		5,34

**Verifiche S.L.E.(sezione parzializzata)**

d <sub>o</sub>	54,71	cm
d <sub>s</sub>	71,71	cm
d' <sub>s</sub>	57,71	cm
δm/b	0,84	cm <sup>-1</sup>
equaz.	-0,00015	
x	5,15	cm
Si	314,00	cm <sup>2</sup>
σ <sub>c</sub> =	8,36	N/mm <sup>2</sup> OK
σ <sub>s</sub> =	269,46	N/mm <sup>2</sup> OK

**Verifiche S.L.U.**



**Verifiche S.L.E.(sezione interamente reagente)**

σ <sub>c</sub> =	6,94	N/mm <sup>2</sup> OK
σ <sub>s</sub> =	97,10	N/mm <sup>2</sup> OK

Mrd =	53,79	kN OK
-------	-------	-------

**Verifiche S.L.E. fessurazione**

combinazione frequente		
condizioni ambientali non aggressive		
armatura poco sensibile		
ωk max	0,4	mm
β	1,70	
K <sub>1</sub>	0,80	
K <sub>2</sub>	0,50	
Φ	12,00	mm
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>
δ	0,0094	
Stm	177,32	mm
Mk	14,00	KNm
Nk	51,00	KN
σ <sub>s</sub>	94,38	N/mm <sup>2</sup>
ε sm	0,0005	
ω <sub>r</sub> =	0,14	mm OK

combinazione quasi permanente		
condizioni ambientali non aggressive		
armatura poco sensibile		
ωk max	0,3	mm
β	1,70	
K <sub>1</sub>	0,80	
K <sub>2</sub>	0,50	
Φ	12,00	mm
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>
δ	0,0094	
Stm	177,32	mm
Mk	1,00	KNm
Nk	51,00	KN
σ <sub>s</sub>	48,37	N/mm <sup>2</sup>
ε sm	0,0002	
ω <sub>r</sub> =	0,07	mm OK

**Verifica della sezione alla fine del ringrosso d'angolo sup.  
del piedritto per presso-flessione (fibra esterna)**

**Calcestruzzo**

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
γc	1,5		
fd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σc	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εc1	2	‰	
εcu	3,5	‰	

**Acciaio B450C**

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
γs	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σs	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εsd	1,90	‰	
εsu	63	‰	

**Coefficienti di omogeneizzazione**

m	14	S.L.E.
r	16,6	S.L.U.

**Sezione trave e azioni agenti**

b	h	Mk	Msd
[cm]	[cm]	[kNm]	[kNm]
100	20	58,00	99,00
		Nk	Nsd
		[kN]	[kN]
carichi permanenti		45,00	60,75

d'	3,0	cm
d	17,0	cm
Ai	2281,49	cm <sup>2</sup>
Ji	80460	cm <sup>4</sup>
i <sup>2</sup>	35,27	cm <sup>2</sup>
u	3,5	cm
e	128,89	cm sez.parz.

**N° ferri area tesa**

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
5	12	5,65
5	14	7,70
		14,77

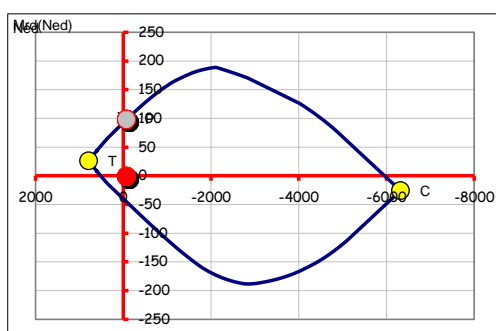
**N° ferri area compressa**

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
5	10	3,93
0	0	0,00
		5,34

**Verifiche S.L.E.(sezione parzializzata)**

d <sub>o</sub>	118,89	cm
d <sub>s</sub>	135,89	cm
d' <sub>s</sub>	121,89	cm
6m/b	0,84	cm <sup>-1</sup>
equaz.	-0,00076	
x	6,56	cm
Si	262,17	cm <sup>3</sup>
σ <sub>c</sub> =	11,26	N/mm <sup>2</sup> OK
σ <sub>s</sub> =	250,81	N/mm <sup>2</sup> OK

**Verifiche S.L.U.**



**Verifiche S.L.E.(sezione interamente reagente)**

σ <sub>c</sub> =	5,85	N/mm <sup>2</sup> OK
σ <sub>s</sub> =	81,86	N/mm <sup>2</sup> OK

Mrd =	100,80	kN OK
-------	--------	-------

**Verifiche S.L.E. fessurazione**

combinazione frequente		
condizioni ambientali non aggressive		
armatura poco sensibile		
ωk max	0,4	mm
β	1,70	
K <sub>1</sub>	0,80	
K <sub>2</sub>	0,50	
Φ	14,00	mm
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>
δ	0,0197	
Stm	121,11	mm
Mk	58,00	KNm
Nk	45,00	KN
σ <sub>s</sub>	250,81	N/mm <sup>2</sup>
ε sm	0,0012	
ω <sub>k</sub> =	0,25	mm OK

combinazione quasi permanente		
condizioni ambientali non aggressive		
armatura poco sensibile		
ωk max	0,3	mm
β	1,70	
K <sub>1</sub>	0,80	
K <sub>2</sub>	0,50	
Φ	14,00	mm
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>
δ	0,0197	
Stm	121,11	mm
Mk	14,00	KNm
Nk	45,00	KN
σ <sub>s</sub>	49,94	N/mm <sup>2</sup>
ε sm	0,0002	
ω <sub>k</sub> =	0,05	mm OK

**Verifica della sezione alla fine del ringrosso d'angolo sup.  
del piedritto per taglio**

**Calcestruzzo**

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
fctm	3,60	N/mm <sup>2</sup>	
fctk <sub>0,05</sub>	2,52	N/mm <sup>2</sup>	
fctd	1,68	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
γc	1,5		
fcd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
fc2	13,8	N/mm <sup>3</sup>	S.L.U.ridotta
τrd	0,42	N/mm <sup>2</sup>	
σc	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
σ'c	11,2	N/mm <sup>3</sup>	S.L.E.ridotta

**Acciaio B450C**

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
γs	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σs	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.

**Sezione trave e azioni agenti**

combinazione rara

b	h	Vk	Vsd
[cm]	[cm]	[kN]	[kN]
100	20	48,00	75,00

d'	3,0	cm
d	17,0	cm

**N° ferri area tesa**

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
5	12	5,65
5	14	7,70
		14,77

**N° ferri area compressa**

n°	Φ	A' <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
5	10	3,93
0	0	0,00
		5,34

**Verifica di resistenza trave non armata al taglio**

Vsd	75,00	kN		
k	2,08			
kmax	2,00	vmin	0,68	
ρ	0,009	vrd	0,83	OK
Nsd	60,75	kN	solo carichi permanenti	
σ	0,030	kN/cm <sup>2</sup>		
Vrd	142,52	kN	>Vsd	OK
elemento fessurato dal momento flettente				



**Verifica della sezione alla fine del ringrosso d'angolo inf. del piedritto per presso-flessione (fibra esterna)**

**Calcestruzzo**

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
γc	1,5		
fdcd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σc	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εc1	2	‰	
εcu	3,5	‰	

**Acciaio B450C**

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
γs	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σs	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εsd	1,90	‰	
εsu	63	‰	

**Coefficienti di omogeneizzazione**

m	14	S.L.E.
r	16,6	S.L.U.

**Sezione trave e azioni agenti**

b	h	Mk	Msd
[cm]	[cm]	[kNm]	[kNm]
100	20	53,00	90,00
		Nk	Nsd
		[kN]	[kN]
carichi permanenti		56,00	75,60

d'	3,0	cm
d	17,0	cm
Ai	2281,49	cm <sup>2</sup>
Ji	80460	cm <sup>4</sup>
i <sup>2</sup>	35,27	cm <sup>2</sup>
u	3,5	cm
e	94,64	cm sez.parz.

**N° ferri area tesa**

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
5	12	5,65
5	14	7,70
		14,77

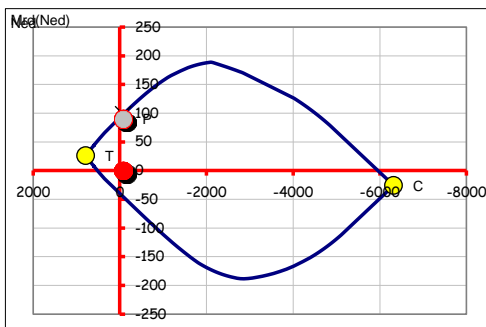
**N° ferri area compressa**

n°	Φ	A' <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
5	10	3,93
0	0	0,00
		5,34

**Verifiche S.L.E.(sezione parzializzata)**

d <sub>o</sub>	84,64	cm
d <sub>s</sub>	101,64	cm
d' <sub>s</sub>	87,64	cm
6m/b	0,84	cm <sup>-1</sup>
equaz.	-0,00017	
x	6,67	cm
Si	360,91	cm <sup>3</sup>
σ <sub>c</sub> =	10,35	N/mm <sup>2</sup> OK
σ <sub>s</sub> =	224,45	N/mm <sup>2</sup> OK

**Verifiche S.L.U.**



**Verifiche S.L.E.(sezione interamente reagente)**

σ <sub>c</sub> =	7,19	N/mm <sup>2</sup> OK
σ <sub>s</sub> =	100,69	N/mm <sup>2</sup> OK

Mrd=	101,89	kN OK
------	--------	-------

**Verifiche S.L.E. fessurazione**

combinazione frequente		
condizioni ambientali non aggressive		
armatura poco sensibile		
ωk max	0,4	mm
β	1,70	
K <sub>1</sub>	0,80	
K <sub>2</sub>	0,50	
Φ	14,00	mm
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>
δ	0,0197	
Stm	121,11	mm
Mk	52,00	KNm
Nk	56,00	KN
σ <sub>s</sub>	219,88	N/mm <sup>2</sup>
ε sm	0,0011	
ω <sub>k</sub> =	0,22	mm OK

combinazione quasi permanente		
condizioni ambientali non aggressive		
armatura poco sensibile		
ωk max	0,3	mm
β	1,70	
K <sub>1</sub>	0,80	
K <sub>2</sub>	0,50	
Φ	14,00	mm
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>
δ	0,0197	
Stm	121,11	mm
Mk	14,00	KNm
Nk	56,00	KN
σ <sub>s</sub>	46,67	N/mm <sup>2</sup>
ε sm	0,0002	
ω <sub>k</sub> =	0,05	mm OK

**Verifica della sezione alla fine del ringrosso d'angolo inf.  
del piedritto per taglio**

**Calcestruzzo**

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
fctm	3,60	N/mm <sup>2</sup>	
fctk <sub>0,05</sub>	2,52	N/mm <sup>2</sup>	
fctd	1,68	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
γc	1,5		
fcd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
fc2	13,8	N/mm <sup>3</sup>	S.L.U.ridotta
τrd	0,42	N/mm <sup>2</sup>	
σc	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
σ'c	11,2	N/mm <sup>3</sup>	S.L.E.ridotta

**Acciaio B450C**

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
γs	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σs	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.

**Sezione trave e azioni agenti**

combinazione rara

b	h	Vk	Vsd
[cm]	[cm]	[kN]	[kN]
100	20	83,00	125,00

d'	3,0	cm
d	17,0	cm

**N° ferri area tesa**

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
5	12	5,65
5	14	7,70
		14,77

**N° ferri area compressa**

n°	Φ	A' <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
5	10	3,93
0	0	0,00
		5,34

**Verifica di resistenza trave non armata al taglio**

Vsd	125,00	kN	
k	2,08		
kmax	2,00	vmin	0,68
ρ	0,009	vrd	0,83
Nsd	75,60	kN	solo carichi permanenti
σ	0,038	kN/cm <sup>2</sup>	
Vrd	144,41	kN	>Vsd
			OK

## Verifica della sezione

### del piedritto per presso-flessione (fibra interna)

#### Calcestruzzo

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
γc	1,5		
fcd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σc	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εc1	2	‰	
εcu	3,5	‰	

#### Acciaio B450C

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
γs	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σs	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εsd	1,90	‰	
εsu	63	‰	

#### Coefficienti di omogeneizzazione

m	14	S.L.E.
r	16,6	S.L.U.

#### Sezione trave e azioni agenti

b	h	Mk	Msd
[cm]	[cm]	[kNm]	[kNm]
100	20	22,00	33,00
		Nk	Nsd
		[kN]	[kN]
carichi permanenti		51,00	68,85

d'	3,0	cm
d	17,0	cm
Ai	2173,73	cm <sup>2</sup>
Ji	75179	cm <sup>4</sup>
i <sup>2</sup>	34,59	cm <sup>2</sup>
u	3,5	cm
e	43,14	cm sez.parz.

#### Verifiche S.L.E.(sezione parzializzata)

d <sub>o</sub>	33,14	cm
d <sub>s</sub>	50,14	cm
d' <sub>s</sub>	36,14	cm
6m/b	0,84	cm <sup>-1</sup>
equaz.	-3,3E-05	
x	4,77	cm
Si	398,64	cm <sup>3</sup>
σ <sub>c</sub>	6,10	N/mm <sup>2</sup> OK
σ <sub>s</sub>	189,04	N/mm <sup>2</sup> OK

#### Verifiche S.L.E.(sezione interamente reagente)

σ <sub>c</sub>	6,88	N/mm <sup>2</sup> OK
σ <sub>s</sub>	96,39	N/mm <sup>2</sup> OK

#### Verifiche S.L.E. fessurazione

combinazione frequente		
condizioni ambientali non aggressive		
armatura poco sensibile		
ωk max	0,4	mm
β	1,70	
K <sub>1</sub>	0,80	
K <sub>2</sub>	0,50	
φ	10,00	mm
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>
δ	0,0071	
Stm	190,43	mm
Mk	22,00	KNm
Nk	51,00	KN
σ <sub>s</sub>	219,04	N/mm <sup>2</sup>
ε sm	0,0011	
ω <sub>k</sub>	0,34	mm OK

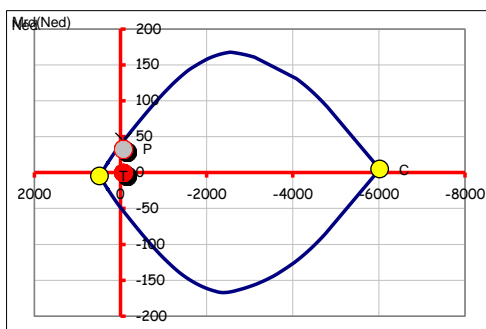
#### N° ferri area tesa

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
5	10	3,93
0	0	0,00
		5,34

#### N° ferri area compressa

n°	Φ	A' <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
5	12	5,65
0	0	0,00
		7,07

#### Verifiche S.L.U.



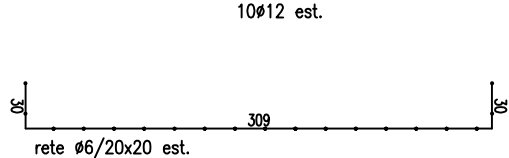
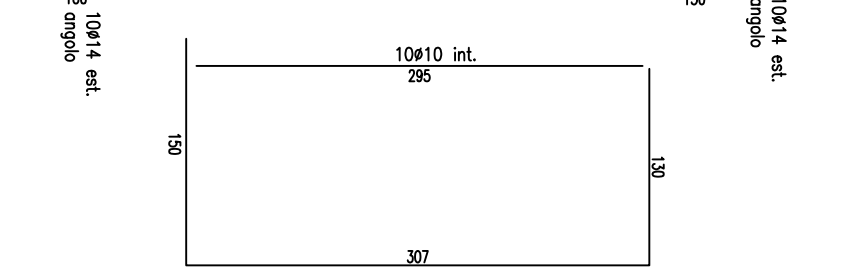
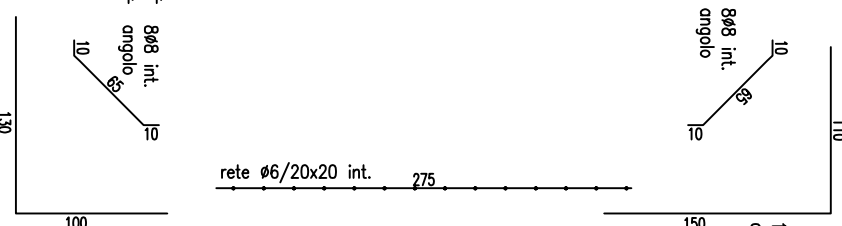
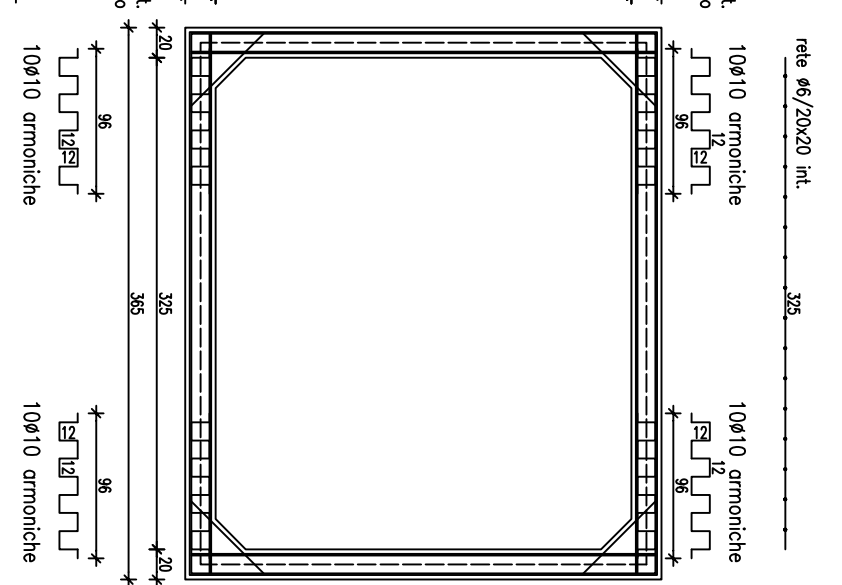
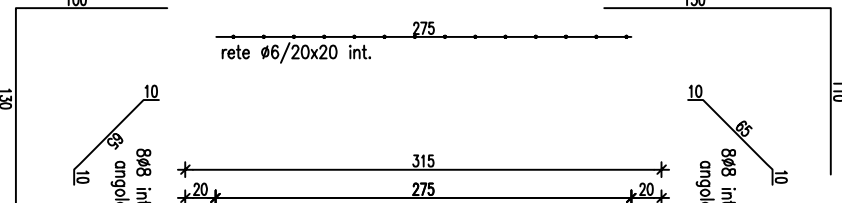
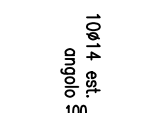
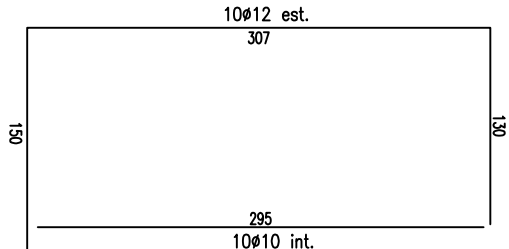
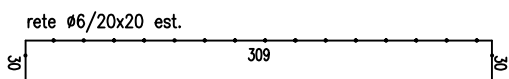
Mrd=	44,22	kN	OK
------	-------	----	----

combinazione quasi permanente		
condizioni ambientali non aggressive		
armatura poco sensibile		
ωk max	0,3	mm
β	1,70	
K <sub>1</sub>	0,80	
K <sub>2</sub>	0,50	
φ	10,00	mm
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>
δ	0,0071	
Stm	190,43	mm
Mk	11,00	KNm
Nk	51,00	KN
σ <sub>s</sub>	86,56	N/mm <sup>2</sup>
ε sm	0,0004	
ω <sub>k</sub>	0,14	mm OK

