COMUNE DI SAN MARTINO IN STRADA

COMUNE DI SAN MARTINO IN STRADA

COMUNE DI SAN MARTINO IN STRADA

Regione	Comune	Provincia
LOMBARDIA	SAN MARTINO IN STRADA	LODI

REALIZZAZIONE DI PISTA CICLABILE E PEDONALE CON SOTTOPASSO FERROVIARIO

PROGETTO ESECUTIVO

Progettista:

ACQUISTAPACE ING. RICCARDO
via Amendola, 21 – 26900 LODI
tel. 0371.30287 / 338/9332036
ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI LODI–N°523
e–mail: riccardoacq@tiscali.it

Oggetto:

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE MONOLITE E PLATEA DI VARO

File: cartigli.vwf

Scala:

N.	Data	Aggiornamenti
1	3–4–15	Verifiche Fondazioni
1	25–10–15	Integrazione Verifiche

Data: LUGLIO 2018

N. RS–01

1 Premessa

La presente relazione di calcolo riguarda la struttura in conglomerato cementizio armato di un sottovia ciclabile, realizzato a lato delle linee ferroviarie e posto in opera sotto i binari mediante operazioni di spinta.
Il sottovia in oggetto è costituito da uno scatolare ad una canna, aventi dimensioni nette interne di 3,0 x 2,85 m e lunghezza complessiva 15 m.
Il ricoprimento, cioè la distanza tra la quota del piano del ferro e l'estradosso della soletta superiore, è pari a 0,8 m, mentre per una distanza di 1,5 m dalla base del monolite è presente una falda.
Lo spessore delle solette superiore è di 40 cm quella inferiore è di 50 cm e lo spessore delle pareti laterali è di 40 cm.
La struttura è realizzata in c.a. gettato in opera in un unico manufatto.
Le azioni considerate nel calcolo sono quelle tipiche di una struttura interrata, con le aggiunte delle azioni di tipo ferroviario e delle azioni sismiche.

2 Normativa di riferimento

Il progetto della struttura è conforme alle norme attualmente in vigore:
- D.M. del 14/01/2008 – Norme tecniche per le costruzioni.
- Circolare 02-02-2009 n. 617 esplicativa delle norme tecniche per le costruzioni del 2008.
- Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario (Codifica RFI DTC INC PO SP IFS 001 A)

3 Materiali

CALCESTRUZZO: (Norme di riferimento: D.M. 14/01/2008 p.to 11.2, UNI EN 206-1:2006, UNI ENV 13670-1:2001, UNI 11040:2003 cls autocompattante, Linee Guida STC del Consiglio Superiore LL PP)

Sigla	Campi di impiego	Classe di esposizione	Classe di Resistenza	Rapporto (A/C) max	Contenuto minimo di Cemento (Kg/mc)	Contenuto d'aria	D max (mm)	Classe di contenuto in cloruro [Cl]	Classe di consistenza	Copriferro nominale (mm)
Cls01	Magroni	X0	C12/15	-	-	-	-	1,0	-	-
Cls02	Muro di spinta e platea di varo	XC2	C25/30	0,60	300	-	32	0,2	S4	35
Cls05	Monolite	XC3	C28/35	0,55	320	-	20	0,2	S4	40

CLS (valori in N/mmq)	R_{ck} =	**30**	**35**
Resistenza a compressione caratteristica	$f_{ck} = 0,83 \times R_{ck} =$	24.90	29.05
Resistenza a compressione media	$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	32.90	37.05
Resistenza a trazione media	$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{2/3} =$	2.56	2.83
Resistenza a trazione caratteristica	$f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} =$	1.79	1.98