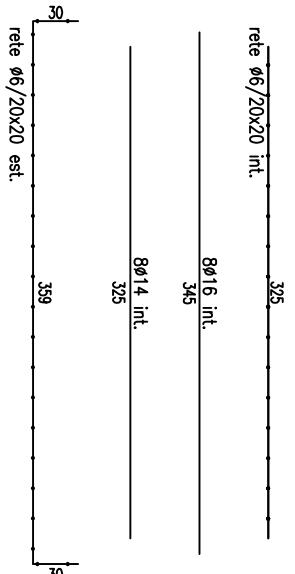
**SCHEMA ARMATURE – SCATOLARE 325x275x200 sp.20cm**

Calcestruzzo C40/50 R<sub>ck</sub> 500 (daN/cm<sup>2</sup>)  
 Acciaio B450C f<sub>yk</sub> 4500 (daN/cm<sup>2</sup>)  
 Classe di esposizione XC2-XC3  
 Spessore copriferro min. 3 cm

n.9 legature Ø8 /m<sup>2</sup>



n.9 legature Ø8 /m<sup>2</sup>



# RELAZIONE DI CALCOLO

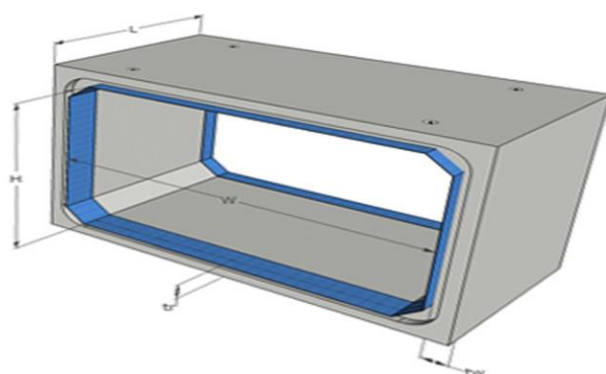
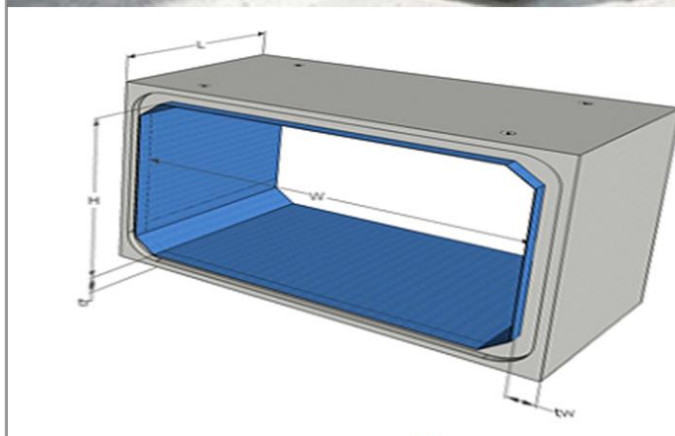
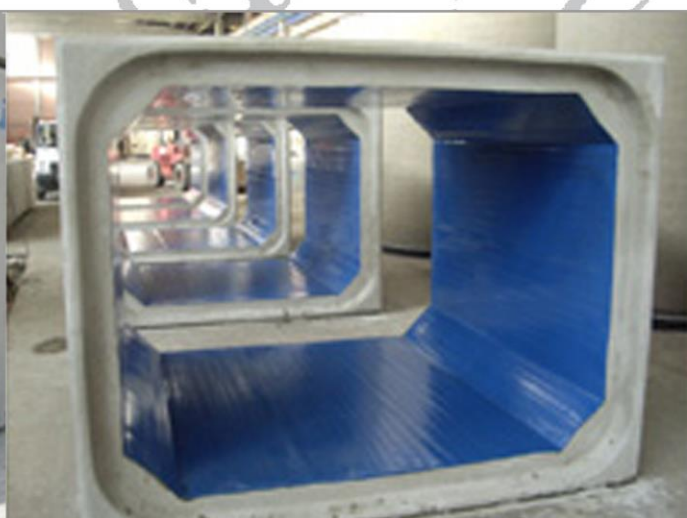
**ALPINA S.p.A.**

**COMUNE DI SEGRATE (MI)**

**MANUFATTI PREFORMATI IN C.A.V.**

**SEZIONE RETTANGOLARE (300x175)CM L=200CM SP. 20CM**

**ELEMENTO DA PORSI IN OPERA INTERRATO  
PER CARICHI VEICOLARI DI 1<sup>A</sup> CATEGORIA**



Il progettista strutturale



Dott. Ing. Ezio Masserdotti

Dott. Ing. Andrea Locatelli

## DESCRIZIONE

Si tratta di manufatti prefabbricati in c.a.v. a sezione rettangolare scatolare di profondità 200 cm avente le dimensioni interne (300x175)cm sp.20cm, **disposti accostati a doppia canna**, ad uso condotta fognaria con guscia di fondo (savanella).

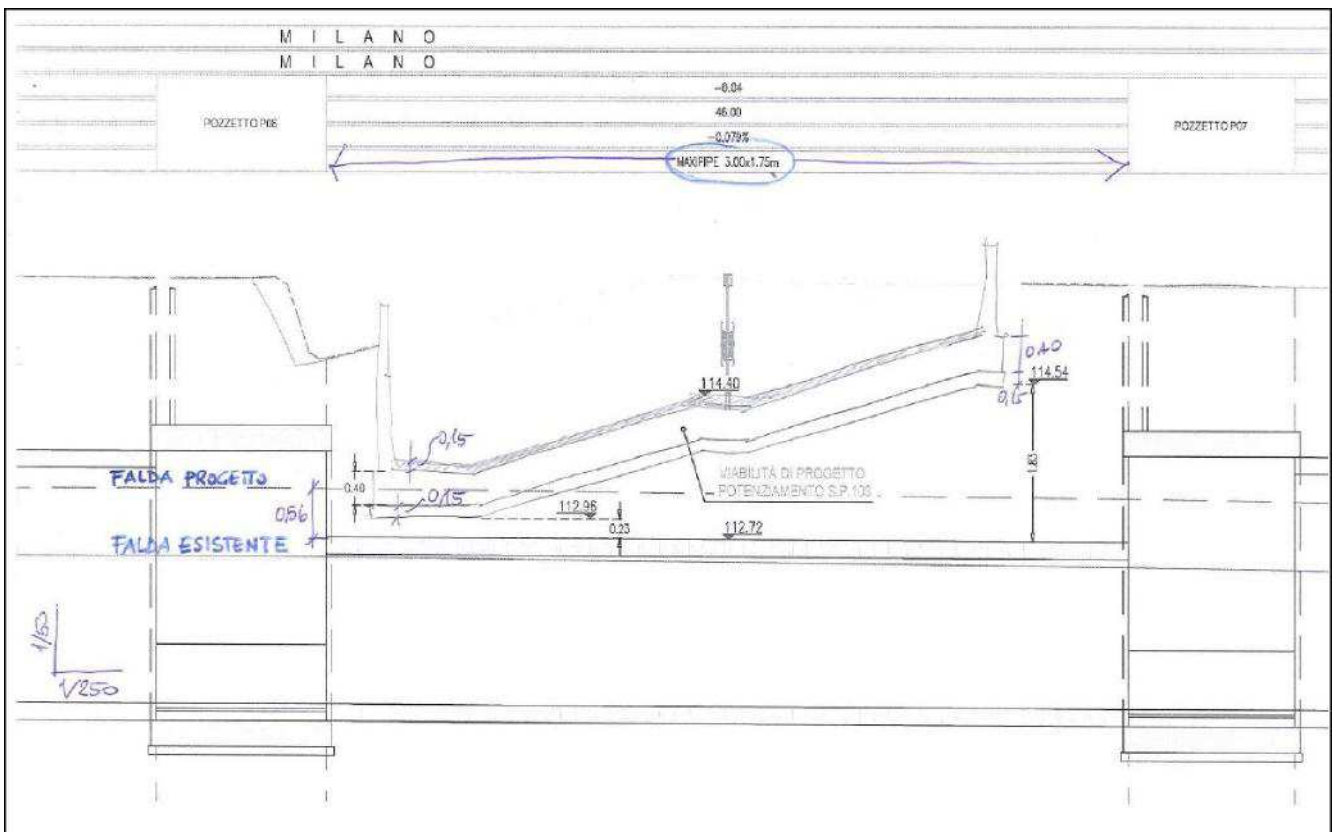
E' previsto prefabbricato prodotto in stabilimento.

La quota tra l'estradosso dell'elemento e il terreno è variabile da 90 cm a 250 cm;

lo spessore dei traversi e ritti è di 20,00cm.

Gli elementi scatolari dovranno essere autoportanti ed idonei a sopportare:

- carichi permanenti dovuti al rilevato soprastante;
- carichi variabili del traffico per strade di I<sup>a</sup> categoria;
- spinta laterale del terreno di riempimento a tergo delle murature e dei carichi variabili previsti;
- spinta idraulica interna in condizioni statiche (salvo diversamente specificato);
- spinta idraulica esterna dovuta alla presenza di falda;
- azione sismica di riferimento per la località (tipo di costruzione 2, vita nominale dell'opera 100 anni, classe d'uso III, zona sismica 4 – bassa sismicità).



## MATERIALI

---

### Calcestruzzo C40/50

$R_{ck}$	500	(daN/cm <sup>2</sup> )
$f_{ck}$	415	(daN/cm <sup>2</sup> )
$f_{cd}$	277	(daN/cm <sup>2</sup> )
$f_{ct1}$	235	(daN/cm <sup>2</sup> ) (S.L.U.)
$\sigma_c$	187	(daN/cm <sup>2</sup> ) (S.L.E.)
$f_{ctd}$	16,01	(daN/cm <sup>2</sup> )
$E_c$	350000	(daN/cm <sup>2</sup> )
$\nu$		0,2

Classe di esposizione XC2-XC3 – “Corrosione indotta da carbonatazione – ambiente ordinario non aggressivo”

Valori nominali di massima fessurazione (mm)

Combinazione frequente	0,40
Combinazione quasi permanente	0,30

### Acciaio B450C

$f_{tk}$	5400	(daN/cm <sup>2</sup> )
$f_{yk}$	4500	(daN/cm <sup>2</sup> )
$f_{sd}$	3910	(daN/cm <sup>2</sup> ) (S.L.U.)
$\sigma_y$	3000	(daN/cm <sup>2</sup> ) (S.L.E.)
$\epsilon$	0,0100	
$E_a$	2100000	(daN /cm <sup>2</sup> )

### Raggi di curvatura

D = diametro minimo del mandrino

barre  
staffe, ripartitori, legature/spilli

per $\phi \leq 16$ mm	D=6 $\phi$
per $\phi \geq 16$ mm	D=11 $\phi$
per $\phi \leq 12$ mm	D=2 $\phi$
per $\phi > 12$ mm e $< 18$ mm	D=4 $\phi$
per $\phi > 18$ mm e $< 25$ mm	D=5 $\phi$

### Lunghezza di ancoraggio armature

La lunghezza di ancoraggio di base  $l_{b,rqd}$  necessaria ad ancorare le forze di trazione nell'armatura è data da:

$$l_{b,rqd} = (\phi / 4) (\sigma_{sd} / f_{bd}) \text{ dove: } \sigma_{sd} = f_{yd} \text{ } 391,3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{bd} = 3,69 \text{ N/mm}^2 \text{ (calcestruzzo C40/50)}$$

la lunghezza di ancoraggio di progetto  $l_{b,rqd}$  è data da:

$$l_{bd} = a_1 \times a_2 \times a_3 \times a_4 \times a_5 \times (\phi / 4) \text{ } l_{b,rqd} \geq l_{b,min} \text{ } \max \{15\text{cm}; 26,5 \phi\}$$

dove:  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 = 1$

Si assume di conseguenza come valore di progetto il valore minimo  $l_{b,min} = \max \{15\text{cm}; 26,5 \phi\}$

**spessore minimo del copriferro 3 cm.**

Il copriferro è dettato dalla classe di esposizione del calcestruzzo; nel nostro caso si è indicato un ambiente ordinario non aggressivo (XC2-XC3); dai prospetti 4.3N e 4.4N per classe strutturale S4, vita utile di progetto pari a 100 anni, classe di resistenza maggiore di C35/45, controllo di qualità speciale della produzione del calcestruzzo, si evince che il copriferro da considerare è pari a 25 mm + 5 mm (cdev)= 30 mm (come riportato dalle tabelle sotto riportate tratte dalle UNI EN1992-1-1 Eurocodice 2);

prospetto 4.3N **Classificazione strutturale raccomandata**

Classe Strutturale							
Criterio	Classe di esposizione secondo il prospetto 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1	XD2 / XS1	XD3 / XS2 / XS3
Vita utile di progetto di 100 anni	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi
Classe di resistenza <sup>1) 2)</sup>	≥C30/37 ridurre di 1 classe	≥C30/37 ridurre di 1 classe	≥C35/45 ridurre di 1 classe	≥C40/50 ridurre di 1 classe	≥C40/50 ridurre di 1 classe	≥C40/50 ridurre di 1 classe	≥C45/55 ridurre di 1 classe
Elemento di forma simile ad una soletta (posizione delle armature non influenzata dal processo costruttivo)	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe
È assicurato un controllo di qualità speciale della produzione del calcestruzzo	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe

prospetto 4.4N **Valori del copriferro minimo,  $c_{min,dur}$ , requisiti con riferimento alla durabilità per acciai da armatura ordinaria, in accordo alla EN 10080**

Requisito ambientale per $c_{min,dur}$ (mm)							
Classe strutturale	Classe di esposizione secondo il prospetto 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1 / XS1	XD2 / XS2	XD3 / XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55



## **METODO COSTRUTTIVO**

---

Nell'ambito del presente lavoro è inclusa la fornitura di elementi prefabbricati in calcestruzzo vibrocompresso armato, a sezione rettangolare di dimensioni interne nette riportate nelle tavole di progetto.

I manufatti prefabbricati dovranno essere conformi alla norma Uni EN 14844:2006 (con marcatura CE secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 e relativi Eurocodici) con ricoprimenti minimi e massimi rilevati dal profilo longitudinale di progetto.

Le armature dovranno essere dimensionate secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 e s.m.i., in particolare dovranno essere realizzate con doppia rete elettrosaldata e ferri aggiuntivi sagomati.

I manufatti dovranno essere vibrocompressi, ben stagionati, compattati, levigati, lisci, perfettamente rettilinei, a sezione interna rettangolare, di spessore uniforme su tutte le pareti, scevri da screpolature e fessure, conformi alle Norme Tecniche per le Costruzioni e successiva Circolare applicativa.

I manufatti prefabbricati dovranno essere confezionati con calcestruzzo di cemento tipo 425 Portland o come previsto da voce capitolato cementi, con classe di resistenza C40/50 N/mm<sup>2</sup>, con inerti perfettamente lavati di granulometria assortita di almeno tre granulometrie, rispettando il fuso granulometrico di Fuller, in conformità a quanto prescritto dalla UNI 206-2001. Il calcestruzzo dovrà essere prodotto nel cantiere di prefabbricazione con propri impianti di betonaggio, provvedendo oltre al controllo delle miscele, anche il controllo del rapporto a/c tenendo conto dell'umidità degli inerti.

I manufatti prefabbricati dovranno essere armati con gabbia rigida costituita da rete elettrosaldata di acciaio B450C e da eventuali ferri sagomati, saldati e posizionati correttamente in acciaio B450C, opportunamente calcolata e dimensionata in funzione dei carichi e delle sollecitazioni previste, copriferro min. come da normativa, verifica al rischio sismico ed alla fessurazione secondo la normativa vigente.

I manufatti dovranno essere posti in opera su base continua di calcestruzzo a consistenza plastica e resistenza caratteristica pari a  $R_{ck} 150 \text{ daN/cm}^2$ , armata con rete elettrosaldata di acciaio, dimensioni 6 mm, maglia 20x20 cm, stesa sovrapponendo maglia a maglia sulle giunzioni, con spessore minimo di 20 cm, compreso l'onere del controllo della livelletta con l'ausilio di idonee apparecchiature laser; **indicazioni da verificare e confermare da parte del Progettista e del Direttore dei Lavori delle strutture in opera anche sulla base di specifiche indagini geologiche e geotecniche.**

I manufatti dovranno avere lunghezza utile non inferiore a quanto indicato negli elaborati di progetto, completo di giunto a risega a tutto spessore, con possibilità di posizionamento di guarnizione, conforme alle norme UNI EN 681-1:2006, alloggiata su apposita sede, atta a garantire la perfetta tenuta idraulica con spessore di rinterro e caratteristiche come dai disegni di progetto, in conformità a quanto previsto dalla normativa italiana vigente sui cementi armati D.M. 14.01.2008 e compreso di ganci di sollevamento a fungo per la movimentazione.

I manufatti dovranno essere privi di fori passanti e dovranno essere posti in opera con idonee attrezzature omologate secondo quanto previsto dalle norme vigenti sulla sicurezza nei cantieri.

Eventuali ispezioni per passo d'uomo dovranno essere predisposte con apposite dime in ferro zincato debitamente fissate all'armatura con adeguati cordoli di collegamento, il tutto integrato nel getto a perfetta regola d'arte.

## **CARATTERISTICHE DEL TERRENO DI APPOGGIO**

---

Si sono adottate le seguenti caratteristiche tecniche medie, dati da confermare con specifiche indagini geologiche e geotecniche:

$$\gamma_t = 20,00 \text{ KN/mc (peso di volume del terreno)}$$

$$\gamma_{t,sat} = 22,00 \text{ KN/mc (peso di volume del terreno saturo in falda)}$$

$$\gamma^{\prime}_t = 13,00 \text{ KN/mc (peso di volume del terreno immerso)}$$

$$\gamma_w = 10,00 \text{ KN/mc (peso di volume dell'acqua di falda)}$$

$$\Phi \text{ (angolo di attrito interno) } 30^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa (non considerata a favore di sicurezza)}$$

$$c_u = 0 \text{ kPa (non considerata a favore di sicurezza)}$$

$$k_{\text{Winkler}} = 5 \times 10^4 \text{ KN/m}^3$$

categoria di sottosuolo tipo C (per la definizione dell'azione sismica di progetto)

In fase di apertura degli scavi dovrà essere confermato tale dato di progetto o in caso contrario dovranno essere assunte tutte le cautele del caso.

## **CARATTERISTICHE DEL TERRENO DI RIEMPIMENTO**

---

Si è adottato un terreno con le seguenti caratteristiche tecniche medie, dati da confermare con specifiche indagini geologiche e geotecniche :

$$\gamma_t = 20,00 \text{ KN/mc (peso di volume del terreno)}$$

$$\gamma_{t,sat} = 22,00 \text{ KN/mc (peso di volume del terreno saturo in falda)}$$

$$\gamma^{\prime}_t = 13,00 \text{ KN/mc (peso di volume del terreno immerso)}$$

$$\gamma_w = 10,00 \text{ KN/mc (peso di volume dell'acqua di falda)}$$

$$\Phi \text{ (angolo di attrito interno) } 30^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa (non considerata a favore di sicurezza)}$$

$$c_u = 0 \text{ kPa (non considerata a favore di sicurezza)}$$

$$k_0 \text{ (spinta a riposo) } = 1 - \sin \Phi = 0,50$$

categoria di sottosuolo tipo C (per la definizione dell'azione sismica di progetto)

In fase di chiusura degli scavi il materiale di reinterro dovrà essere adeguatamente compattato a tergo del manufatto.

## ***NORMATIVA DI RIFERIMENTO***

---

Per il progetto strutturale la determinazione delle azioni, delle sollecitazioni e la procedura di verifica si è fatto riferimento alla normativa italiana vigente con particolare riguardo a:

- UNI EN 1992: 2005 - Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo;
- UNI EN 1998: 2005 - Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica;
- DM 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- Circolare applicativa 02.02.2009 n 617 C.S.LL.PP.