Resistenza a trazione media per flessione	f_{cfm} = 1.2 x f_{ctm} =	3.07	3.40
Resistenza di calcolo a compressione - a_{cc} = 0,85 γ_c = 1,5	f_{cd} = a_{cc} x f_{ck} / γ_c =	14.11	16.46
Resistenza di calcolo a compressione elementi piani spes.< 50 mm	f_{cd} = 0,80 x f_{cd} =	11.29	13.17
Resistenza di calcolo a sola compressione	f_{cd} = 0,80 x f_{cd} =	11.29	13.17
Resistenza di calcolo a trazione - γ_c = 1,5	f_{ctd} = f_{ctk} / γ_c =	1.19	1.32
Resistenza di calcolo a trazione elementi piani con spes. < 50 mm	f_{ctd} = 0,80 x f_{ctd} =	0.96	1.06
Resistenza tang. caratteristica di aderenza - η = 1 per fi < 32 mm	f_{bk} = 2,25 x η x f_{ctk} =	4.03	4.47
Resistenza tang. di aderenza di calcolo - γ_c = 1,5	f_{bd} = fbk / γc =	2.69	2.98
Modulo elastico istantaneo	E_{cm} = 22.000(f_{cm}/10)^{0,3}=	31447	32588
Tensioni massime di compressione del cls nelle condizioni di esercizio			
-) combinazione caratteristica rara	σ_c < 0,6 * f_{ck}	14.94	17.43
per sola compressione	σ_c < 0,8*0,6 *f_{ck}	11.95	13.94
-) combinazione quasi permanente	σ_c < 0,45* f_{ck}	11.21	13.07
per sola compressione	σ_c < 0,8*0,45 *f_{ck}	8.96	10.46

Nel caso di elementi piani (solette, pareti, …) gettati in opera con cls ordinari e con spessori di cls < di 50 mm i valori limiti sopra scritti vanno ridotti del 20 % .

Controllo di accettazione: Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto e sperimentalmente verificato in sede di valutazione preliminare.
Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel:
- controllo di tipo A di cui al § 11.2.5.1 D.M. 14/01/2008
- controllo di tipo B di cui al § 11.2.5.2 D.M. 14/01/2008
- valgono le prescrizioni comuni per entrambi i criteri di controllo di cui al § 11.2.5.3 D.M. 14/01/2008
Classe di resistenza: La classe di resistenza è stata definita in conformità alle Norme tecniche e alla norma UNI EN 206-1: il primo termine definisce la resistenza caratteristica a compressione cilindrica (fck per le Norme tecniche e fck,cyl per le norme europee) mentre il secondo termine definisce la resistenza caratteristica a compressione cubica (Rck per le Norme tecniche e fck,cube per le norme europee). Le resistenze soddisfano i valori minimi previsti dalla norma UNI 11104 per l'ambiente in cui è previsto che debbano lavorare i vari elementi strutturali.
Classe di esposizione ambientale: Le classe di esposizione ambientale prevista per le strutture di fondazione (platea e muri), tengono conto della trascurabile presenza di sostanze aggressive previste dalla UNI EN 206-1); le superfici a diretto contatto con il terreno dovranno essere adeguatamente protette nel caso di presenza di sostanze aggressive e/o in condizioni di bagnato/asciutto frequenti o di ambiente con umidità elevata.
La classe di esposizione ambientale prevista per le strutture in elevazione tiene conto del clima e del rischio di carbonatazione in regime bagnato-asciutto, tipico della zona in cui è sito l'edificio, avendo esteso, per ovvi motivi di continuità strutturale e pratici, lo stesso calcestruzzo delle strutture perimetrali (travi, balconi, pilastri) alle strutture interne (solai, travi, pilastri).
Le classi di esposizione ambientale hanno determinato la scelta delle caratteristiche minime dei calcestruzzi, la dimensione dei copriferri e la verifica dello stato limite di deformazione.
Classe di consistenza: Le classi di consistenza sono state stabilite ipotizzando l'utilizzo della pompo. Per la classe di consistenza S5 si devono accettare abbassamenti al cono di Abrams non superiori a 250 mm. Nel

caso che, per motivi legati all'operatività , venga richiesta di utilizzare una classe di consistenza diversa da quella prescritta, può venire autorizzata dalla DL e annotata sull'apposito registro di cantiere, adducendo le motivazioni della variazione.
Il mantenimento della consistenza deve essere garantito per un tempo di almeno due ore dalla fine del carico dell'autobetoniera e comunque non meno di un'ora dall'arrivo dell'autobetoniera in cantiere, tempo in cui l'impresa deve completare lo scarico. Il fornitore di calcestruzzo e l'impresa devono programmare il getto in modo che il produttore cadenzi le consegne per dare il tempo necessario all'impresa di poter mettere in opera il materiale.
Sono da evitare interruzioni di getto superiori a un'ora .
Nel caso che, durante il getto del calcestruzzo, si manifestino fenomeni di segregazione o eccessiva essudazione, occorre controllare che la prova di bleeding, secondo la norma UNI 7122, dia un valore inferiore a 0,5 l/mq/ora.
Aggregati: Gli aggregati devono essere marcati CE secondo la norma UNI EN 12620 con un sistema di attestazione 2+ e devono essere conformi alla norma UNI 8520-2. Il diametro massimo dell'aggregato grosso prescritto tiene conto degli spessori, delle geometrie e dei copriferri e interferri degli elementi strutturali. In funzione della disponibilità delle pezzature reperibili dai produttori di calcestruzzo in zona, sono accettabili solo diametri massimi minori o uguali a quelli prescritti.
Classe di contenuto in cloruri: Tra quelle previste dalla norma UNI EN 206-1, è stata prescritta la classe che prevede una presenza bassa di cloruri.
Copriferro: i valori del copriferro sono stati stabiliti secondo norma in funzione delle classi di esposizione ambientale. Il valore del copriferro è misurato dal filo esterno delle staffe. La tolleranza di esecuzione dei copriferri è stata assunta pari a 10 mm.
Messa in opera: L'esecuzione dell'opera deve essere conforme alla norma UNI EN 13670-1:2001. A tal fine è stata prevista la classe di esecuzione 1 e la classe di tolleranza 1. In particolare si raccomanda di utilizzare casseforme di resistenza, rigidezza, tenuta e pulizia adeguate per ottenere superfici regolari e prive di difetti superficiali che possano incidere pesantemente sulla capacità del copriferro di proteggere le armature.
Per quello che riguarda la messa in opera (tolleranze, giunzioni, assemblaggio) e piegatura (temperatura minima, diametro dei mandrini, ecc.) delle armature, occorre attenersi alle prescrizioni riportate nella norma pr EN 13670:2008.
I lavori di preparazione ai getti dovranno essere completati, ispezionati e documentati come richiesto dalla classe di esecuzione.
Le superfici che vengono a contatto con il calcestruzzo fresco non devono avere una temperatura inferiore a 0℃ finchè questo abbia superato la resistenza a co mpressione di 5 Mpa. Se la temperatura ambientale è prevista al di sotto di 0℃ o al di sopra di 30℃ a l momento del getto o nel periodo di maturazione, occorre prevedere precauzioni per la protezione del calcestruzzo, come specificato nel paragrafo successivo.
Il calcestruzzo deve essere compattato a rifiuto in modo che la armature vengono adeguatamente incorporate nella matrice cementizia, l'elemento strutturale assuma la forma imposta dalle casseforme e la superficie del getto sia priva di difetti superficiali. Allo scopo occorre utilizzare vibratori ad ago da inserire ed estrarre verticalmente ogni 50 cm circa, facendo attenzione a non toccare le armature e ad inserire il vibratore ad una profondità tale da coinvolgere gli strati inferiori precedentemente vibrati.
Per la scelta effettuata delle classi di consistenza, la durata della vibrazione sarà relativamente bassa, soprattutto nei getti dei solai e della platea.
Maggior cura richiederà la compattazione del calcestruzzo gettato nei pilastri, nelle pareti e nei nodi trave-pilastro.
Stagionatura: Il calcestruzzo, dopo il getto, deve essere protetto contro la veloce evaporazione dell'acqua, dal gelo, dagli agenti atmosferici. Nei getti verticali, la stagionatura consiste nel mantenimento delle casseforme, per i getti orizzontali nell'applicazione di teli di plastica.