## ***METODO DI CALCOLO***

---

Per il calcolo e verifica delle sollecitazioni si è utilizzato un programma agli elementi finiti:

SISMICAD della società Concrete srl.

Per le verifiche di resistenza si sono utilizzate le procedure del metodo semiprobabilistico agli stati limite ultimi (S.L.U.) secondo quanto prescritto dal D.M. 14-01-2008 eseguendo anche le verifiche degli stati limite di esercizio (S.L.E.) che prevedono il controllo delle aperture delle fessure.

Le specifiche di calcolo sono riportate nell'allegato "Tabulati di calcolo".

## ***SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA E DEI VINCOLI***

---

Lo schema considerato è quello di un telaio chiuso simmetrico su appoggio continuo su suolo alla Winkler e soggetto alle seguenti condizioni di carico:

- carichi permanenti dovuti al rilevato soprastante;
- carichi variabili del traffico per strade di I<sup>a</sup> categoria;
- spinta laterale del terreno di riempimento a tergo delle murature e dei carichi variabili previsti;
- spinta idraulica interna in condizioni statiche (salvo diversamente specificato);
- spinta idraulica esterna dovuta alla presenza di falda;
- azione sismica di riferimento per la località.

## ***ANALISI DEI CARICHI***

---

Il ricoprimento tra l'estradosso dell'elemento e la sede stradale è considerato pari a 90 cm, condizione di carico più sfavorevole rispetto al ricoprimento di 250 cm.

### *Carichi permanenti*

Le azioni dovute ai carichi permanenti sulla soletta superiore sono costituite dal peso del terreno sovrastante il manufatto e dal peso proprio dei traversi:

$$P_{v,pav} = 0,90 \times 24,00 = 21,60 \text{ kN/m}^2$$

Sulla soletta inferiore i carichi permanenti dovuti alla presenza di guscia di fondo sono pari a: 7,50 kN/m<sup>2</sup>

Il peso proprio, il cui peso specifico definito di 25 kN/m<sup>3</sup>, è valutato automaticamente dal programma.

### *Carichi variabili*

Per il carico variabile (strade di I<sup>a</sup> categoria) sulla soletta superiore dello scatolare viene considerato un carico equivalente uniforme tra i più gravosi tra le seguenti condizioni:

- Una ruota da 150 kN;
- Un asse da 300 kN;
- Due assi da 600 kN complessivi;

Nel caso in esame il contributo più gravoso è rappresentato da due assi da 600 kN complessivi del mezzo convenzionale (larghezza impronta 240cm x 160cm, asse stradale perpendicolare allo scatolare) che genera un carico distribuito (diffusione carico a 30°) riferito alla quota media della soletta superiore pari a:

$$Q_{V,veic, sup} = 600 / ((2,40 + 0,90 \text{ tg}30^\circ \times 2 + 0,20) \times (1,60 + 0,90 \text{ tg}30^\circ \times 2 + 0,20)) = \\ = 600 / (3,64 \times 2,84) = 58,04 \text{ kN/m}^2$$

Al quale va aggiunto il carico distribuito di 9,00 kN/m<sup>2</sup>

$$Q'_{V,veic, sup} = 58,04 + 9,00 = 67,04 \text{ kN/m}^2$$

### *Falda acquifera*

Si è ipotizzato un livello di falda di progetto posizionato a 56 cm sopra l'estradosso della soletta superiore dello scatolare.

Sulla soletta inferiore si avrà una spinta idrostatica verso l'alto pari a:

$$Q_{V,idro,inf} = 2,71 \times 10,00 = 27,10 \text{ kN/m}^2$$

La spinta idrostatica della falda sulle pareti viene schematizzata come un carico trapezoidale agente sulle pareti laterali a partire dall'interasse della soletta superiore fino all'interasse di quella inferiore:

$$Q_{H,idro,sup} = 0,66 \times 10,00 = 6,60 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{H,idro,inf} = 2,61 \times 10,00 = 26,10 \text{ kN/m}^2$$

### Spinta orizzontale del terreno

Viene schematizzata come un carico trapezoidale agente sulle pareti laterali a partire dall'interasse della soletta superiore fino all'interasse di quella inferiore:

$$P_{H,terr,sup} = (0,34 \times 24,00 \times 0,50) + (0,66 \times 13,00 \times 0,50) = 8,37 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{H,terr,inf} = 8,37 + (1,95 \times 13,00 \times 0,50) = 21,05 \text{ kN/m}^2$$

### Frenamento

Come riportato nella norma europea UNI EN 14844 – versione italiana del dicembre 2013 - si può considerare che ogni carico orizzontale dovuto al traffico di superficie, può senza pericolo essere assorbito dalla massicciata stradale o altre superfici, senza che abbia effetto sugli elementi scatolari.

### Incremento della spinta orizzontale dovuta ai carichi variabili

Il sovraccarico variabile agente sul terreno ai lati della struttura è posto cautelativamente pari allo stesso valore del sovraccarico accidentale:

Al livello superiore vale:

$$Q_{H,veic,sup} = Q'_{V,veic,sup} \times 0,50 = 33,52 \text{ kN/m}^2$$

Al livello inferiore vale:

$$Q_{H,veic,inf} = ((600 / (5,89 \times 5,09)) + 9,00) \times 0,50 = 14,51 \text{ kN/m}^2$$

### Acqua interna

Si è ipotizzato l'elemento a massimo livello non in pressione.

Sulla soletta inferiore si avrà sovraccarico accidentale pari a:

$$P_{v,acqua\ int} = 1,75 \times 10,00 = 17,50 \text{ kN/m}^2$$

Sulle pareti il valore massimo della spinta al livello superiore sarà pari a:

$$Q_{H,idri,sup} = 0 \text{ kN/m}^2$$

Sulle pareti il valore massimo della spinta al livello inferiore sarà pari a:

$$Q_{H,idri,inf} = 175 \times 10,00 = 17,50 \text{ kN/m}^2$$

### Azioni termiche

Dato che il manufatto (dimensioni modeste) risulta essere interrato e quindi non direttamente esposto agli eventi atmosferici, gli effetti dovuti alle variazioni termiche possono essere trascurati.

### Azioni sismiche

Si considera la presenza di un sisma in accordo a quanto riportato dal D.M. 14 gennaio 2008 e s.m.i., tuttavia tale condizione risulta tra le meno impegnative se raffrontata all'applicazione degli SLU e degli SLE.

Sismicamente lo scatolare viene schematizzato come descritto al paragrafo 7.9.5.6.2 del DM 14.01.2008 dove si specifica: "Nel caso in cui la spalla sostenga un terreno rigido naturale per più dell'80% della sua altezza, si può considerare che esso si muova con il suolo. In questo caso si assume un fattore di struttura  $q=1$  e le forze di inerzia di progetto sono determinate considerando un'accelerazione pari ad  $ag \times S$ ."

Si ammette quindi che lo scatolare si muova insieme al terreno e non si applicano i particolari costruttivi inerenti la duttilità del capitolo 7 della normativa vigente.

Le forze di inerzia di progetto o forze pseudo statiche vengono determinate moltiplicando le masse per l'accelerazione pari a  $ag \times S$ , in cui  $ag$  è la massima accelerazione dello spettro orizzontale elastico del sito.

Le masse che generano tali forze di inerzia sono: peso proprio del traverso superiore, peso proprio dei piedritti, peso del terreno di ricoprimento, peso dei carichi permanenti gravanti sul traverso, considerando nullo il valore delle masse corrispondenti ai carichi da traffico (paragrafo 5.1.3.8 del D.M. 14/01/2008).

Oltre a questa forza bisogna considerare la spinta sismica dovuta al rinfianco agente sui piedritti.

Inoltre la spinta sismica verticale non è stata presa in considerazione in quanto non significativa per opere interrato con queste dimensioni.

#### SLV:

Tipo di costruzione 2

Vita nominale dell'opera 100 anni

Classe d'uso III

Periodo di riferimento  $V_r = 100 \times 1,5 = 150$  anni

$a_g = 0,0793 \text{ g}$   $F_o = 2,6698$   $T^*c = 0,3017 \text{ s}$

Suolo tipo C

Categoria topografica T1

$S = S_S \times S_T = 1,50 \times 1,00 = 1,50$

Accelerazione massima del sito  $a_{max} = 0,1190 \text{ g}$

$\beta_m = 1$

$k_h = \beta_m \times a_{max} = 0,1190$

$k_v = 0,50 \times 0,1190 = 0,0595$

La forza orizzontale sismica da applicare a livello dell'interasse della soletta superiore è pari a:

$S_r = k_h \times ((\gamma_t \times H_{ric.}) + (\text{peso manufatto}/2/L))$

peso manufatto (lunghezza scatolare pari a 1,0 m) = 53,50 kN

$L = \text{larghezza scatolare} = 3,20 \text{ m}$

$S_r = 0,1190 \times ((0,90 \times 24,00) + (53,50 / 2 / 3,20)) = 3,60 \text{ kN/m}^2$

La spinta dinamica da applicare sui piedritti dello scatolare è pari a:

$E_d = E_{ws} + E_{wd} + E_{dd} = \gamma_w \times h_w + 7/12 \times k_h \times \gamma_w \times h_w + 1/2 \gamma^* (1 + k_v) K H$

H = altezza scatolare = 1,95 m

$E_{ws} = \gamma_w \times h_w$ , spinta idrostatica dell'acqua esterna con  $h_w = 2,61$  m

$E_{wd} = 7/12 \times k_h \times \gamma_w \times h_w$ , spinta idrodinamica acqua esterna = 1,85 kN/m<sup>2</sup> (carico rettangolare sulla parete)

$\gamma^*$  = peso di volume del terreno

K = coefficiente di spinta della terra statica + dinamica calcolata secondo la formula di Mononobe e Okabe:

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

$\phi$  = angolo di attrito interno = 30°

$\theta = \arctan((k_h / (1 - k_v))) = 0,126$

$\beta$  = inclinazione paramento = 0

K = 0,415

$E_{dd} = 1/2 \times 13,00 \times (1 + 0,0595) \times 0,415 \times 1,95 = 5,60$  kN/m<sup>2</sup> (carico rettangolare sulla parete)

## **VERIFICA AL GALLEGGIAMENTO**

---

Dimensione fondo scatolare = 3,40 x 2,00 = 6,8 m<sup>2</sup>

Peso ricoprimento = (0,40+0,15+0,23) x 24,00 x 6,8 = 127,30 kN

Peso scatolare = 107,00 kN

Totale peso permanente = (127,30 + 107,00) x 0,90 = 210,87 kN

(trascurati il peso della pavimentazione stradale, del magrone e della guscia di fondo)

Si è ipotizzato un livello di falda di progetto posizionato a 56 cm sopra l'estradosso della soletta superiore dello scatolare.

Sottospinta idraulica falda = (2,71 x 10,00 x 6,8) x 1,10 = 202,71 kN

$v = 210,87 / 202,71 = 1,04 > 1,00$  **VERIFICATO**

## **ANALISI DEI CEDIMENTI**

---

Dall'analisi del modello di calcolo dello scatolare soggetto ai carichi specificati nel paragrafo "Analisi dei carichi" si evince che allo S.L.E. i cedimenti differenziali nella soletta superiore sono di circa 0,3-0,4 cm, valori inferiori a 1/500 della lunghezza del traverso, compatibili con le comuni condizioni di posa pur avendo considerato cautelativamente una costante di sottofondo  $k_w$  (costante di winkler) = 5 daN/cm<sup>3</sup> (trascurando completamente il contributo della soletta di fondazione gettata in opera e del compattamento del terreno di appoggio del manufatto).

Le pressioni medie di contatto sul terreno registrate allo S.L.E. sono pari a 1,5-2,0 daN/cm<sup>2</sup>, da confermare in fase di apertura degli scavi anche sulla scorta delle indicazioni derivanti da specifiche indagini geologiche e geotecniche.

## **TABULATO DI CALCOLO**

---

Si riportano a seguire le estrapolazioni del tabulato di calcolo per lo scatolare (tutti i valori si riferiscono alla lunghezza di 1,00 m).



# 1 Materiali

## 1.1 Materiali c.a.

**Descrizione:** Descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Rck:** Resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [kN/m<sup>2</sup>]

**E:** Modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [kN/m<sup>2</sup>]

**Gamma:** Peso specifico del materiale. [kN/m<sup>3</sup>]

**Poisson:** Coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

**G:** Modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste. [kN/m<sup>2</sup>]

**Alfa:** Coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

Descrizione	Rck	E	Gamma	Poisson	G	Alfa
C40/50_1	50000	35547105	25	0.1	16157775	0.00001

## 1.2 Curve di materiali c.a.

**Rck:** Resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [kN/m<sup>2</sup>]

**E:** Modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [kN/m<sup>2</sup>]

**Gamma:** Peso specifico del materiale. [kN/m<sup>3</sup>]

**Poisson:** Coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

**G:** Modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste. [kN/m<sup>2</sup>]

**Alfa:** Coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

**Curva:** Curva caratteristica.

**Reaz.traz.:** Reagisce a trazione.

**Comp.frag.:** Ha comportamento fragile.

**E.compr.:** Modulo di elasticità a compressione. [kN/m<sup>2</sup>]

**Incr.compr.:** Incrudimento di compressione. Il valore è adimensionale.

**EpsEc:** Epsilon elastico a compressione. Il valore è adimensionale.

**EpsUc:** Epsilon ultimo a compressione. Il valore è adimensionale.

**E.traz.:** Modulo di elasticità a trazione. [kN/m<sup>2</sup>]

**Incr.traz.:** Incrudimento di trazione. Il valore è adimensionale.

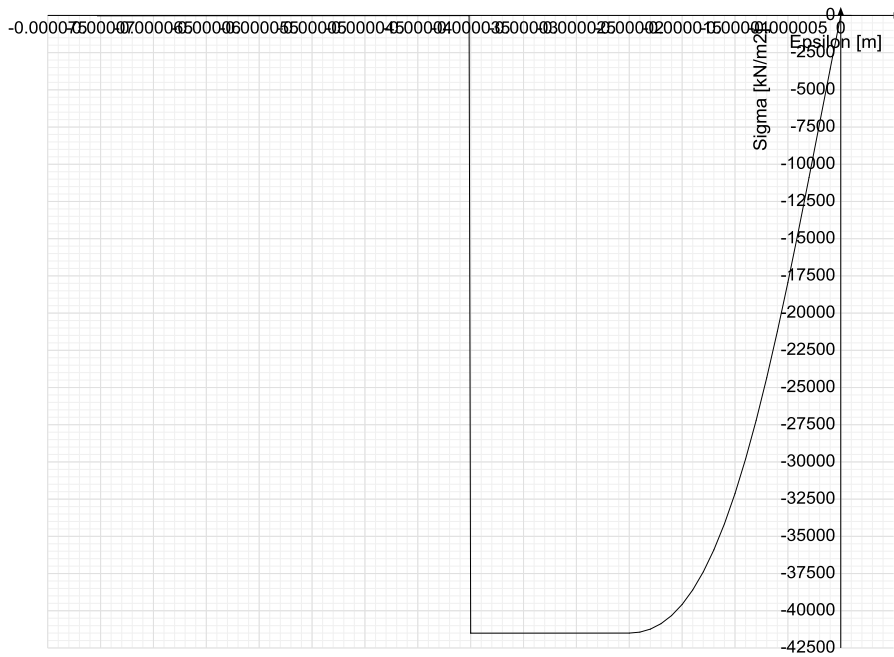
**EpsEt:** Epsilon elastico a trazione. Il valore è adimensionale.

**EpsUt:** Epsilon ultimo a trazione. Il valore è adimensionale.

**Materiale: C40/50\_1**

Rck	E	Gamma	Poisson	G	Alfa
50000	35547105	25	0.1	16157775	0.00001

Curva									
Reaz.traz.	Comp.frag.	E.compr.	Incr.compr.	EpsEc	EpsUc	E.traz.	Incr.traz.	EpsEt	EpsUt
No	Si	35547105	0.0001	-0.002	-0.0035	35547105	0.0001	0.0000708	0.0000779



### 1.3 Armature

**Descrizione:** Descrizione o nome assegnato all'elemento.

**fyk:** Resistenza caratteristica. [kN/m<sup>2</sup>]

**Sigma amm.:** Tensione ammissibile. [kN/m<sup>2</sup>]

**Tipo:** Tipo di barra.

**E:** Modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [kN/m<sup>2</sup>]

**Gamma:** Peso specifico del materiale. [kN/m<sup>3</sup>]

**Poisson:** Coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

**G:** Modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste. [kN/m<sup>2</sup>]

**Alfa:** Coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

**Livello di conoscenza:** Indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ. 02/02/09 n. 617 §C8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.).

Descrizione	fyk	Sigma amm.	Tipo	E	Gamma	Poisson	G	Alfa	Livello di conoscenza
B450C	450000	255000	Aderenza migliorata	206000000	78.5	0.3	79230769	0.000012	Nuovo

# 2 Dati di definizione

## 2.1 Preferenze commessa

### 2.1.1 Preferenze di analisi

Metodo di analisi	Sismica pseudo-statica
Coefficiente di sicurezza portanza fondazioni superficiali	3
Coefficiente di sicurezza scorrimento fondazioni superficiali	1.3
Coefficiente di sicurezza portanza pali	2.5

### 2.1.2 Preferenze di verifica

#### 2.1.2.1 Normativa di verifica in uso

Norma di verifica	D.M. 14-01-08 (N.T.C.)
Cemento armato	Preferenze analisi di verifica in stato limite
Legno	Preferenze di verifica legno NTC08
Acciaio	Preferenze di verifica acciaio EC3
Alluminio	Preferenze di verifica alluminio EC3
Psi	

#### 2.1.2.2 Normativa di verifica C.A.

Coefficiente di omogeneizzazione	14	
Gamma s (fattore di sicurezza parziale per l'acciaio)	1.15	
Gamma c (fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo)	1.5	
Limite $\sigma_{mac}/f_{ck}$ in combinazione rara	0.6	
Limite $\sigma_{mac}/f_{ck}$ in combinazione quasi permanente	0.45	
Limite $\sigma_{maf}/f_{yk}$ in combinazione rara	0.8	
Coefficiente di riduzione della tau per cattiva aderenza	0.7	
Dimensione limite fessure w1 §4.1.2.2.4.1	0.0002	[m]
Dimensione limite fessure w2 §4.1.2.2.4.1	0.0003	[m]
Dimensione limite fessure w3 §4.1.2.2.4.1	0.0004	[m]
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q	No	
Copriferro secondo EC2	Si	

### 2.1.3 Preferenze FEM

Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	0.3	[m]
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	0.3	[m]
Tipo di mesh dei gusci (default)	Quadrilateri o triangoli	
Tipo di mesh imposta ai gusci	Specifico dell'elemento	
Metodo P-Delta	non utilizzato	
Analisi buckling	non utilizzata	
Rapporto spessore flessionale/membranale gusci muratura verticali	0.2	
Rapporto spessore flessionale/membranale gusci di pareti in legno	1	
Tolleranza di parallelismo	4.99	[deg]
Tolleranza di unicità punti	0.1	[m]
Tolleranza generazione nodi di aste	0.01	[m]
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	4.99	[deg]
Tolleranza generazione nodi di gusci	0.04	[m]
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	1	[m]
Considera deformazione a taglio delle piastre	No	
Modello elastico pareti in muratura	Gusci	
Concentra masse pareti nei vertici	No	
Segno risultati analisi spettrale	Analisi statica	
Memoria utilizzabile dal solutore	8000000	
Metodo di risoluzione della matrice	Matrici sparse	
Scrivi commenti nel file di input	No	
Scrivi file di output in formato testo	No	
Solidi colle e corpi ruvidi (default)	Solidi reali	
Moltiplicatore rigidità molla torsionale applicata ad aste di fondazione	1	
Modello trave su suolo alla Winkler nel caso di modellazione lineare	Equilibrio elastico	

### 2.1.4 Moltiplicatori inerziali

**Tipologia:** Tipo di entità a cui si riferiscono i moltiplicatori inerziali.

**J2:** Moltiplicatore inerziale di J2. Il valore è adimensionale.

**J3:** Moltiplicatore inerziale di J3. Il valore è adimensionale.

**Jt:** Moltiplicatore inerziale di Jt. Il valore è adimensionale.

**A:** Moltiplicatore dell'area della sezione. Il valore è adimensionale.

**A2:** Moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 2. Il valore è adimensionale.

**A3:** Moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 3. Il valore è adimensionale.

**Conci rigidi:** Fattore di riduzione dei tronchi rigidi. Il valore è adimensionale.

Tipologia	J2	J3	Jt	A	A2	A3	Conci rigidi
Trave C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Pilastro C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Trave di fondazione	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Palo	1	1	0.01	1	1	1	0
Trave in legno	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in legno	1	1	1	1	1	1	1
Trave in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Trave di reticolare in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Maschio in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di accoppiamento in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di scala C.A. nervata	1	1	1	1	1	1	0.5
Trave tralicciata	1	1	0.01	1	1	1	0.5

## 2.1.5 Preferenze di analisi non lineare FEM

Metodo iterativo  
Tolleranza iterazione  
Numero massimo iterazioni

Secante  
0.0001  
50

## 2.2 Azioni e carichi

### 2.2.1 Condizioni elementari di carico

**Descrizione:** Nome assegnato alla condizione elementare.  
**Nome breve:** Nome breve assegnato alla condizione elementare.  
**I/II:** Descrive la classificazione della condizione (necessario per strutture in acciaio e in legno).  
**Durata:** Descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).  
**Psi0:** Coefficiente moltiplicatore Psi0. Il valore è adimensionale.  
**Psi1:** Coefficiente moltiplicatore Psi1. Il valore è adimensionale.  
**Psi2:** Coefficiente moltiplicatore Psi2. Il valore è adimensionale.  
**Var.segno:** Descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.