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO: *(Norme di riferimento: D.M. 14/01/2008 p.to 11.3.2)*

TIPO : B450C (valori in N/mmq)	$f_{y\,nom} = 450$ (snervamento)	$f_{t\,nom} = 540$ (rottura)
Resistenza di calcolo a trazione	$fy_d = fy_k / \gamma s = 391.00$	$\gamma s = 1,15$
Stato limite di esercizio	$\sigma_s = 0,8 * f_{y\,k} = 360.00$	

Controllo di accettazione: I controlli di accettazione in cantiere di cui al § 11.3.2.10.4 D.M. 14/01/2008 sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere

campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.3.2.10.1.2, in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di ccompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

4 Geometria della struttura

La geometria della struttura è quella riportata in figura 1.

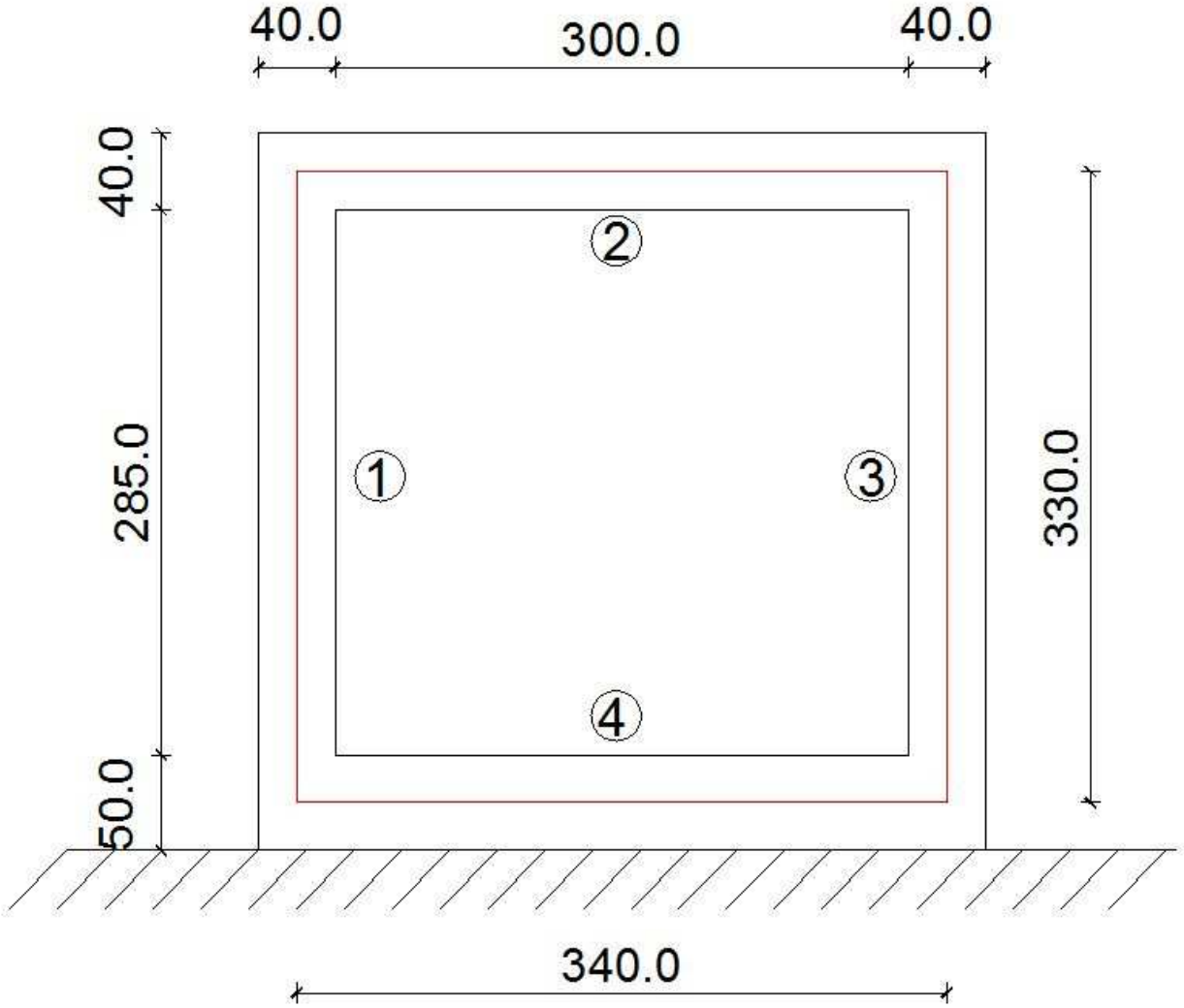


Fig. 1 – Sezione trasversale scatolare

Sezione rettangolare delle aste 1,2 e 3 è b x h = 100x40 cm
Sezione rettangolare delle aste 4 è b x h = 100x50 cm

5 Modellazione adottata

Si è assunto lo schema statico di telaio chiuso. Le aste che compongono la struttura, rappresentanti le solette inferiore e superiore e i piedritti, sono discretizzate da elementi aste, ognuno con lunghezza non superiore a 20 cm.

Le verifiche degli elementi strutturali in c.a. sono condotte utilizzando i valori delle tensioni massime e minime ottenute dall'inviluppo delle combinazioni di carico definite, applicando il metodo semiprobabilistico degli stati limite. In particolare gli elementi il cui funzionamento è assunto a "aste", sono verificati a flessione, taglio ed eventuale torsione mentre gli elementi "pilastro" sono verificati a pressoflessione deviata, taglio ed eventuale torsione.