Descrizione	Nome breve	I/II	Durata	Psi0	Psi1	Psi2	Var.segno
Permanenti	Perm.		Permanente	0	0	0	
Spinta riposo Sx	Spinta riposo Sx	I	Media	0.75	0.75	0.3	
Spinta riposo Dx	Spinta riposo Dx	I	Media	0.75	0.75	0.3	
Acqua esterna	Acqua esterna	I	Media	0.75	0.75	0.3	
Variabile interno	Variabile interno	I	Media	0.7	0.5	0.3	
Variabile centrale	Variabile centrale	I	Media	0.75	0.75	0	
Variabile laterale	Variabile laterale	I	Media	0.75	0.75	0	
Variabile distribuito	Variabile distribuito	I	Media	0.4	0.4	0	
Spinta sovraccarico Sx	Spinta sovraccarico Sx	I	Media	0.75	0.75	0	
Spinta sovraccarico Dx	Spinta sovraccarico Dx	I	Media	0.75	0.75	0	
Frenamento Sx Dx	Frenamento Sx Dx	I	Media	0.75	0.75	0	
Spinta dinamica terra	Spinta dinamica terra	I	Media	1	0	0	
Spinta dinamica acqua esterna	Spinta dinamica acqua esterna	I	Media	1	0	0	
Delta T	Dt	II	Media	0.6	0.6	0.5	No

### 2.2.2 Combinazioni di carico

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

#### Famiglia Limite ultimo

Il nome compatto della famiglia è LU.

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

Nome	Nome breve	Perm.	Spinta riposo Sx	Spinta riposo Dx	Acqua esterna	Variabile interno	Variabile centrale	Variabile laterale
1	LU 1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.5	0	0
2	LU 2	1.35	1.35	1	1.35	1.5	0	0
3	LU 3	1.35	1	1.35	1.35	1.5	0	0
4	LU 4	1.35	1	1	1.35	1.5	0	0
5	LU 5	1.35	1.35	1.35	1.35	1.05	1.35	0
6	LU 6	1.35	1.35	1	1.35	1.05	1.35	0
7	LU 7	1.35	1	1.35	1.35	1.05	1.35	0
8	LU 8	1.35	1.35	1.35	1.35	1.05	1.35	0
9	LU 9	1.35	1.35	1	1.35	1.05	1.013	0
10	LU 10	1.35	1	1.35	1.35	1.05	1.013	0
11	LU 11	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0	0
12	LU 12	1.35	1.35	1	1.35	0	0	0
13	LU 13	1.35	1	1.35	1.35	0	0	0
14	LU 14	1.35	1	1	1.35	0	0	0
15	LU 15	1.35	1.35	1.35	1.35	0	1.35	0
16	LU 16	1.35	1.35	1	1.35	0	1.35	0
17	LU 17	1.35	1	1.35	1.35	0	1.35	0
18	LU 18	1.35	1.35	1.35	1.35	0	1.35	0
19	LU 19	1.35	1.35	1	1.35	0	1.013	0
20	LU 20	1.35	1	1.35	1.35	0	1.013	0
21	LU 21	1.35	1.35	1.35	1.35	1.5	0	0
22	LU 22	1.35	1.35	1	1.35	1.5	0	0
23	LU 23	1.35	1	1.35	1.35	1.5	0	0
24	LU 24	1.35	1	1	1.35	1.5	0	0
25	LU 25	1.35	1.35	1.35	1.35	1.05	0	1.35
26	LU 26	1.35	1.35	1	1.35	1.05	0	1.35
27	LU 27	1.35	1	1.35	1.35	1.05	0	1.35
28	LU 28	1.35	1.35	1.35	1.35	1.05	0	1.35
29	LU 29	1.35	1.35	1	1.35	1.05	0	1.013
30	LU 30	1.35	1	1.35	1.35	1.05	0	1.013
31	LU 31	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0	0
32	LU 32	1.35	1.35	1	1.35	0	0	0
33	LU 33	1.35	1	1.35	1.35	0	0	0
34	LU 34	1.35	1	1	1.35	0	0	0
35	LU 35	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0	1.35
36	LU 36	1.35	1.35	1	1.35	0	0	1.35
37	LU 37	1.35	1	1.35	1.35	0	0	1.35

TABULATO DI CALCOLO

Nome	Nome breve	Perm.	Spinta riposo Sx	Spinta riposo Dx	Acqua esterna	Variabile interno	Variabile centrale	Variabile laterale
38	LU 38	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0	1.35
39	LU 39	1.35	1.35	1	1.35	0	0	1.013
40	LU 40	1.35	1	1.35	1.35	0	0	1.013
41	LU 41	1	1	1	1	1.3	0	0
42	LU 42	1	1	0.75	1	1.3	0	0
43	LU 43	1	1	1	1	0.91	1.15	0
44	LU 44	1	1	0.75	1	0.91	1.15	0
45	LU 45	1	0.75	1	1	0.91	1.15	0
46	LU 46	1	1	1	1	0.91	1.15	0
47	LU 47	1	1	0.75	1	0.91	0.863	0
48	LU 48	1	0.75	1	1	0.91	0.863	0
49	LU 49	1	1	1	1	0	0	0
50	LU 50	1	1	0.75	1	0	0	0
51	LU 51	1	1	1	1	0	1.15	0
52	LU 52	1	1	0.75	1	0	1.15	0
53	LU 53	1	0.75	1	1	0	1.15	0
54	LU 54	1	1	1	1	0	1.15	0
55	LU 55	1	1	0.75	1	0	0.863	0
56	LU 56	1	0.75	1	1	0	0.863	0
57	LU 57	1	1	1	1	1.3	0	0
58	LU 58	1	1	0.75	1	1.3	0	0
59	LU 59	1	1	1	1	0.91	0	1.15
60	LU 60	1	1	0.75	1	0.91	0	1.15
61	LU 61	1	0.75	1	1	0.91	0	1.15
62	LU 62	1	1	1	1	0.91	0	1.15
63	LU 63	1	1	0.75	1	0.91	0	0.863
64	LU 64	1	0.75	1	1	0.91	0	0.863
65	LU 65	1	1	1	1	0	0	0
66	LU 66	1	1	0.75	1	0	0	0
67	LU 67	1	1	1	1	0	0	1.15
68	LU 68	1	1	0.75	1	0	0	1.15
69	LU 69	1	0.75	1	1	0	0	1.15
70	LU 70	1	1	1	1	0	0	1.15
71	LU 71	1	1	0.75	1	0	0	0.863
72	LU 72	1	0.75	1	1	0	0	0.863
SLV1	LU SLV1	1	1	1	1	0	0	0
SLV2	LU SLV2	1	1	1	1	1	0	0
SLV3	LU SLV3	1	1	1	1	0	0	0
SLV4	LU SLV4	1	1	1	1	1	0	0

Nome	Nome breve	Variabile distribuito	Spinta sovraccarico Sx	Spinta sovraccarico Dx	Frenamento Sx Dx	Spinta dinamica terra	Spinta dinamica acqua esterna	Dt
1	LU 1	0	0	0	0	0	0	1.2
2	LU 2	0	0	0	0	0	0	1.2
3	LU 3	0	0	0	0	0	0	1.2
4	LU 4	0	0	0	0	0	0	1.2
5	LU 5	1.35	0	0	0	0	0	0.72
6	LU 6	1.35	1.35	0	0	0	0	0.72
7	LU 7	1.35	0	1.35	0	0	0	0.72
8	LU 8	1.35	1.35	1.35	0	0	0	0.72
9	LU 9	0.54	1.013	0	1.35	0	0	0.72
10	LU 10	0.54	0	1.013	-1.35	0	0	0.72
11	LU 11	0	0	0	0	0	0	1.2
12	LU 12	0	0	0	0	0	0	1.2
13	LU 13	0	0	0	0	0	0	1.2
14	LU 14	0	0	0	0	0	0	1.2
15	LU 15	1.35	0	0	0	0	0	0.72
16	LU 16	1.35	1.35	0	0	0	0	0.72
17	LU 17	1.35	0	1.35	0	0	0	0.72
18	LU 18	1.35	0	0	0	0	0	0.72
19	LU 19	0.54	1.013	0	1.35	0	0	0.72
20	LU 20	0.54	0	1.013	-1.35	0	0	0.72
21	LU 21	0	0	0	0	0	0	1.2
22	LU 22	0	0	0	0	0	0	1.2
23	LU 23	0	0	0	0	0	0	1.2
24	LU 24	0	0	0	0	0	0	1.2
25	LU 25	1.35	0	0	0	0	0	0.72
26	LU 26	1.35	1.35	0	0	0	0	0.72
27	LU 27	1.35	0	1.35	0	0	0	0.72
28	LU 28	1.35	0	0	0	0	0	0.72
29	LU 29	0.54	1.013	0	1.35	0	0	0.72
30	LU 30	0.54	0	1.013	-1.35	0	0	0.72
31	LU 31	0	0	0	0	0	0	1.2
32	LU 32	0	0	0	0	0	0	1.2
33	LU 33	0	0	0	0	0	0	1.2
34	LU 34	0	0	0	0	0	0	1.2
35	LU 35	1.35	0	0	0	0	0	0.72
36	LU 36	1.35	1.35	0	0	0	0	0.72
37	LU 37	1.35	0	1.35	0	0	0	0.72
38	LU 38	1.35	0	0	0	0	0	0.72
39	LU 39	0.54	1.013	0	1.35	0	0	0.72
40	LU 40	0.54	0	1.013	-1.35	0	0	0.72
41	LU 41	0	0	0	0	0	0	1
42	LU 42	0	0	0	0	0	0	1
43	LU 43	1.15	0	0	0	0	0	0.6
44	LU 44	1.15	1.15	0	0	0	0	0.6
45	LU 45	1.15	0	1.15	0	0	0	0.6
46	LU 46	1.15	0	0	0	0	0	0.6
47	LU 47	0.46	0.863	0	1.15	0	0	0.6
48	LU 48	0.46	0	0.863	-1.15	0	0	0.6
49	LU 49	0	0	0	0	0	0	1
50	LU 50	0	0	0	0	0	0	1
51	LU 51	1.15	0	0	0	0	0	0.6
52	LU 52	1.15	1.15	0	0	0	0	0.6
53	LU 53	1.15	0	1.15	0	0	0	0.6
54	LU 54	1.15	0	0	0	0	0	0.6
55	LU 55	0.46	0.863	0	1.15	0	0	0.6
56	LU 56	0.46	0	0.863	-1.15	0	0	0.6

Nome	Nome breve	Variabile distribuito	Spinta sovraccarico Sx	Spinta sovraccarico Dx	Frenamento Sx Dx	Spinta dinamica terra	Spinta dinamica acqua esterna	Dt
57	LU 57	0	0	0	0	0	0	1
58	LU 58	0	0	0	0	0	0	1
59	LU 59	1.15	0	0	0	0	0	0.6
60	LU 60	1.15	1.15	0	0	0	0	0.6
61	LU 61	1.15	0	1.15	0	0	0	0.6
62	LU 62	1.15	0	0	0	0	0	0.6
63	LU 63	0.46	0.863	0	1.15	0	0	0.6
64	LU 64	0.46	0	0.863	-1.15	0	0	0.6
65	LU 65	0	0	0	0	0	0	1
66	LU 66	0	0	0	0	0	0	1
67	LU 67	1.15	0	0	0	0	0	0.6
68	LU 68	1.15	1.15	0	0	0	0	0.6
69	LU 69	1.15	0	1.15	0	0	0	0.6
70	LU 70	1.15	0	0	0	0	0	0.6
71	LU 71	0.46	0.863	0	1.15	0	0	0.6
72	LU 72	0.46	0	0.863	-1.15	0	0	0.6
SLV1	LU SLV1	0	0	0	0	1	1	0
SLV2	LU SLV2	0	0	0	0	1	1	0
SLV3	LU SLV3	0	0	0	0	-1	-1	0
SLV4	LU SLV4	0	0	0	0	-1	-1	0

## Famiglia Esercizio rara

Il nome compatto della famiglia è RA.

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

Nome	Nome breve	Perm.	Spinta riposo Sx	Spinta riposo Dx	Acqua esterna	Variabile interno	Variabile centrale	Variabile laterale
1	RA 1	1	1	0.75	1	1	1	0
2	RA 2	1	1	0.75	1	1	0.75	0
3	RA 3	1	0.75	1	1	1	0.75	0
4	RA 4	1	1	1	1	1	1	0
5	RA 5	1	1	0.75	1	1	0	1
6	RA 6	1	1	0.75	1	1	0	0.75
7	RA 7	1	0.75	1	1	1	0	0.75
8	RA 8	1	1	1	1	1	0	1
9	RA 9	1	1	0.75	1	0	1	0
10	RA 10	1	1	0.75	1	0	0.75	0
11	RA 11	1	0.75	1	1	0	0.75	0
12	RA 12	1	1	1	1	0	1	0
13	RA 13	1	1	0.75	1	0	0	1
14	RA 14	1	1	0.75	1	0	0	0.75
15	RA 15	1	0.75	1	1	0	0	0.75
16	RA 16	1	1	1	1	0	0	1

Nome	Nome breve	Variabile distribuito	Spinta sovraccarico Sx	Spinta sovraccarico Dx	Frenamento Sx Dx	Spinta dinamica terra	Spinta dinamica acqua esterna	Dt
1	RA 1	1	0	0	0	0	0	0.6
2	RA 2	0.4	0.75	0	0	1	0	0.6
3	RA 3	0.4	0	0.75	-1	0	0	0.6
4	RA 4	1	0	0	0	0	0	0.6
5	RA 5	1	0	0	0	0	0	0.6
6	RA 6	0.4	0.75	0	1	0	0	0.6
7	RA 7	0.4	0	0.75	-1	0	0	0.6
8	RA 8	1	0	0	0	0	0	0.6
9	RA 9	1	0	0	0	0	0	0.6
10	RA 10	0.4	0.75	0	1	0	0	0.6
11	RA 11	0.4	0	0.75	-1	0	0	0.6
12	RA 12	1	0	0	0	0	0	0.6
13	RA 13	1	0	0	0	0	0	0.6
14	RA 14	0.4	0.75	0	1	0	0	0.6
15	RA 15	0.4	0	0.75	-1	0	0	0.6
16	RA 16	1	0	0	0	0	0	0.6

## Famiglia Esercizio frequente

Il nome compatto della famiglia è FR.

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

Nome	Nome breve	Perm.	Spinta riposo Sx	Spinta riposo Dx	Acqua esterna	Variabile interno	Variabile centrale	Variabile laterale
1	FR 1	1	1	0.75	1	0	0.75	0
2	FR 2	1	1	0.75	1	0	0.75	0
3	FR 3	1	0.75	1	1	0	0.75	0
4	FR 4	1	1	1	1	0	0.75	0
5	FR 5	1	1	0.75	1	0	0	0.75
6	FR 6	1	1	0.75	1	0	0	0.75
7	FR 7	1	0.75	1	1	0	0	0.75
8	FR 8	1	1	1	1	0	0	0.75
9	FR 9	1	1	0.75	1	0.7	0	0
10	FR 10	1	1	0.75	1	0.7	0	0
11	FR 11	1	0.75	1	1	0.7	0	0
12	FR 12	1	1	1	1	0.7	0	0
13	FR 13	1	1	0.75	1	0.7	0	0
14	FR 14	1	1	0.75	1	0.7	0	0
15	FR 15	1	0.75	1	1	0.7	0	0
16	FR 16	1	1	1	1	0.7	0	0

Nome	Nome breve	Variabile distribuito	Spinta sovraccarico Sx	Spinta sovraccarico Dx	Frenamento Sx Dx	Spinta dinamica terra	Spinta dinamica acqua esterna	Dt
1	FR 1	0.4	0	0	0	0	0	0.6
2	FR 2	0.4	0.75	0	0.75	0	0	0.6
3	FR 3	0.4	0	0.75	-0.75	0	0	0.6
4	FR 4	0.4	0	0	0	0	0	0.6
5	FR 5	0.4	0	0	0	0	0	0.6
6	FR 6	0.4	0.75	0	0.75	0	0	0.6

TABULATO DI CALCOLO

Nome	Nome breve	Variabile distribuito	Spinta sovraccarico Sx	Spinta sovraccarico Dx	Frenamento Sx Dx	Spinta dinamica terra	Spinta dinamica acqua esterna	Dt
7	FR 7	0.4	0	0.75	-0.75	0	0	0.6
8	FR 8	0.4	0	0	0	0	0	0.6
9	FR 9	0	0	0	0	0	0	0.6
10	FR 10	0	0.75	0	0.75	0	0	0.6
11	FR 11	0	0	0.75	-0.75	0	0	0.6
12	FR 12	0	0	0	0	0	0	0.6
13	FR 13	0	0	0	0	0	0	0.6
14	FR 14	0	0.75	0	0.75	0	0	0.6
15	FR 15	0	0	0.75	-0.75	0	0	0.6
16	FR 16	0	0	0	0	0	0	0.6

**Famiglia Esercizio quasi permanente**

Il nome compatto della famiglia è QP.

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

Nome	Nome breve	Perm.	Spinta riposo Sx	Spinta riposo Dx	Acqua esterna	Variabile interno	Variabile centrale	Variabile laterale
1	QP 1	1	1	1	1	0.5	0	0
2	QP 2	1	1	1	1	0	0	0

Nome	Nome breve	Variabile distribuito	Spinta sovraccarico Sx	Spinta sovraccarico Dx	Frenamento Sx Dx	Spinta dinamica terra	Spinta dinamica acqua esterna	Dt
1	QP 1	0	0	0	0	0	0	0.5
2	QP 2	0	0	0	0	0	0	0.5

**Famiglia Pressioni sul terreno**

Il nome compatto della famiglia è PT.

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

Nome	Nome breve	Perm.	Spinta riposo Sx	Spinta riposo Dx	Acqua esterna	Variabile interno	Variabile centrale	Variabile laterale
1	PT 1	1	1	1	1	0	0	0
2	PT 2	1	1	1	1	1	0	0
3	PT 3	1	1	1	1	0	1	1
4	PT 4	1	1	1	1	1	1	1

Nome	Nome breve	Variabile distribuito	Spinta sovraccarico Sx	Spinta sovraccarico Dx	Frenamento Sx Dx	Spinta dinamica terra	Spinta dinamica acqua esterna	Dt
1	PT 1	0	0	0	0	0	0	1
2	PT 2	0	0	0	0	0	0	1
3	PT 3	1	1	1	1	0	0	1
4	PT 4	1	1	1	1	0	0	1

**2.2.3 Definizioni di carichi lineari**

**Nome:** Nome identificativo della definizione di carico.

**Valori:** Valori associati alle condizioni di carico.

**Condizione:** Condizione di carico a cui sono associati i valori.

**Descrizione:** Nome assegnato alla condizione elementare.

**Fx i.:** Valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione X. [kN/m]

**Fx f.:** Valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione X. [kN/m]

**Fy i.:** Valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Y. [kN/m]

**Fy f.:** Valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Y. [kN/m]

**Fz i.:** Valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [kN/m]

**Fz f.:** Valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [kN/m]

**Mx i.:** Valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [kN]

**Mx f.:** Valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [kN]

**My i.:** Valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [kN]

**My f.:** Valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [kN]

**Mz i.:** Valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [kN]

**Mz f.:** Valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [kN]

Nome	Condizione	Valori											
		Fx i.	Fx f.	Fy i.	Fy f.	Fz i.	Fz f.	Mx i.	Mx f.	My i.	My f.	Mz i.	Mz f.
Soletta copertura - veicolare centrato	Permanenti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta riposo Sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta riposo Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Acqua esterna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile interno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile centrale	0	0	0	0	-58	-58	0	0	0	0	0	0
	Variabile laterale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile distribuito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta sovraccarico Sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta sovraccarico Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frenamento Sx Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Spinta dinamica terra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Nome	Condizione	Valori											
		Fx i.	Fx f.	Fy i.	Fy f.	Fz i.	Fz f.	Mx i.	Mx f.	My i.	My f.	Mz i.	Mz f.
	Descrizione												
	Spinta dinamica acqua esterna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soletta copertura - distribuito	Permanenti	0	0	0	0	-21.6	-21.6	0	0	0	0	0	0
	Spinta riposo Sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta riposo Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Acqua esterna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile interno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile centrale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile laterale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile distribuito	0	0	0	0	-9	-9	0	0	0	0	0	0
	Spinta sovraccarico Sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta sovraccarico Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frenamento Sx Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta dinamica terra	3.6	3.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta dinamica acqua esterna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soletta inferiore	Permanenti	0	0	0	0	-7.5	-7.5	0	0	0	0	0	0
	Spinta riposo Sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta riposo Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Acqua esterna	0	0	0	0	27.1	27.1	0	0	0	0	0	0
	Variabile interno	0	0	0	0	-17.5	-17.5	0	0	0	0	0	0
	Variabile centrale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile laterale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile distribuito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta sovraccarico Sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta sovraccarico Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frenamento Sx Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta dinamica terra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta dinamica acqua esterna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piedritto Sx	Permanenti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta riposo Sx	8.4	21.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta riposo Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Acqua esterna	6.6	26.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile interno	0	-17.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile centrale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile laterale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile distribuito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta sovraccarico Sx	33.5	14.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta sovraccarico Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frenamento Sx Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta dinamica terra	5.6	5.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta dinamica acqua esterna	1.9	1.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piedritto Dx	Permanenti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta riposo Sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta riposo Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Acqua esterna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile interno	0	17.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile centrale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile laterale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile distribuito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta sovraccarico Sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta sovraccarico Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frenamento Sx Dx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta dinamica terra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta dinamica acqua esterna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## 2.3 Quote

### 2.3.1 Livelli

**Descrizione breve:** Nome sintetico assegnato al livello.

**Descrizione:** Nome assegnato al livello.

**Quota:** Quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [m]

**Spessore:** Spessore del livello. [m]

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	-1.95	0.2
L2	Raccordo inf.	-1.65	0.2
L3	Mezzeria	-0.975	0.2
L4	Raccordo sup.	-0.3	0.2
L5	Superiore	0	0.2

### 2.3.2 Tronchi

**Descrizione breve:** Nome sintetico assegnato al tronco.



**Descrizione:** Nome assegnato al tronco.

**Quota 1:** Riferimento della prima quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

**Quota 2:** Riferimento della seconda quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Descrizione breve	Descrizione	Quota 1	Quota 2
T1	Fondazione - Raccordo inf.	Fondazione	Raccordo inf.
T2	Raccordo inf. - Mezzeria	Raccordo inf.	Mezzeria
T3	Raccordo sup. - Superiore	Raccordo sup.	Superiore
T4	Mezzeria - Raccordo sup.	Mezzeria	Raccordo sup.

## 2.4 Elementi di input

### 2.4.1 Fili fissi

#### 2.4.1.1 Fili fissi di piano

**Livello:** Quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

**Punto:** Punto di inserimento.

**X:** Coordinata X. [m]

**Y:** Coordinata Y. [m]

**Estradosso:** Distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

**Angolo:** Angolo misurato dal semiasse positivo delle ascisse in verso antiorario. [deg]

**Tipo:** Tipo di simbolo.

**T.c.:** Testo completo visualizzato accanto al filo fisso, costituito dalla concatenazione del prefisso e del testo.

Livello	Punto		Estradosso	Angolo	Tipo	T.c.	Livello	Punto		Estradosso	Angolo	Tipo	T.c.
	X	Y						X	Y				
L1	1.132	-1.729	0	0	Croce	5	L1	-1.468	-1.729	0	0	Croce	1
L1	1.432	-1.729	0	0	Croce	5	L1	-1.768	-1.729	0	0	Croce	1
L5	1.432	-1.729	0	0	Croce	2	L5	1.132	-1.729	0	0	Croce	2
L5	-1.768	-1.729	0	0	Croce	2	L5	-1.468	-1.729	0	0	Croce	2

### 2.4.2 Elementi di fondazione

#### 2.4.2.1 Soletta C.A. di fondazione

**Sezione:** Riferimento ad una definizione di sezione C.A..

**P.i.:** Posizione dei punti d'inserimento rispetto alla geometria della sezione. SA=Sinistra anima, CA=Centro anima, DA=Destra anima

**Liv.:** Quota del punto di inserimento iniziale. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

**Punto i.:** Punto di inserimento iniziale.

**X:** Coordinata X. [m]

**Y:** Coordinata Y. [m]

**Punto f.:** Punto di inserimento finale.

**X:** Coordinata X. [m]

**Y:** Coordinata Y. [m]

**Estr.:** Distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

**Mat.:** Riferimento ad una definizione di materiale calcestruzzo.

**Car.lin.:** Riferimento alla definizione di un carico lineare.L: valori del carico espressi nel sistema locale dell'elemento.G: valori del carico espressi nel sistema globale.

**DeltaT:** Riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

**Sovr.:** Aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

**S.Z:** Indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.

**C.i.:** Svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.

**C.f.:** Svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.

**P.lin.:** Peso per unità di lunghezza. [kN/m]

**Fond.:** Riferimento alla fondazione sottostante l'elemento.

Sezione	P.i.	Liv.	Punto i.		Punto f.		Estr.	Mat.	Car.lin.	DeltaT	Sovr.	S.Z	C.i.	C.f.	P.lin.	Fond.
			X	Y	X	Y										
R 100x20	CA	L1	1.132	-1.729	1.432	-1.729	0	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5	FT1
R 100x20	CA	L1	-1.468	-1.729	1.132	-1.729	0	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5	FT1
R 100x20	CA	L1	-1.768	-1.729	-1.468	-1.729	0	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5	FT1

### 2.4.3 Elementi di piano C.A.

#### 2.4.3.1 Soletta C.A. di piano

**Sezione:** Riferimento ad una definizione di sezione C.A..

**P.i.:** Posizione dei punti d'inserimento rispetto alla geometria della sezione. SA=Sinistra anima, CA=Centro anima, DA=Destra anima

**Liv.:** Quota del punto di inserimento iniziale. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

**Punto i.:** Punto di inserimento iniziale.

**X:** Coordinata X. [m]

**Y:** Coordinata Y. [m]

**Punto f.:** Punto di inserimento finale.

**X:** Coordinata X. [m]

**Y:** Coordinata Y. [m]

**Estr.:** Distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

**Mat.:** Riferimento ad una definizione di materiale calcestruzzo.

**Car.lin.:** Riferimento alla definizione di un carico lineare.L: valori del carico espressi nel sistema locale dell'elemento.G: valori del carico espressi nel sistema globale.

**DeltaT:** Riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

**Sovr.:** Aliquota di sovreresistenza da assicurare in verifica.  
**S.Z:** Indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.  
**C.i.:** Svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.  
**C.f.:** Svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.  
**P.lin.:** Peso per unità di lunghezza. [kN/m]

Sezione	P.i.	Liv.	Punto i.		Punto f.		Estr.	Mat.	Car.lin.	DeltaT	Sovr.	S.Z	C.i.	C.f.	P.lin.
			X	Y	X	Y									
R 100x20	CA	L5	1.132	-1.729	1.432	-1.729	0	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5
R 100x20	CA	L5	-1.468	-1.729	1.132	-1.729	0	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5
R 100x20	CA	L5	-1.768	-1.729	-1.468	-1.729	0	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5

## 2.4.4 Piedritti C.A.

**Tr.:** Riferimento al tronco indicante la quota inferiore e superiore.  
**Sezione:** Riferimento ad una definizione di sezione C.A.  
**P.i.:** Posizione del punto di inserimento rispetto alla geometria della sezione. SS=Sinistra-sotto, SC=Sinistra-centro, SA=Sinistra-alto, CS=Centro-sotto, CC=Centro-centro, CA=Centro-alto, DS=Destra-sotto, DC=Destra-centro, DA=Destra-alto  
**Punto:** Posizione del punto di inserimento rispetto alla geometria della sezione.  
**X:** Coordinata X. [m]  
**Y:** Coordinata Y. [m]  
**Ang.:** Angolo misurato dal semiasse positivo delle ascisse in verso antiorario. [deg]  
**Mat.:** Riferimento ad una definizione di materiale cemento armato.  
**Car.lin.:** Riferimento alla definizione di un carico lineare.L: valori del carico espressi nel sistema locale dell'elemento.G: valori del carico espressi nel sistema globale.  
**DeltaT:** Riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".  
**Sovr.:** Aliquota di sovreresistenza da assicurare in verifica.  
**S.Z:** Indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.  
**C.i.:** Svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.  
**C.f.:** Svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.  
**P.lin.:** Peso per unità di lunghezza. [kN/m]  
**Corr.:** Lista di elementi correlati all'elemento generati durante la modellazione.

Tr.	Sezione	P.i.	Punto		Ang.	Mat.	Car.lin.	DeltaT	Sovr.	S.Z	C.i.	C.f.	P.lin.	Corr.
			X	Y										
T1	R 100x20	CC	-1.768	-1.729	90	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5	1
T1	R 100x20	CC	1.432	-1.729	90	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5	2
T2	R 100x20	CC	1.432	-1.729	90	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5	4
T2	R 100x20	CC	-1.768	-1.729	90	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5	3
T4	R 100x20	CC	-1.768	-1.729	90	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5	14
T4	R 100x20	CC	1.432	-1.729	90	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5	15
T3	R 100x20	CC	1.432	-1.729	90	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5	6
T3	R 100x20	CC	-1.768	-1.729	90	C40/50_1	Nessuno; G		0	No	No	No	5	5

# 3 Dati di modellazione

## 3.1 Nodi modello

### 3.1.1 Nodi di definizione del modello

**Indice:** Numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.  
**Posizione:** Coordinate del nodo.  
**X:** Coordinata X. [m]  
**Y:** Coordinata Y. [m]  
**Z:** Coordinata Z. [m]

Indice	Posizione			Indice	Posizione			Indice	Posizione			Indice	Posizione		
	X	Y	Z		X	Y	Z		X	Y	Z		X	Y	Z
2	-1.768	-1.729	-2.05	3	-1.468	-1.729	-2.05	4	-0.168	-1.729	-2.05	5	1.132	-1.729	-2.05
6	1.432	-1.729	-2.05	7	-1.768	-1.729	-1.75	8	1.432	-1.729	-1.75	9	-1.768	-1.729	-1.075
10	1.432	-1.729	-1.075	11	-1.768	-1.729	-0.4	12	1.432	-1.729	-0.4	13	-1.768	-1.729	-0.1
14	-1.468	-1.729	-0.1	15	1.132	-1.729	-0.1	16	1.432	-1.729	-0.1				

## 3.2 Aste

### 3.2.1 Caratteristiche meccaniche aste

I seguenti dati si riferiscono alle caratteristiche meccaniche delle aste utilizzate dal solutore ad elementi finiti. Normalmente differiscono dalle caratteristiche inerziali delle sezioni definite nel database. Tengono conto dei moltiplicatori inerziali espressi nelle preferenze FEM e di indicazioni tratte dalla bibliografia (SAP 90 Volume I Figura X-8; Belluzzi Vol. 1).

**I.:** Numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.  
**Area:** Area della sezione trasversale. [m2]  
**Area 2:** Area di taglio per sforzo di taglio nella direzione 2. [m2]  
**Area 3:** Area di taglio per sforzo di taglio nella direzione 3. [m2]  
**In.2:** Momento d'inerzia attorno all'asse locale 2. [m4]  
**In.3:** Momento d'inerzia attorno all'asse locale 3. [m4]  
**In.tors.:** Momento d'inerzia torsionale corretto con il fattore di torsione. [m4]  
**E:** Modulo di elasticità longitudinale. [kN/m2]  
**G:** Modulo di elasticità tangenziale. [kN/m2]  
**Alfa:** Coefficiente di dilatazione termica longitudinale. [°C-1]  
**P.unit.:** Peso per unità di lunghezza dell'elemento. [kN/m]

**S.fibre:** Caratteristiche della sezione a fibre

**Sez.corr.:** Sezione degli elementi correlati.

**Desc.:** Descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Mat.corr.:** Materiale degli elementi correlati.

**Desc.:** Descrizione o nome assegnato all'elemento.

I.	Area	Area 2	Area 3	In.2	In.3	In.tors.	E	G	Alfa	P.unit.	S.fibre	Sez.corr. Desc.	Mat.corr. Desc.
1	0.2	0.1667	0.1667	1.67E-02	6.67E-04	2.33E-05	35547105	16157775	0.00001	5		R 100x20	C40/50 1
2	0.2	0.1667	0.1667	1.67E-02	6.67E-04	2.33E-05	35547105	16157775	0.00001	5		R 100x20	C40/50 1
3	0.2	0.1667	0.1667	1.67E-02	6.67E-04	2.33E-05	35547105	16157775	0.00001	5		R 100x20	C40/50 1

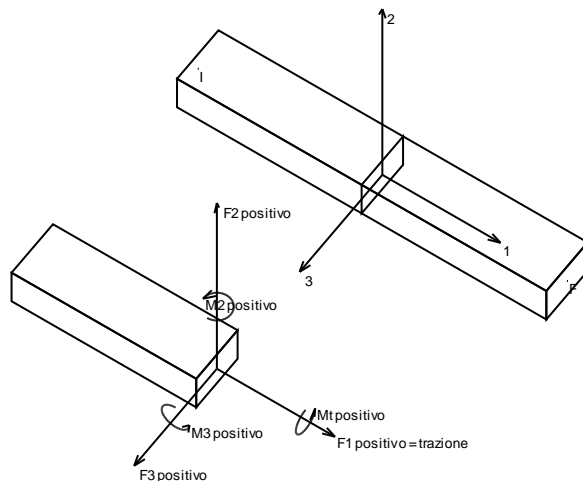
## 4 Risultati numerici

### 4.1 Sollecitazioni aste

#### 4.1.1 Convenzioni di segno aste

Le abbreviazioni relative alle sollecitazioni sugli elementi aste sono da intendersi:

- F1 (N): sforzo normale nell'asta;
- F2: sforzo di taglio agente nella direzione dell'asse locale 2;
- F3: sforzo di taglio agente nella direzione dell'asse locale 3;
- M1 (Mt): momento attorno all'asse locale 1; equivale al momento torcente;
- M2: momento attorno all'asse locale 2;
- M3: momento attorno all'asse locale 3;



La convenzione sui segni per i parametri di sollecitazione delle aste è la seguente:

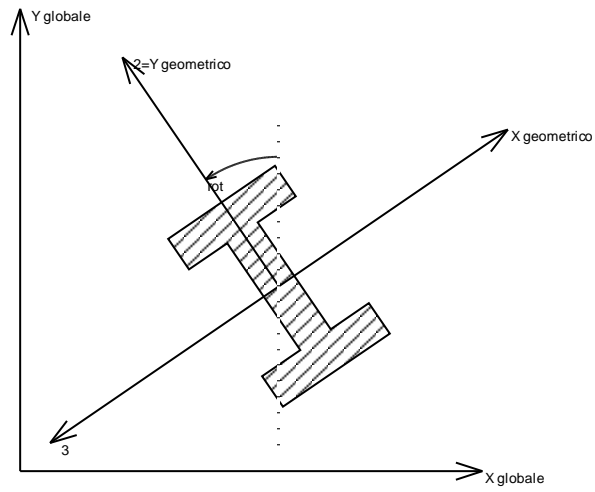
presa un'asta con nodo iniziale *i* e nodo finale *f*, asse 1 che va da *i* a *f*, assi 2 e 3 presi secondo quanto indicato nei paragrafi successivi relativi al sistema locale delle aste sezionando l'asta in un punto e considerando la sezione sinistra del punto in cui si è effettuato il taglio (sezione da cui esce il versore asse 1) i parametri di sollecitazione sono positivi se hanno verso e direzione concordi con il sistema di riferimento locale dell'asta 1, 2, 3 (per i momenti si adotta la regola della mano destra).

Il sistema è definito diversamente per tre categorie di aste, a seconda che siano originate da:

- aste verticali ad esempio pilastri e colonne;
- aste non verticali non di c.a., ad esempio travi di acciaio o legno;
- aste non verticali in c.a.: travi in c.a. di piano, falda o a quota generica.

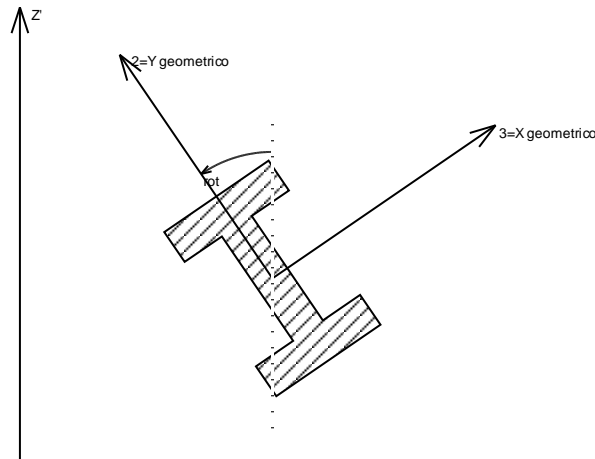
Nel seguito si indica con 1, 2 e 3 il sistema locale dell'asta che non sempre coincide con gli assi principali della sezione. Si ricorda che per assi principali si intendono gli assi rispetto a cui si ha il raggio di inerzia minimo e massimo. Gli assi 1, 2 e 3 rispettano la regola della mano destra.