Le verifiche di resistenza sono condotte verificando il soddisfacimento della disuguaglianza tra le due variabili aleatorie S < R dove si identifica convenzionalmente con S, la sollecitazione di progetto e con R, la resistenza limite ultima dell'elemento.
Per gli elementi strutturali in c.a. travi e pilastri sono state considerate quali sollecitazioni di progetto le sollecitazioni massime e minime ottenute mediante inviluppo delle sollecitazioni associate alle combinazioni di carico analizzate per lo stato limite ultimo. Inoltre si è verificato il soddisfacimento del requisito di duttilità locale delle sezioni sollecitate a flessione per le quali si è imposto un valore limite del rapporto Xc /d (posizione dell'asse neutro allo stato limite ultimo e altezza utile della sezione).

Le analisi strutturali condotte sono statiche in regime lineare. Il metodo di calcolo e' stato effettuato tramite analisi statica.

6 Analisi dei carichi

Nel presente paragrafo si descrivono i carichi elementari da assumere per le verifiche di resistenza in esercizio ed in presenza dell'evento sismico.

Per i materiali si assumono i seguenti pesi specifici:

- calcestruzzo armato: 25 [kN/mc]
- ballast + armamento : 18 [kN/mc]
- sottofondo pista ciclabile . 20 [kN/mc]
- terreno: 18 [kN/mc]
- acqua: 10 [kN/mc]

Tali carichi elementari saranno opportunamente combinati secondo
quanto previsto dalla normativa vigente.