#### Sistema locale aste verticali



Nella figura si considera l'asse 1 uscente dal foglio (l'osservatore guarda in direzione opposta a quella dell'asse 1).

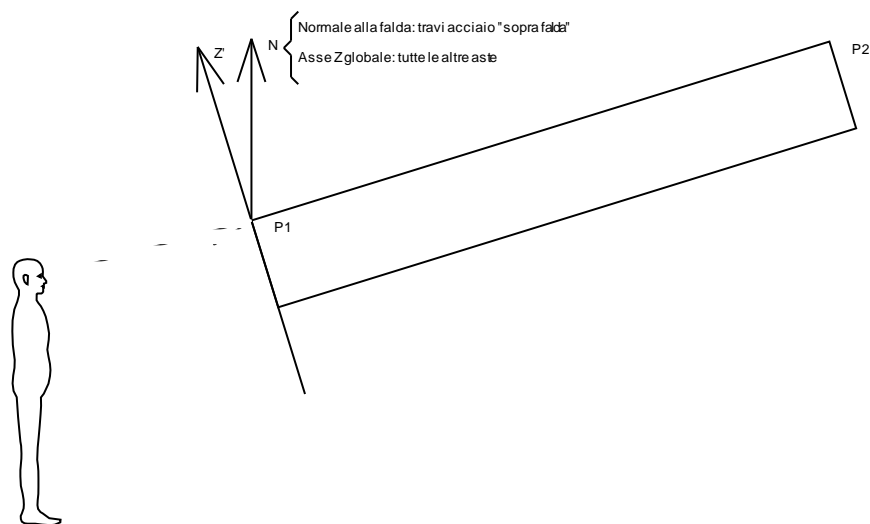
### Sistema locale aste non verticali



Nella figura si considera l'asse 1 entrante nel foglio (l'osservatore guarda in direzione coincidente a quella dell'asse 1).

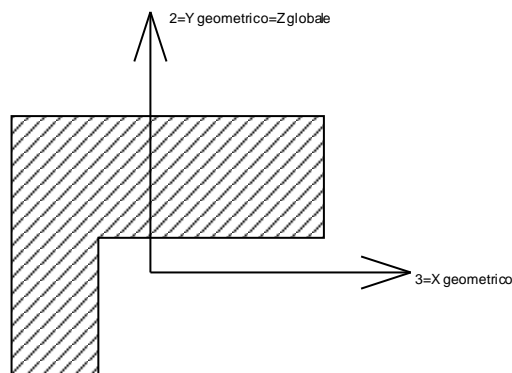
L'asse Z' è illustrato nella figura seguente dove:

- P1 è il punto di inserimento iniziale dell'asta
- P2 è il punto di inserimento finale dell'asta
- N è la normale al piano o falda di inserimento



Z' è quindi l'intersezione tra il piano passante per P1, P2 contenente N e il piano della sezione iniziale dell'asta.

### Sistema locale aste derivanti da travi in c.a.



Nella figura si considera l'asse 1 entrante nel foglio (l'osservatore guarda in direzione coincidente a quella dell'asse 1). L'asse 2 è sempre verticale e quindi coincidente con l'asse Z globale nonché con l'asse y geometrico. L'asse 3 coincide con l'asse x geometrico. Si sottolinea il fatto che gli assi 2 e 3 non corrispondono agli assi principali della sezione.

### 4.1.2 Sollecitazioni estreme aste

**Asta:** Elemento asta a cui si riferiscono le sollecitazioni.

**Ind.:** Indice dell'asta.

**Cont.:** Contesto a cui si riferisce la sollecitazione

**n.br.:** Nome breve della condizione o combinazione di carico.

**Pos.:** Numero della sezione all'interno dell'asta (tra 1 e 31, dove 1 corrisponde alla sezione al nodo iniziale, 16 è la sezione in mezzeria, 31 corrisponde alla sezione al nodo finale).

**Posizione:** Posizione a cui si riferisce la sollecitazione dell'asta.

**X:** Componente X della posizione a cui si riferisce la sollecitazione dell'asta. [m]

**Y:** Componente Y della posizione a cui si riferisce la sollecitazione dell'asta. [m]

**Z:** Componente Z della posizione a cui si riferisce la sollecitazione dell'asta. [m]

**Soll.traslazionale:** Componente traslazionale della sollecitazione dell'asta.

**F1:** Componente F1 della sollecitazione dell'asta. [kN]

**F2:** Componente F2 della sollecitazione dell'asta. [kN]

**F3:** Componente F3 della sollecitazione dell'asta. [kN]

**Soll.rotazionale:** Componente rotazionale della sollecitazione dell'asta.

**M1:** Componente M1 della sollecitazione dell'asta. [kN\*m]

**M2:** Componente M2 della sollecitazione dell'asta. [kN\*m]

**M3:** Componente M3 della sollecitazione dell'asta. [kN\*m]

### Sollecitazioni con sforzo normale (N) minimo

Vengono mostrate le sole 5 aste più sollecitate.

Asta	Cont.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
Ind.	n.br.		X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3

Asta	Cont.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
Ind.	n.br.		X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
2	LU 16	1	1.43	-1.73	-2.05	-232.92	-39.32	0	0	0	26.663
4	LU 16	1	1.43	-1.73	-1.75	-230.9	-39.32	0	0	0	38.4595
15	LU 16	1	1.43	-1.73	-1.08	-226.34	-39.32	0	0	0	65.0016
6	LU 6	1	1.43	-1.73	-0.4	-221.78	-34.02	0	0	0	92.2097
1	LU 17	1	-1.77	-1.73	-2.05	-208.36	-52.23	0	0	0	-81.2883

### Sollecitazioni con sforzo normale (N) massimo

Vengono mostrate le sole 5 aste più sollecitate.

Asta	Cont.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
Ind.	n.br.		X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
13	LU 6	31	1.43	-1.73	-2.05	51.51	-232.92	0	0	0	25.1697
12	LU 6	31	1.13	-1.73	-2.05	37.72	-145.92	0	0	0	-31.1359
10	Variabile interno	1	-1.77	-1.73	-2.05	11.61	0	0	0	0	-1.4222
11	Variabile interno	1	-1.47	-1.73	-2.05	10.48	-0.43	0	0	0	-1.3505
3	Spinta sovraccarico Sx	1	-1.77	-1.73	-1.75	6.96	-28.9	0	0	0	-7.0269

### Sollecitazioni con momento M2 minimo

Vengono mostrate le sole 5 aste più sollecitate.

Asta	Cont.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
Ind.	n.br.		X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
10	LU 16	1	-1.77	-1.73	-2.05	-105.66	197.93	0	0	0	106.4
8	LU 7	15	-0.25	-1.73	-0.1	-13.77	-3.89	0	0	0	89.9306
11	LU 16	1	-1.47	-1.73	-2.05	-86.6	161.23	0	0	0	52.5542
13	LU 17	31	1.43	-1.73	-2.05	19.49	-222.49	0	0	0	46.3182
7	LU 26	31	-1.47	-1.73	-0.1	-28.75	-44.98	0	0	0	13.6871

### Sollecitazioni con momento M2 massimo

Vengono mostrate le sole 5 aste più sollecitate.

Asta	Cont.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
Ind.	n.br.		X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
9	LU 16	31	1.43	-1.73	-0.1	-39.32	219.76	0	0	0	-103.3401
12	LU 6	13	0.35	-1.73	-2.05	5.46	-6.76	0	0	0	-83.5579
11	LU 7	31	-0.17	-1.73	-2.05	-3.02	18.04	0	0	0	-75.254
7	LU 17	1	-1.77	-1.73	-0.1	-19.49	-195.2	0	0	0	-61.7238
8	LU 16	31	1.13	-1.73	-0.1	-39.32	181.83	0	0	0	-43.101

### Sollecitazioni con momento M3 minimo

Vengono mostrate le sole 5 aste più sollecitate.

Asta	Cont.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
Ind.	n.br.		X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
1	LU 16	1	-1.77	-1.73	-2.05	-197.93	-105.66	0	0	0	-106.4
9	LU 16	31	1.43	-1.73	-0.1	-39.32	219.76	0	0	0	-103.3401
12	LU 6	12	0.31	-1.73	-2.05	3.75	-1.84	0	0	0	-83.7436
3	LU 6	1	-1.77	-1.73	-1.75	-195.9	-74	0	0	0	-79.7857
11	LU 7	31	-0.17	-1.73	-2.05	-3.02	18.04	0	0	0	-75.254

### Sollecitazioni con momento M3 massimo

Vengono mostrate le sole 5 aste più sollecitate.

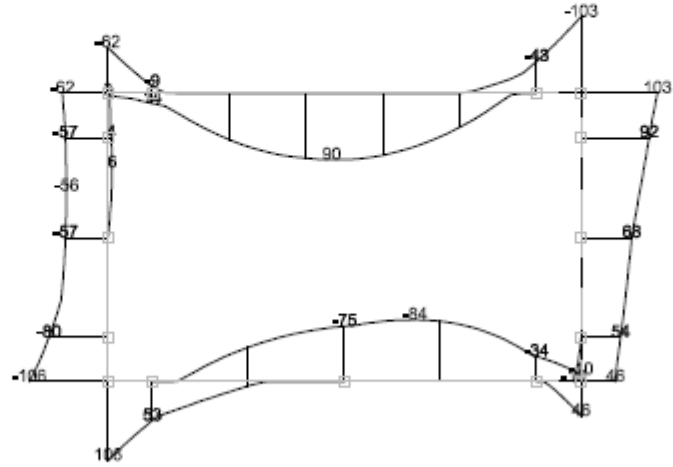
Asta	Cont.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
Ind.	n.br.		X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
10	LU 16	1	-1.77	-1.73	-2.05	-105.66	197.93	0	0	0	106.4
6	LU 16	31	1.43	-1.73	-0.1	-219.76	-39.32	0	0	0	103.3401
15	LU 6	31	1.43	-1.73	-0.4	-221.78	-34.02	0	0	0	92.2097
8	LU 7	15	-0.25	-1.73	-0.1	-13.77	-3.89	0	0	0	89.9306
4	LU 7	31	1.43	-1.73	-1.08	-215.91	-18.25	0	0	0	68.4385

## 5 Diagrammi involuppi

### 5.1 Involuppi SLU

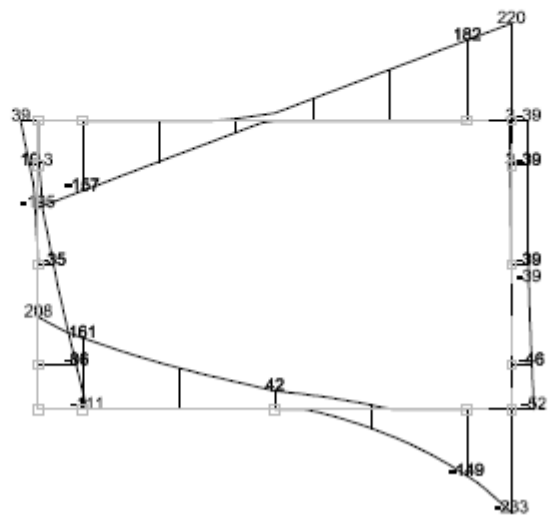
INVILUPPO MOMENTI

[kNm]



INVILUPPO TAGLIO

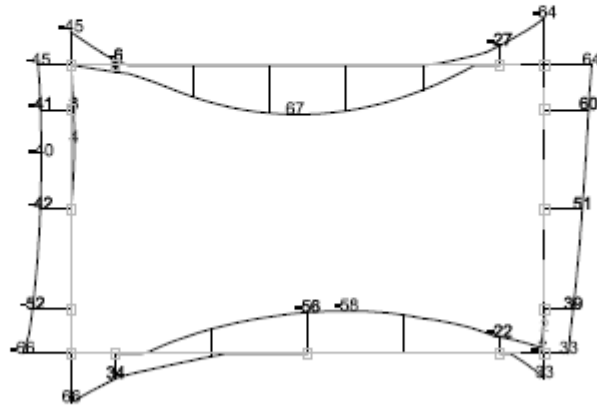
[kN]



## 5.2 Involupi SLE

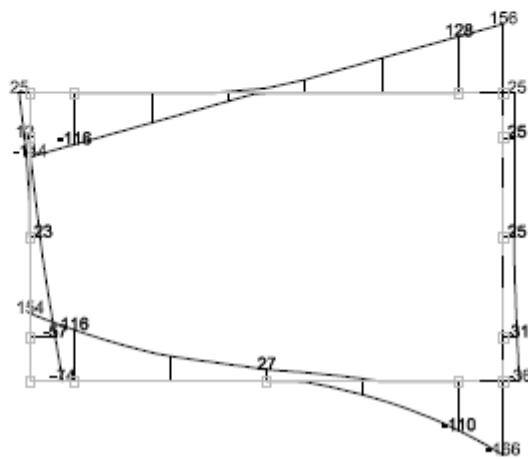
INVILUPPO MOMENTI

[kNm]



INVILUPPO TAGLIO

[kN]



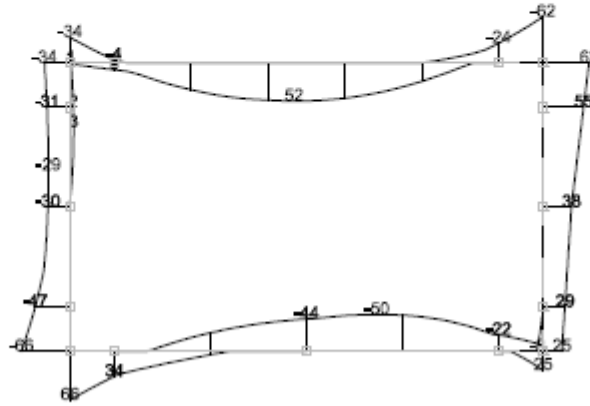


5.3 Involuppi SLE (frequente e quasi permanente)

INVILUPPO MOMENTI

COMB. FREQUENTE

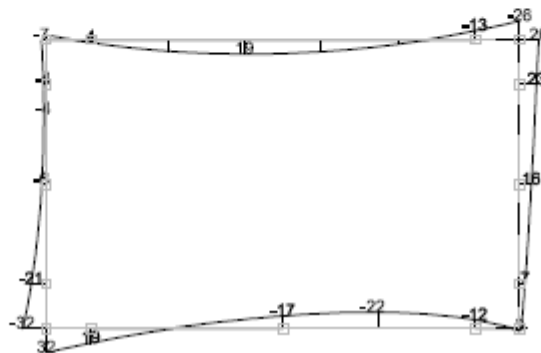
[kNm]



INVILUPPO MOMENTI

COMB. QUASI PERMANENTE

[kNm]



## 5.4 Involuppi N carichi permanenti

INVILUPPO ASSIALI

CARICHI PERMANENTI

[kN]



## 6. Verifiche

## Verifica della sezione della soletta sup. per flessione (Mmax)

### Calcestruzzo

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
$\gamma_c$	1,5		
fcd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
$\sigma_c$	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
$\varepsilon_{c1}$	2 ‰		
$\varepsilon_{cu}$	3,5 ‰		

### Acciaio B450C

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
$\gamma_s$	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
$\sigma_s$	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
$\varepsilon_{sd}$	1,90 ‰		
$\varepsilon_{su}$	10 ‰		

### Coefficienti di omogeneizzazione

m	14	S.L.E.
r	16,6	S.L.U.

### Sezione trave e azioni agenti

combinazione rara			
b	h	Mk	Msd
[cm]	[cm]	[kNm]	[kNm]
100	20	67,00	90,00

d'	3,0	cm
d	17,0	cm

### N° ferri area tesa

n°	$\Phi$	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	14	6,16
4	16	8,04
		15,61

### N° ferri area compressa

n°	$\Phi$	A' <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
0	0	0,00
0	0	0,00
		1,41

### Verifiche S.L.E.

$\rho_s$	0,00918		
$\rho'_s$	0,00083		
$\omega_t$	0,14023		
$\delta$	0,93163		
x	6,63	cm	
Ji	33482	cm <sup>4</sup>	
$\sigma_c =$	13,26	N/mm <sup>2</sup>	OK
$\sigma_s =$	290,61	N/mm <sup>2</sup>	OK

### Verifiche S.L.U.

$\omega_{sc}$	0,5186	limite verso le forti armature	
$\omega_s$	0,15283	OK	
$\omega'_s$	0,01384	OK	
x	2,36	cm	
z <sub>s</sub>	15,82	cm	
z' <sub>s</sub>	-1,82	cm	
$\varepsilon_s$	0,0166		
$\varepsilon'_s$	0,0001		
<b>Mrd=</b>	95,64	kNm	OK

### Verifiche S.L.E. fessurazione

combinazione frequente			
condizioni ambientali non aggressive			
armatura poco sensibile			
$\omega_k$ max	0,4	mm	
$\beta$	1,70		
K <sub>1</sub>	0,80		
K <sub>2</sub>	0,50		
$\Phi$	16,00	mm	
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>	
$\delta$	0,0208		
Stm	126,86	mm	
Mk	51,00	kNm	
$\sigma_s$	221,21	N/mm <sup>2</sup>	
$\varepsilon_{sm}$	0,0011		
$\omega_k =$	0,23	mm	OK

combinazione quasi permanente			
condizioni ambientali non aggressive			
armatura poco sensibile			
$\omega_k$ max	0,3	mm	
$\beta$	1,70		
K <sub>1</sub>	0,80		
K <sub>2</sub>	0,50		
$\Phi$	16,00	mm	
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>	
$\delta$	0,0208		
Stm	126,86	mm	
Mk	19,00	kNm	
$\sigma_s$	82,41	N/mm <sup>2</sup>	
$\varepsilon_{sm}$	0,0004		
$\omega_k =$	0,09	mm	OK

**Verifica della sezione alla fine del ringrosso d'angolo lato contro terra della soletta superiore per flessione**

**Calcestruzzo**

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
γc	1,5		
fcd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σc	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εc1	2 ‰		
εcu	3,5 ‰		

**Acciaio B450C**

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
γs	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σs	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εsd	1,90 ‰		
εsu	10 ‰		

**Coefficienti di omogeneizzazione**

m	14	S.L.E.
r	16,6	S.L.U.

**Sezione trave e azioni agenti**

combinazione rara			
b	h	Mk	Msd
[cm]	[cm]	[kNm]	[kNm]
100	20	6,00	9,00

d'	3,0	cm
d	17,0	cm

**N° ferri area tesa**

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
5	16	10,05
0	0	0,00
		11,47

**N° ferri area compressa**

n°	Φ	A' <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	16	8,04
0	0	0,00
		9,46

**Verifiche S.L.E.**

ρ <sub>s</sub>	0,00675		
ρ' <sub>s</sub>	0,00556		
ω <sub>t</sub>	0,17231		
δ	0,62780		
x	5,50	cm	
J <sub>i</sub>	27604	cm <sup>4</sup>	
σ <sub>c</sub> =	1,20	N/mm <sup>2</sup>	OK
σ <sub>s</sub> =	34,99	N/mm <sup>2</sup>	OK

**Verifiche S.L.U.**

ω <sub>sc</sub>	0,5186	limite verso le forti armature	
ω <sub>s</sub>	0,11224	OK	
ω' <sub>s</sub>	0,09256	OK	
x	0,33	cm	
Z <sub>s</sub>	16,83	cm	
Z' <sub>s</sub>	-2,83	cm	
ε <sub>s</sub>	0,1388		
ε' <sub>s</sub>	0,0216		
Mrd=	67,05	kNm	OK

**Verifiche S.L.E. fessurazione**

combinazione frequente			
condizioni ambientali non aggressive			
armatura poco sensibile			
ω <sub>k</sub> max	0,4	mm	
β	1,70		
K <sub>1</sub>	0,80		
K <sub>2</sub>	0,50		
Φ	16,00	mm	
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>	
δ	0,0153		
Stm	154,65	mm	
Mk	4,00	kNm	
σ <sub>s</sub>	23,32	N/mm <sup>2</sup>	
ε <sub>sm</sub>	0,0001		
ω <sub>k</sub> =	0,03	mm	OK

combinazione quasi permanente			
condizioni ambientali non aggressive			
armatura poco sensibile			
ω <sub>k</sub> max	0,3	mm	
β	1,70		
K <sub>1</sub>	0,80		
K <sub>2</sub>	0,50		
Φ	16,00	mm	
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>	
δ	0,0153		
Stm	154,65	mm	
Mk	1,00	kNm	
σ <sub>s</sub>	5,83	N/mm <sup>2</sup>	
ε <sub>sm</sub>	0,0000		
ω <sub>k</sub> =	0,01	mm	OK

**Verifica della sezione alla fine del ringrosso d'angolo lato interno della soletta superiore per flessione**

**Calcestruzzo**

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
γc	1,5		
fcd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σc	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εc1	2 ‰		
εcu	3,5 ‰		

**Acciaio B450C**

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
γs	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σs	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εsd	1,90 ‰		
εsu	10 ‰		

**Coefficienti di omogeneizzazione**

m	14	S.L.E.
r	16,6	S.L.U.

**Sezione trave e azioni agenti**

combinazione rara			
b	h	Mk	Msd
[cm]	[cm]	[kNm]	[kNm]
100	20	27,00	43,00

d'	3,0	cm
d	17,0	cm

**N° ferri area tesa**

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	12	4,52
5	16	10,05
		15,99

**N° ferri area compressa**

n°	Φ	A' <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	16	8,04
0	0	0,00
		9,46

**Verifiche S.L.E.**

ρ <sub>s</sub>	0,00941		
ρ' <sub>s</sub>	0,00556		
ω <sub>t</sub>	0,20956		
δ	0,69397		
x	6,27	cm	
J <sub>i</sub>	35407	cm <sup>4</sup>	
σ <sub>c</sub> =	4,78	N/mm <sup>2</sup>	OK
σ <sub>s</sub> =	114,51	N/mm <sup>2</sup>	OK

**Verifiche S.L.U.**

ω <sub>sc</sub>	0,5186	limite verso le forti armature	
ω <sub>s</sub>	0,15652	OK	
ω' <sub>s</sub>	0,09256	OK	
x	1,09	cm	
Z <sub>s</sub>	16,46	cm	
Z' <sub>s</sub>	-2,46	cm	
ε <sub>s</sub>	0,0403		
ε' <sub>s</sub>	0,0042		
Mrd=	95,88	kNm	OK

**Verifiche S.L.E. fessurazione**

combinazione frequente			
condizioni ambientali non aggressive			
armatura poco sensibile			
ω <sub>k</sub> max	0,4	mm	
β	1,70		
K <sub>1</sub>	0,80		
K <sub>2</sub>	0,50		
Φ	16,00	mm	
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>	
δ	0,0213		
Stm	125,04	mm	
Mk	24,00	kNm	
σ <sub>s</sub>	101,79	N/mm <sup>2</sup>	
ε <sub>sm</sub>	0,0005		
ω <sub>k</sub> =	0,11	mm	OK

combinazione quasi permanente			
condizioni ambientali non aggressive			
armatura poco sensibile			
ω <sub>k</sub> max	0,3	mm	
β	1,70		
K <sub>1</sub>	0,80		
K <sub>2</sub>	0,50		
Φ	16,00	mm	
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>	
δ	0,0213		
Stm	125,04	mm	
Mk	13,00	kNm	
σ <sub>s</sub>	55,14	N/mm <sup>2</sup>	
ε <sub>sm</sub>	0,0003		
ω <sub>k</sub> =	0,06	mm	OK

**Verifica della sezione alla fine del ringrosso d'angolo della soletta superiore per taglio**

**Calcestruzzo**

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
fctm	3,60	N/mm <sup>2</sup>	
fctk <sub>0,05</sub>	2,52	N/mm <sup>2</sup>	
fctd	1,68	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
γc	1,5		
fcd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
fc2	13,8	N/mm <sup>3</sup>	S.L.U.ridotta
τrd	0,42	N/mm <sup>2</sup>	
σc	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
σ'c	11,2	N/mm <sup>3</sup>	S.L.E.ridotta

**Acciaio B450C**

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
γs	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σs	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.

**Sezione trave e azioni agenti**

combinazione rara

b	h	Vk	Vsd
[cm]	[cm]	[kN]	[kN]
100	20	128,00	182,00

d'	3,0	cm
d	17,0	cm

**N° ferri area tesa**

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	12	4,52
5	16	10,05
		15,99

**N° ferri area compressa**

n°	Φ	A' <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	16	8,04
0	0	0,00
		9,46

**Verifica di resistenza trave non armata al taglio**

Vsd	182,00	kN		
k	2,08			
kmax	2,00	vmin	0,68	
ρ	0,009	vrd	0,85	OK
Nsd	0,00	kN	solo carichi permanenti	
σ	0,000	kN/cm <sup>2</sup>		
Vrd	144,26	kN	>Vsd	KO
elemento fessurato dal momento flettente				

**Dimensionamento delle armature trasversali**

Vsd	182,00	kN			
Nsd	0,00	kN	solo carichi permanenti		
molle φ	10				
n°braccia	5				
Area staffe	3,93	cm <sup>2</sup>			
passo staffe	12	cm			
α	90	ctg(α)	0	sin(α)	1
θ	45	ctg(θ)	1	sin(θ)	0,71
Vrsd	195,92	kN	verifica a taglio trazione Vrsd>Vsd		
f'cd	13,8	N/mm <sup>2</sup>			
σcp	0,00	N/mm <sup>2</sup>	0,25fcd	6,9	N/mm <sup>2</sup>
αc	1,00				
Vrcd	1058,25	kN	verifica a taglio compressione Vrcd>Vsd		
Vrd	195,92	kN	verifica a taglio Vrd>Vsd		
					OK

## Verifica della sezione della soletta inf. per flessione (Mmax)

### Calcestruzzo

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
γc	1,5		
fcd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σc	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εc1	2	‰	
εcu	3,5	‰	

### Acciaio B450C

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
γs	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σs	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εsd	1,90	‰	
εsu	10	‰	

### Coefficienti di omogeneizzazione

m	14	S.L.E.
r	16,6	S.L.U.

### Sezione trave e azioni agenti

combinazione rara			
b	h	Mk	Msd
[cm]	[cm]	[kNm]	[kNm]
100	20	58,00	84,00

d'	3,0	cm
d	17,0	cm

### N° ferri area tesa

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	14	6,16
4	16	8,04
		15,61

### N° ferri area compressa

n°	Φ	A' <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
0	0	0,00
0	0	0,00
		1,41

### Verifiche S.L.E.

ρ <sub>s</sub>	0,00918		
ρ' <sub>s</sub>	0,00083		
ω <sub>t</sub>	0,14023		
δ	0,93163		
x	6,63	cm	
J <sub>i</sub>	33482	cm <sup>4</sup>	
σ <sub>c</sub> =	11,48	N/mm <sup>2</sup>	OK
σ <sub>s</sub> =	251,57	N/mm <sup>2</sup>	OK

### Verifiche S.L.U.

ω <sub>sc</sub>	0,5186	limite verso le forti armature	
ω <sub>s</sub>	0,15283	OK	
ω' <sub>s</sub>	0,01384	OK	
x	2,36	cm	
Z <sub>s</sub>	15,82	cm	
Z' <sub>s</sub>	-1,82	cm	
ε <sub>s</sub>	0,0166		
ε' <sub>s</sub>	0,0001		
Mrd=	95,64	kNm	OK

### Verifiche S.L.E. fessurazione

combinazione frequente			
condizioni ambientali non aggressive			
armatura poco sensibile			
ω <sub>k</sub> max	0,4	mm	
β	1,70		
K <sub>1</sub>	0,80		
K <sub>2</sub>	0,50		
Φ	16,00	mm	
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>	
δ	0,0208		
Stm	126,86	mm	
Mk	50,00	kNm	
σ <sub>s</sub>	216,87	N/mm <sup>2</sup>	
ε <sub>sm</sub>	0,0011		
ω <sub>k</sub> =	0,23	mm	OK

combinazione quasi permanente			
condizioni ambientali non aggressive			
armatura poco sensibile			
ω <sub>k</sub> max	0,3	mm	
β	1,70		
K <sub>1</sub>	0,80		
K <sub>2</sub>	0,50		
Φ	16,00	mm	
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>	
δ	0,0208		
Stm	126,86	mm	
Mk	22,00	kNm	
σ <sub>s</sub>	95,42	N/mm <sup>2</sup>	
ε <sub>sm</sub>	0,0005		
ω <sub>k</sub> =	0,10	mm	OK

**Verifica della sezione alla fine del ringrosso d'angolo lato contro terra della soletta inferiore per flessione**

**Calcestruzzo**

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
γc	1,5		
fcd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σc	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εc1	2 ‰		
εcu	3,5 ‰		

**Acciaio B450C**

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
γs	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σs	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εsd	1,90 ‰		
εsu	10 ‰		

**Coefficienti di omogeneizzazione**

m	14	S.L.E.
r	16,6	S.L.U.

**Sezione trave e azioni agenti**

combinazione rara			
b	h	Mk	Msd
[cm]	[cm]	[kNm]	[kNm]
100	20	34,00	53,00

d'	3,0	cm
d	17,0	cm

**N° ferri area tesa**

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	10	3,14
5	16	10,05
		14,61

**N° ferri area compressa**

n°	Φ	A' <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	16	8,04
0	0	0,00
		9,46

**Verifiche S.L.E.**

ρ <sub>s</sub>	0,00859		
ρ' <sub>s</sub>	0,00556		
ω <sub>t</sub>	0,19818		
δ	0,67639		
x	6,06	cm	
J <sub>i</sub>	33135	cm <sup>4</sup>	
σ <sub>c</sub> =	6,21	N/mm <sup>2</sup>	OK
σ <sub>s</sub> =	157,22	N/mm <sup>2</sup>	OK

**Verifiche S.L.U.**

ω <sub>sc</sub>	0,5186	limite verso le forti armature	
ω <sub>s</sub>	0,14299	OK	
ω' <sub>s</sub>	0,09256	OK	
x	0,86	cm	
Z <sub>s</sub>	16,57	cm	
Z' <sub>s</sub>	-2,57	cm	
ε <sub>s</sub>	0,0520		
ε' <sub>s</sub>	0,0063		
Mrd=	87,21	kNm	OK

**Verifiche S.L.E. fessurazione**

combinazione frequente			
condizioni ambientali non aggressive			
armatura poco sensibile			
ω <sub>k</sub> max	0,4	mm	
β	1,70		
K <sub>1</sub>	0,80		
K <sub>2</sub>	0,50		
Φ	16,00	mm	
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>	
δ	0,0195		
Stm	132,14	mm	
Mk	34,00	kNm	
σ <sub>s</sub>	157,22	N/mm <sup>2</sup>	
ε <sub>sm</sub>	0,0008		
ω <sub>k</sub> =	0,17	mm	OK

combinazione quasi permanente			
condizioni ambientali non aggressive			
armatura poco sensibile			
ω <sub>k</sub> max	0,3	mm	
β	1,70		
K <sub>1</sub>	0,80		
K <sub>2</sub>	0,50		
Φ	16,00	mm	
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>	
δ	0,0195		
Stm	132,14	mm	
Mk	19,00	kNm	
σ <sub>s</sub>	87,86	N/mm <sup>2</sup>	
ε <sub>sm</sub>	0,0004		
ω <sub>k</sub> =	0,10	mm	OK



**Verifica della sezione alla fine del ringrosso d'angolo della soletta inferiore per taglio**

**Calcestruzzo**

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
fctm	3,60	N/mm <sup>2</sup>	
fctk <sub>0,05</sub>	2,52	N/mm <sup>2</sup>	
fctd	1,68	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
γc	1,5		
fcd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
fc2	13,8	N/mm <sup>3</sup>	S.L.U.ridotta
τrd	0,42	N/mm <sup>2</sup>	
σc	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
σ'c	11,2	N/mm <sup>3</sup>	S.L.E.ridotta

**Acciaio B450C**

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
γs	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σs	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.

**Sezione trave e azioni agenti**

combinazione rara

b	h	Vk	Vsd
[cm]	[cm]	[kN]	[kN]
100	20	116,00	161,00

d'	3,0	cm
d	17,0	cm

**N° ferri area tesa**

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	10	3,14
5	16	10,05
		14,61

**N° ferri area compressa**

n°	Φ	A' <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	16	8,04
0	0	0,00
		9,46

**Verifica di resistenza trave non armata al taglio**

Vsd	161,00	kN		
k	2,08			
kmax	2,00	vmin	0,68	
ρ	0,009	vrd	0,82	OK
Nsd	0,00	kN		solo carichi permanenti
σ	0,000	kN/cm <sup>2</sup>		
Vrd	139,98	kN	>Vsd	KO
elemento fessurato dal momento flettente				

**Dimensionamento delle armature trasversali**

Vsd	161,00	kN			
Nsd	0,00	kN			solo carichi permanenti
molle φ	10				
n°braccia	5				
Area staffe	3,93	cm <sup>2</sup>			
passo staffe	12	cm			
α	90	ctg(α)	0	sin(α)	1
θ	45	ctg(θ)	1	sin(θ)	0,71
Vrds	195,92	kN	verifica a taglio trazione Vrds>Vsd		
f'cd	13,8	N/mm <sup>2</sup>			
σcp	0,00	N/mm <sup>2</sup>	0,25fcd	6,9	N/mm <sup>2</sup>
αc	1,00				
Vrcd	1058,25	kN	verifica a taglio compressione Vrcd>Vsd		
Vrd	195,92	kN	verifica a taglio Vrd>Vsd		
					OK

**Verifica della sezione in mezzeria  
del piedritto per presso-flessione (fibra esterna)**

**Calcestruzzo**

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
γc	1,5		
fcd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σc	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εc1	2	‰	
εcu	3,5	‰	

**Acciaio B450C**

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
γs	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σs	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εsd	1,90	‰	
εsu	63	‰	

**Coefficienti di omogeneizzazione**

m	14	S.L.E.
r	16,6	S.L.U.

**Sezione trave e azioni agenti**

b	h	Mk	Msd
[cm]	[cm]	[kNm]	[kNm]
100	20	51,00	68,00
		Nk	Nsd
		[kN]	[kN]
carichi permanenti		47,00	63,45

d'	3,0	cm
d	17,0	cm
Ai	2208,48	cm <sup>2</sup>
Ji	76882	cm <sup>4</sup>
i <sup>2</sup>	34,81	cm <sup>2</sup>
u	3,5	cm
e	108,51	cm sez.parz.

**N° ferri area tesa**

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
5	16	10,05
0	0	0,00
		11,47

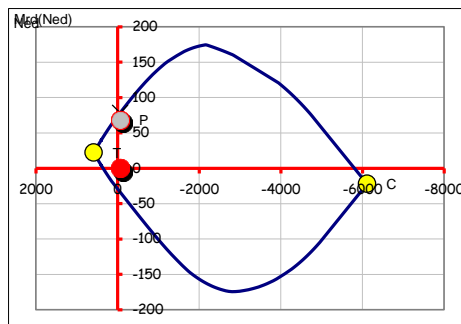
**N° ferri area compressa**

n°	Φ	A' <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	8	2,01
0	0	0,00
		3,42

**Verifiche S.L.E.(sezione parzializzata)**

d <sub>o</sub>	98,51	cm
d <sub>s</sub>	115,51	cm
d' <sub>s</sub>	101,51	cm
δm/b	0,84	cm <sup>-1</sup>
equaz.	-1,3E-05	
x	6,10	cm
Si	259,05	cm <sup>2</sup>
σ <sub>c</sub> =	11,07	N/mm <sup>2</sup> OK
σ <sub>s</sub> =	276,87	N/mm <sup>2</sup> OK

**Verifiche S.L.U.**



**Verifiche S.L.E.(sezione interamente reagente)**

σ <sub>c</sub> =	6,34	N/mm <sup>2</sup>	OK
σ <sub>s</sub> =	88,82	N/mm <sup>2</sup>	OK

Mrd=	78,25	kN	OK
------	-------	----	----

**Verifiche S.L.E. fessurazione**

combinazione frequente			
condizioni ambientali non aggressive			
armatura poco sensibile			
ωk max	0,4	mm	
β	1,70		
K <sub>1</sub>	0,80		
K <sub>2</sub>	0,50		
Φ	16,00	mm	
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>	
δ	0,0153		
Stm	154,65	mm	
Mk	38,00	KNm	
Nk	47,00	KN	
σ <sub>s</sub>	201,32	N/mm <sup>2</sup>	
ε sm	0,0010		
ω <sub>k</sub> =	0,26	mm	OK

combinazione quasi permanente			
condizioni ambientali non aggressive			
armatura poco sensibile			
ωk max	0,3	mm	
β	1,70		
K <sub>1</sub>	0,80		
K <sub>2</sub>	0,50		
Φ	16,00	mm	
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>	
δ	0,0153		
Stm	154,65	mm	
Mk	16,00	KNm	
Nk	47,00	KN	
σ <sub>s</sub>	123,74	N/mm <sup>2</sup>	
ε sm	0,0006		
ω <sub>k</sub> =	0,16	mm	OK

**Verifica della sezione alla fine del ringrosso d'angolo sup. lato contro terra del piedritto per presso-flessione (fibra esterna)**

**Calcestruzzo**

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
γc	1,5		
fd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σc	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εc1	2	‰	
εcu	3,5	‰	

**Acciaio B450C**

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
γs	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σs	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εsd	1,90	‰	
εsu	63	‰	

**Coefficienti di omogeneizzazione**

m	14	S.L.E.
r	16,6	S.L.U.

**Sezione trave e azioni agenti**

b	h	Mk	Msd
[cm]	[cm]	[kNm]	[kNm]
100	20	41,00	57,00
		Nk	Nsd
		[kN]	[kN]
carichi permanenti		44,00	59,40

d'	3,0	cm
d	17,0	cm
Ai	2208,48	cm <sup>2</sup>
Ji	76882	cm <sup>4</sup>
i <sup>2</sup>	34,81	cm <sup>2</sup>
u	3,5	cm
e	93,18	cm sez.parz.