6.1 Peso proprio (P1)

Soletta superiore
- peso proprio: 0,4*25=10 [kN/mq]

Soletta inferiore
- peso proprio: 0,5*25=12,5 [kN/mq]

Piedritti
- peso proprio peso proprio: 0,4*25=10 [kN/mq]m

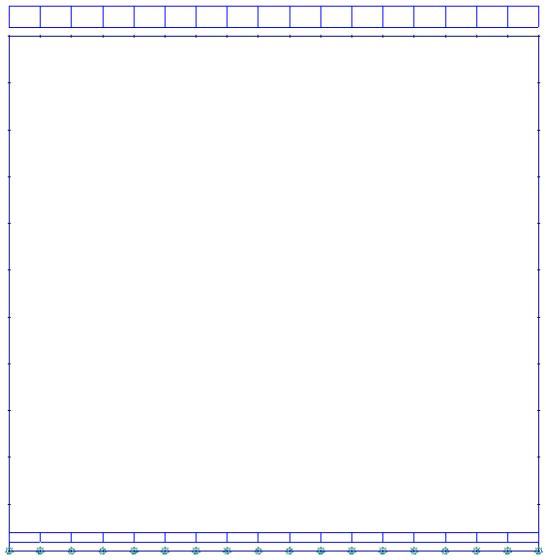
Il programma di calcolo calcola automaticamente il peso proprio.

6.2 Carichi permanenti NON strutturali (P2)

Soletta superiore
- peso ricoprimento: 0,8*18=14,4 [kN/mq]

Soletta inferiore
- peso ricoprimento:(0.4+0,25)/2*20=6,5 [kN/mq]

Moltiplicando tali valori per 1 m si ottengono i carichi al metro lineare.



6.3 Spinta del terreno con sovraccarico(P3)

Per il terreno di ricoprimento e di rinfianco si adottano i pesi specifici
precedentemente indicati ed i seguenti parametri:

- angolo di attrito: $\phi' = 25^\circ$
- coesione: c'=0
- coeff. di spinta attiva [Ka]: = 0.406

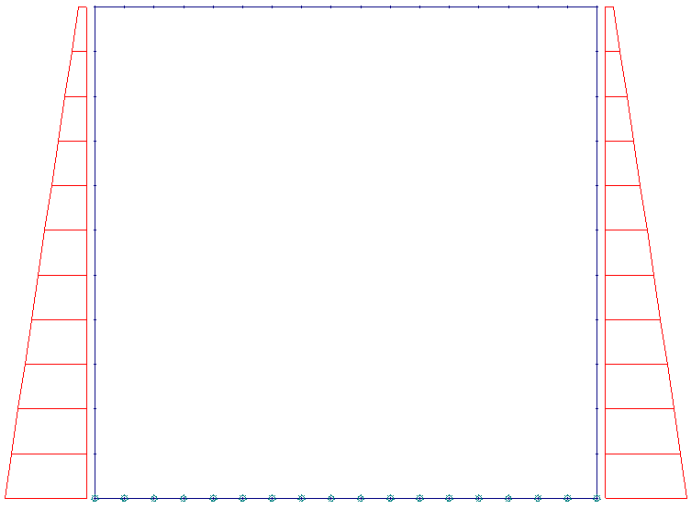
Tenendo conto del sovraccarico dovuto al ricoprimento affianco al manufatto si applica la seguente formula, risulta un diagramma di spinta trapezioidale , con valore minimo pari a 5,85 [kN/mq] in sommità al manufatto per crescere linearmente, raggiungendo il massimo valore alla soletta inferiore pari a 59,96 [kN/mq].

$$q_{sommità} = Ka * 0{,}8 * \gamma_{ricoprimento} = 0{,}406 * 0{,}8 * 18 = 5{,}85 [kN/mq]$$

$$q_{\max} = Ka * (0{,}8 * \gamma_{ricoprimento} + \gamma_{terreno} * Z_1) = 0{,}406 * (0{,}8 * 18 + 18 * 3{,}3) = 59{,}96 [kN/mq]$$

dove:
z1 = distanza dall'estradosso della soletta superiore all'intradosso della soletta inferiore (3,3m);

Moltiplicando tali valori per 1 m si ottengono i carichi al metro lineare.