**N° ferri area tesa**

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
5	16	10,05
0	0	0,00
		11,47

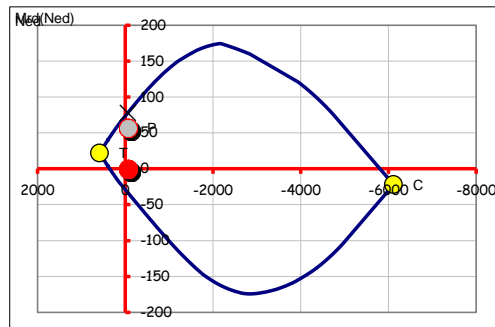
**N° ferri area compressa**

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	8	2,01
0	0	0,00
		3,42

**Verifiche S.L.E.(sezione parzializzata)**

d <sub>o</sub>	83,18	cm
d <sub>s</sub>	100,18	cm
d' <sub>s</sub>	86,18	cm
6m/b	0,84	cm <sup>-1</sup>
equaz.	0,000178	
x	6,15	cm
Si	303,69	cm <sup>3</sup>
σ <sub>c</sub> =	8,92	N/mm <sup>2</sup> OK
σ <sub>s</sub> =	220,00	N/mm <sup>2</sup> OK

**Verifiche S.L.U.**



**Verifiche S.L.E.(sezione interamente reagente)**

σ <sub>c</sub> =	5,91	N/mm <sup>2</sup> OK
σ <sub>s</sub> =	82,72	N/mm <sup>2</sup> OK

Mrd=	81,94	kN	OK
------	-------	----	----

**Verifiche S.L.E. fessurazione**

combinazione frequente		
condizioni ambientali non aggressive		
armatura poco sensibile		
ωk max	0,4	mm
β	1,70	
K <sub>1</sub>	0,80	
K <sub>2</sub>	0,50	
Φ	16,00	mm
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>
δ	0,0153	
Stm	154,65	mm
Mk	31,00	KNm
Nk	44,00	KN
σ <sub>s</sub>	161,90	N/mm <sup>2</sup>
ε sm	0,0008	
ω <sub>k</sub> =	0,21	mm OK

combinazione quasi permanente		
condizioni ambientali non aggressive		
armatura poco sensibile		
ωk max	0,3	mm
β	1,70	
K <sub>1</sub>	0,80	
K <sub>2</sub>	0,50	
Φ	16,00	mm
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>
δ	0,0153	
Stm	154,65	mm
Mk	4,00	KNm
Nk	44,00	KN
σ <sub>s</sub>	7,52	N/mm <sup>2</sup>
ε sm	0,0000	
ω <sub>k</sub> =	0,01	mm OK

**Verifica della sezione alla fine del ringrosso d'angolo sup. lato contro interno del piedritto per presso-flessione (fibra esterna)**

**Calcestruzzo**

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
γc	1,5		
fd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σc	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εc1	2	‰	
εcu	3,5	‰	

**Acciaio B450C**

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
γs	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σs	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εsd	1,90	‰	
εsu	63	‰	

**Coefficienti di omogeneizzazione**

m	14	S.L.E.
r	16,6	S.L.U.

**Sezione trave e azioni agenti**

b	h	Mk	Msd
[cm]	[cm]	[kNm]	[kNm]
100	20	60,00	92,00
		Nk	Nsd
		[kN]	[kN]
carichi permanenti		44,00	59,40

d'	3,0	cm
d	17,0	cm
Ai	2271,81	cm <sup>2</sup>
Ji	79985	cm <sup>4</sup>
i <sup>2</sup>	35,21	cm <sup>2</sup>
u	3,5	cm
e	136,36	cm sez.parz.

**N° ferri area tesa**

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	12	4,52
5	16	10,05
		15,99

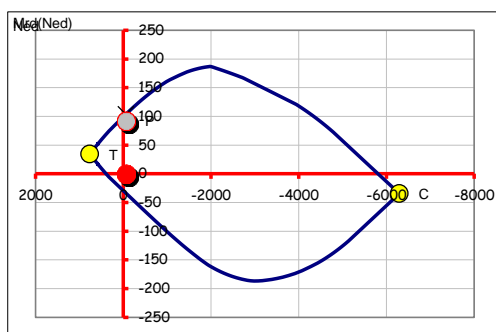
**N° ferri area compressa**

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	8	2,01
0	0	0,00
		3,42

**Verifiche S.L.E.(sezione parzializzata)**

d <sub>o</sub>	126,36	cm
d <sub>s</sub>	143,36	cm
d' <sub>s</sub>	129,36	cm
6m/b	0,84	cm <sup>-1</sup>
equaz.	-0,00015	
x	6,85	cm
Si	258,89	cm <sup>3</sup>
σ <sub>c</sub> =	11,64	N/mm <sup>2</sup> OK
σ <sub>s</sub> =	241,49	N/mm <sup>2</sup> OK

**Verifiche S.L.U.**



**Verifiche S.L.E.(sezione interamente reagente)**

σ <sub>c</sub> =	5,77	N/mm <sup>2</sup> OK
σ <sub>s</sub> =	80,71	N/mm <sup>2</sup> OK

Mrd=	107,57	kN OK
------	--------	-------

**Verifiche S.L.E. fessurazione**

combinazione frequente		
condizioni ambientali non aggressive		
armatura poco sensibile		
ωk max	0,4	mm
β	1,70	
K <sub>1</sub>	0,80	
K <sub>2</sub>	0,50	
Φ	16,00	mm
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>
δ	0,0213	
Stm	125,04	mm
Mk	55,00	KNm
Nk	44,00	KN
σ <sub>s</sub>	220,30	N/mm <sup>2</sup>
ε sm	0,0011	
ω <sub>k</sub> =	0,23	mm OK

combinazione quasi permanente		
condizioni ambientali non aggressive		
armatura poco sensibile		
ωk max	0,3	mm
β	1,70	
K <sub>1</sub>	0,80	
K <sub>2</sub>	0,50	
Φ	16,00	mm
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>
δ	0,0213	
Stm	125,04	mm
Mk	23,00	KNm
Nk	44,00	KN
σ <sub>s</sub>	84,77	N/mm <sup>2</sup>
ε sm	0,0004	
ω <sub>k</sub> =	0,09	mm OK

**Verifica della sezione alla fine del ringrosso d'angolo sup.  
del piedritto per taglio**

**Calcestruzzo**

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
fctm	3,60	N/mm <sup>2</sup>	
fctk <sub>0,05</sub>	2,52	N/mm <sup>2</sup>	
fctd	1,68	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
γc	1,5		
fcd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
fc2	13,8	N/mm <sup>3</sup>	S.L.U.ridotta
τrd	0,42	N/mm <sup>2</sup>	
σc	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
σ'c	11,2	N/mm <sup>3</sup>	S.L.E.ridotta

**Acciaio B450C**

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
γs	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σs	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.

**Sezione trave e azioni agenti**

combinazione rara

b	h	Vk	Vsd
[cm]	[cm]	[kN]	[kN]
100	20	25,00	39,00

d'	3,0	cm
d	17,0	cm

**N° ferri area tesa**

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	12	4,52
5	16	10,05
		15,99

**N° ferri area compressa**

n°	Φ	A' <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	8	2,01
0	0	0,00
		3,42

**Verifica di resistenza trave non armata al taglio**

Vsd	39,00	kN	
k	2,08		
kmax	2,00	vmin	0,68
ρ	0,009	vrd	0,85
Nsd	59,40	kN	solo carichi permanenti
σ	0,030	kN/cm <sup>2</sup>	
Vrd	145,98	kN	>Vsd
elemento fessurato dal momento flettente			

OK

OK

**Verifica della sezione alla fine del ringrosso d'angolo inf. lato contro terra del piedritto per presso-flessione (fibra esterna)**

**Calcestruzzo**

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
γc	1,5		
fdcd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σc	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εc1	2	‰	
εcu	3,5	‰	

**Acciaio B450C**

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
γs	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σs	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εsd	1,90	‰	
εsu	63	‰	

**Coefficienti di omogeneizzazione**

m	14	S.L.E.
r	16,6	S.L.U.

**Sezione trave e azioni agenti**

b	h	Mk	Msd
[cm]	[cm]	[kNm]	[kNm]
100	20	52,00	80,00
		Nk	Nsd
		[kN]	[kN]
carichi permanenti		51,00	68,85

d'	3,0	cm
d	17,0	cm
Ai	2252,46	cm <sup>2</sup>
Ji	79037	cm <sup>4</sup>
i <sup>2</sup>	35,09	cm <sup>2</sup>
u	3,5	cm
e	101,96	cm sez.parz.

**N° ferri area tesa**

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	10	3,14
5	16	10,05
		14,61

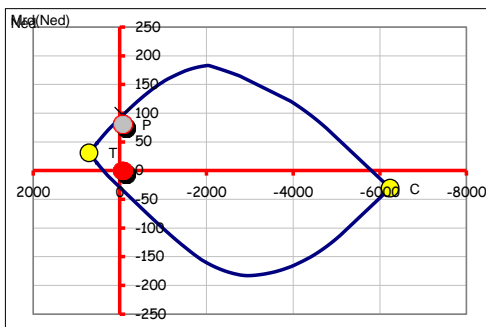
**N° ferri area compressa**

n°	Φ	A' <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	8	2,01
0	0	0,00
		3,42

**Verifiche S.L.E.(sezione parzializzata)**

d <sub>o</sub>	91,96	cm
d <sub>s</sub>	108,96	cm
d' <sub>s</sub>	94,96	cm
6m/b	0,84	cm <sup>-1</sup>
equaz.	1E-05	
x	6,71	cm
Si	328,23	cm <sup>3</sup>
σ <sub>c</sub> =	10,43	N/mm <sup>2</sup> OK
σ <sub>s</sub> =	223,75	N/mm <sup>2</sup> OK

**Verifiche S.L.U.**



**Verifiche S.L.E.(sezione interamente reagente)**

σ <sub>c</sub> =	6,68	N/mm <sup>2</sup> OK
σ <sub>s</sub> =	93,57	N/mm <sup>2</sup> OK

Mrd =	100,50	kN OK
-------	--------	-------

**Verifiche S.L.E. fessurazione**

combinazione frequente		
condizioni ambientali non aggressive		
armatura poco sensibile		
ωk max	0,4	mm
β	1,70	
K <sub>1</sub>	0,80	
K <sub>2</sub>	0,50	
Φ	16,00	mm
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>
δ	0,0195	
Stm	132,14	mm
Mk	47,00	KNm
Nk	51,00	KN
σ <sub>s</sub>	200,67	N/mm <sup>2</sup>
ε sm	0,0010	
ω <sub>k</sub> =	0,22	mm OK

combinazione quasi permanente		
condizioni ambientali non aggressive		
armatura poco sensibile		
ωk max	0,3	mm
β	1,70	
K <sub>1</sub>	0,80	
K <sub>2</sub>	0,50	
Φ	16,00	mm
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>
δ	0,0195	
Stm	132,14	mm
Mk	21,00	KNm
Nk	51,00	KN
σ <sub>s</sub>	80,81	N/mm <sup>2</sup>
ε sm	0,0004	
ω <sub>k</sub> =	0,09	mm OK

**Verifica della sezione alla fine del ringrosso d'angolo inf. lato interno del piedritto per presso-flessione (fibra esterna)**

**Calcestruzzo**

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
γc	1,5		
fcd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σc	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εc1	2	‰	
εcu	3,5	‰	

**Acciaio B450C**

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
γs	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σs	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
εsd	1,90	‰	
εsu	63	‰	

**Coefficienti di omogeneizzazione**

m	14	S.L.E.
r	16,6	S.L.U.

**Sezione trave e azioni agenti**

b	h	Mk	Msd
[cm]	[cm]	[kNm]	[kNm]
100	20	39,00	54,00
		Nk	Nsd
		[kN]	[kN]
carichi permanenti		51,00	68,85

d'	3,0	cm
d	17,0	cm
Ai	2208,48	cm <sup>2</sup>
Ji	76882	cm <sup>4</sup>
i <sup>2</sup>	34,81	cm <sup>2</sup>
u	3,5	cm
e	76,47	cm sez.parz.

**N° ferri area tesa**

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
5	16	10,05
0	0	0,00
		11,47

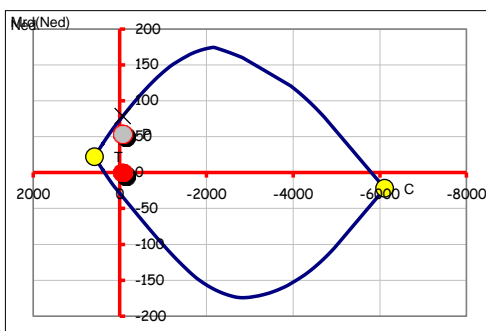
**N° ferri area compressa**

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	8	2,01
0	0	0,00
		3,42

**Verifiche S.L.E.(sezione parzializzata)**

d <sub>o</sub>	66,47	cm
d <sub>s</sub>	83,47	cm
d' <sub>s</sub>	69,47	cm
6m/b	0,84	cm <sup>-1</sup>
equaz.	0,000376	
x	6,24	cm
Si	373,92	cm <sup>3</sup>
σ <sub>c</sub> =	8,51	N/mm <sup>2</sup> OK
σ <sub>s</sub> =	205,48	N/mm <sup>2</sup> OK

**Verifiche S.L.U.**



Mrd=	82,66	kN	OK
------	-------	----	----

**Verifiche S.L.E.(sezione interamente reagente)**

σ <sub>c</sub> =	6,81	N/mm <sup>2</sup> OK
σ <sub>s</sub> =	95,34	N/mm <sup>2</sup> OK

**Verifiche S.L.E. fessurazione**

combinazione frequente		
condizioni ambientali non aggressive		
armatura poco sensibile		
ωk max	0,4	mm
β	1,70	
K <sub>1</sub>	0,80	
K <sub>2</sub>	0,50	
Φ	16,00	mm
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>
δ	0,0153	
Stm	154,65	mm
Mk	29,00	KNm
Nk	51,00	KN
σ <sub>s</sub>	147,42	N/mm <sup>2</sup>
ε sm	0,0007	
ω <sub>k</sub> =	0,19	mm OK

combinazione quasi permanente		
condizioni ambientali non aggressive		
armatura poco sensibile		
ωk max	0,3	mm
β	1,70	
K <sub>1</sub>	0,80	
K <sub>2</sub>	0,50	
Φ	16,00	mm
A <sub>ceff.</sub>	750,00	cm <sup>2</sup>
δ	0,0153	
Stm	154,65	mm
Mk	7,00	KNm
Nk	51,00	KN
σ <sub>s</sub>	21,03	N/mm <sup>2</sup>
ε sm	0,0001	
ω <sub>k</sub> =	0,03	mm OK

**Verifica della sezione alla fine del ringrosso d'angolo inf.  
del piedritto per taglio**

**Calcestruzzo**

Rck	50	N/mm <sup>2</sup>	
fck	41,5	N/mm <sup>2</sup>	
fctm	3,60	N/mm <sup>2</sup>	
fctk <sub>0,05</sub>	2,52	N/mm <sup>2</sup>	
fctd	1,68	N/mm <sup>2</sup>	
Ec	34881	N/mm <sup>2</sup>	
γc	1,5		
fcd	27,7	N/mm <sup>2</sup>	
fc1	23,5	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
fc2	13,8	N/mm <sup>3</sup>	S.L.U.ridotta
τrd	0,42	N/mm <sup>2</sup>	
σc	18,7	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.
σ'c	11,2	N/mm <sup>3</sup>	S.L.E.ridotta

**Acciaio B450C**

ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Es	206000	N/mm <sup>2</sup>	
γs	1,15		
fsd	391	N/mm <sup>2</sup>	S.L.U.
σs	300	N/mm <sup>2</sup>	S.L.E.

**Sezione trave e azioni agenti**

combinazione rara

b	h	Vk	Vsd
[cm]	[cm]	[kN]	[kN]
100	20	57,00	86,00

d'	3,0	cm
d	17,0	cm

**N° ferri area tesa**

n°	Φ	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	10	3,14
5	16	10,05
		14,61

**N° ferri area compressa**

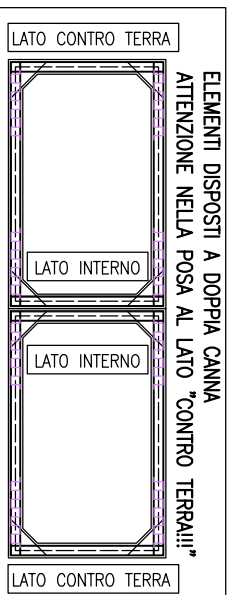
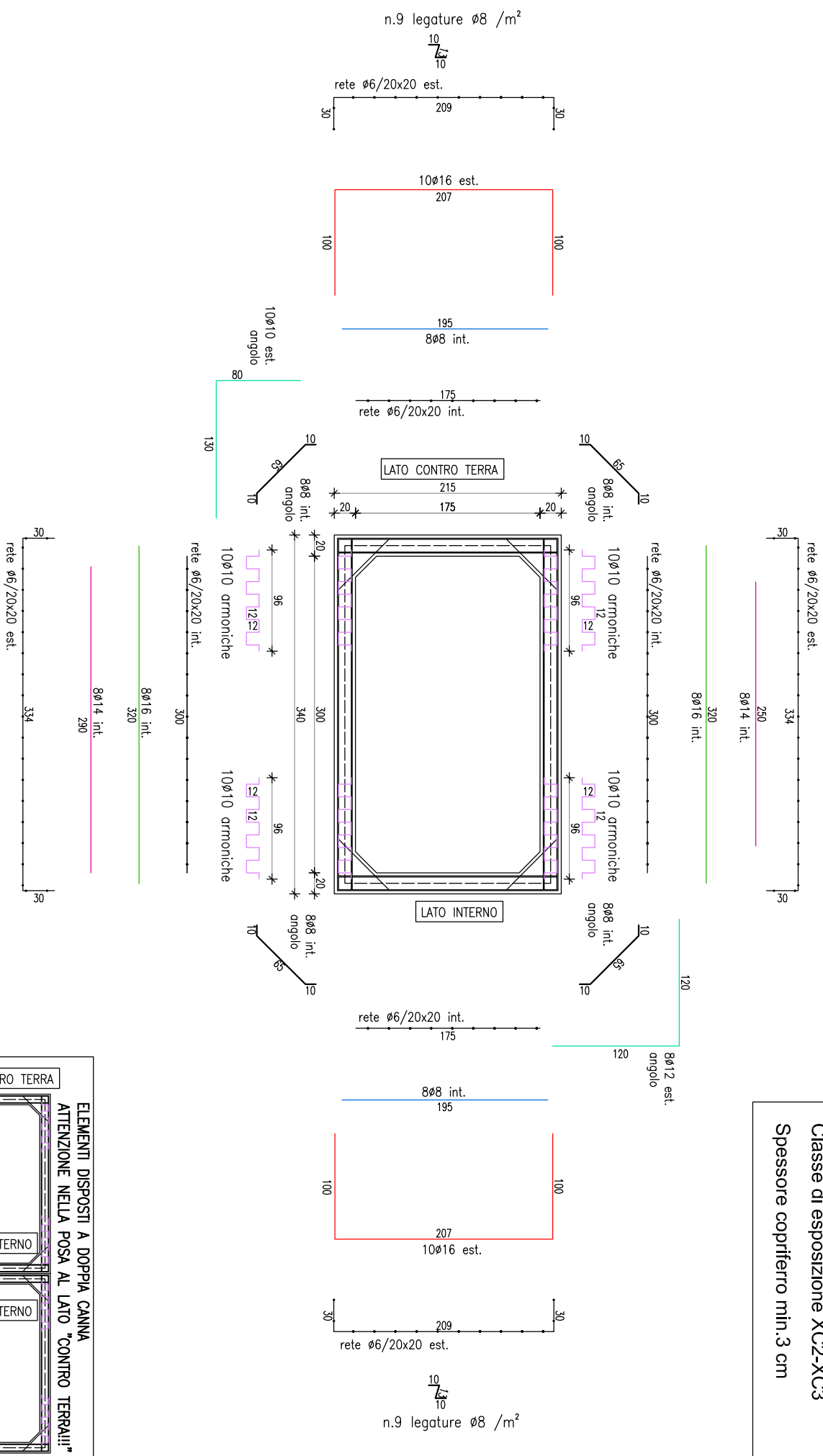
n°	Φ	A' <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]
5	6	1,41
4	8	2,01
0	0	0,00
		3,42

**Verifica di resistenza trave non armata al taglio**

Vsd	86,00	kN		
k	2,08			
kmax	2,00	vmin	0,68	
ρ	0,009	vrd	0,82	OK
Nsd	68,85	kN	solo carichi permanenti	
σ	0,034	kN/cm <sup>2</sup>		
Vrd	143,07	kN	>Vsd	OK



Calcestruzzo C40/50  $R_{ck}$  500 (dan/cm<sup>2</sup>)  
 Acciaio B450C  $f_{yk}$  4500 (dan/cm<sup>2</sup>)  
 Classe di esposizione XC2-XC3  
 Spessore copriferro min. 3 cm



n.9 legature  $\phi 8$  /m<sup>2</sup>

n.9 legature  $\phi 8$  /m<sup>2</sup>