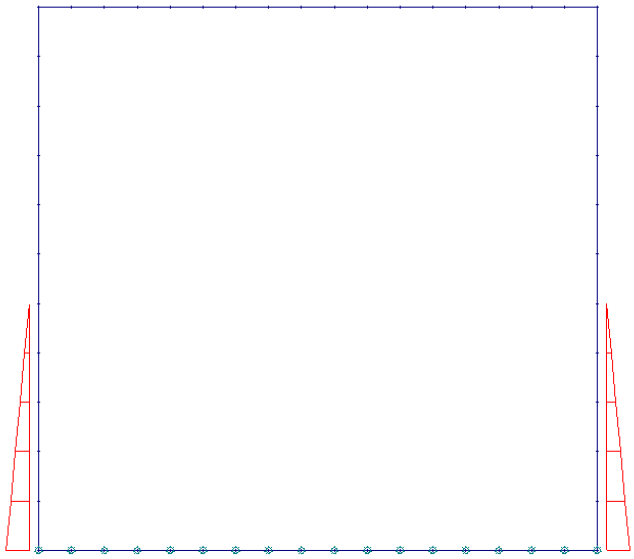
6.4 Spinta dell'acqua (P4)

Per il calcolo della spinta dell'acqua affianco al manufatto si applica la seguente formula, risulta un diagramma di spinta triangolare, con valore nullo alla distanza di 1,5 m dalla base del monolite e raggiungendo il massimo valore alla soletta inferiore pari a 15 [kN/mq].

$$q_{acqua} = 1{,}5 * 10 = 15[kN/mq]$$

z2 = distanza dal piano di falda all'intradosso della soletta inferiore (1,5m)

Moltiplicando tali valori per 1 m si ottengono i carichi al metro lineare.



6.5 Carichi mobili verticali sulla soletta superiore (Q1)

Detta L d la larghezza di diffusione del carico trasversale dalla rotaia alla quota del piano medio della soletta di copertura, assumendo che detta diffusione avvenga con rapporto 4/1 lungo il ricoprimento (ballast+terrapieno) e 1/1 lungo la struttura in c.a. (secondo quanto suggerito dalla normativa al paragrafo 5.2.2.3.1.4 – Ripartizione locale dei carichi), si ottiene, considerando 2,60m la larghezza della traversina , 0,8m la distanza tra la quota del piano del ferro e l'estradosso della soletta superiore, 0,4m spessore armamento (rotaia + traversina) e 0,2 m la distanza tra l'estradosso della soletta superiore e il piano medio della stessa:

$$L_d = 2.6 + 2*(0.80 - 0.4) / 4 + 2*0.2 = 3{,}2 \text{ m}$$

Nella seguente relazione non si considera la contemporaneità di più treni ma il calcolo è stato effettuato su una striscia di un metro e su esso è stato applicato il massimo carico applicabile (treno tipo SW2) ripartito su un ingombro di 3,2 m. Questo ha reso il calcolo più semplice e allo stesso tempo più conservativo.

Per quanto riguarda l'incremento dinamico per linee con scarso standard manutentivo, la normativa suggerisce il seguente coefficiente di incremento dinamico (paragrafo 5.2.2.3.3 – Effetti dinamici):

$$\phi_3 = \frac{2{,}16}{\sqrt{L_\phi} - 0{,}2} + 0{,}73 = \quad 1 \le \phi_3 \le 2$$

L rappresenta la lunghezza caratteristica in metri, definita dalla tabella 5.2.II, punto 5.3 – Portali a luce singola.

Caso	Elemento strutturale	Lunghezza L_ϕ
	TRAVI PRINCIPALI	
5	**5.1** Travi e solette semplicemente appoggiate (compresi i solettoni a travi incorporate)	Luce nella direzione delle travi principali
	5.2 Travi e solette continue su n luci, indicando con: $L_m = 1/n \cdot (L_1+L_2+.....+L_n)$	$L_\phi = k \cdot L_m$ dove: n = 2 - 3 - 4 - ≥5 k = 1,2 - 1,3 - 1,4 - 1,5
	5.3 Portali:	
	- a luce singola	da considerare come trave continua a tre luci (usando la 5.2 considerando le altezze dei piedritti e la lunghezza del traverso)
	- a luci multiple	da considerare come trave continua a più luci (usando la 5.2 considerando le altezze dei piedritti terminali e la lunghezza di tutti i traversi)
	5.4 Solette ed altri elementi di scatolari per uno o più binari (sottovia di altezza libera ≤ 5,0 m e luce libera ≤ 8,0 m); Per gli scatolari che non rispettano i precedenti limiti vale il punto 5.3, trascurando la presenza della soletta inferiore e considerando un coefficiente riduttivo del Φ pari a 0,9, da applicare al coefficiente Φ	$\Phi_2 = 1{,}20$; $\Phi_3 = 1{,}35$
	5.5 Travi ad asse curvilineo, archi a spinta eliminata, archi senza riempimento.	metà della luce libera
	5.6 Archi e serie di archi con riempimento	due volte la luce libera
	5.7 Strutture di sospensione (di collegamento a travi di irrigidimento)	4 volte la distanza longitudinale fra le strutture di sospensione.
	SUPPORTI STRUTTURALI	
6	**6.1** Pile con snellezza λ>30	Somma delle lunghezze delle campate adiacenti la pila
	6.2 Appoggi, calcolo delle tensioni di contatto al di sotto degli stessi e tiranti di sospensione	Lunghezza degli elementi sostenuti

Tabella 5.2 II (NTC 2008)

$$L_\phi = 1{,}3 * \frac{(2*3{,}3+3{,}4)}{3} = 4{,}33m$$

$$\phi_3 = \frac{2{,}16}{\sqrt{4{,}33}-0{,}2} + 0{,}73 = 1{,}88$$

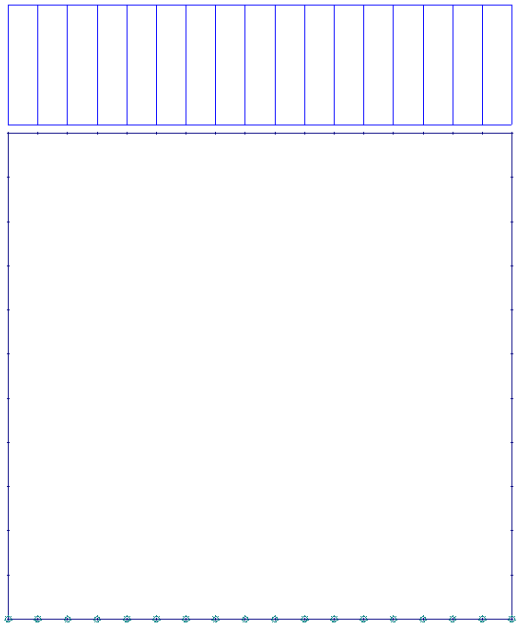
I carichi verticali ferroviari sono schematizzati per mezzo di modelli di carico, in particolare sono forniti due treni di carico distinti (paragrafo 5.2.2.3 della normativa): il primo rappresentativo del traffico normale (Treno di carico LM 71), il secondo rappresentativo del traffico pesante (Treno di carico SW, a sua volta articolato in SW/0 e SW2).
Nella presente trattazione si è considerato la situazione di traffico pensante nella sua configurazione SW/2, risultando dai calcoli la più gravosa.
Il treno SW/2 viene schematizzato da un carico uniformemente ripartito:

$$q_{vk} = 150[kN/m]$$

Quindi:

$$Q_p = \frac{q_{vk}}{L_d} * \phi_3 = 88{,}13[kN/mq]$$

da moltiplicare per 1 m per ottenere il carico per metro lineare



6.6 Spinta del sovraccarico sul rilevato (Q2)

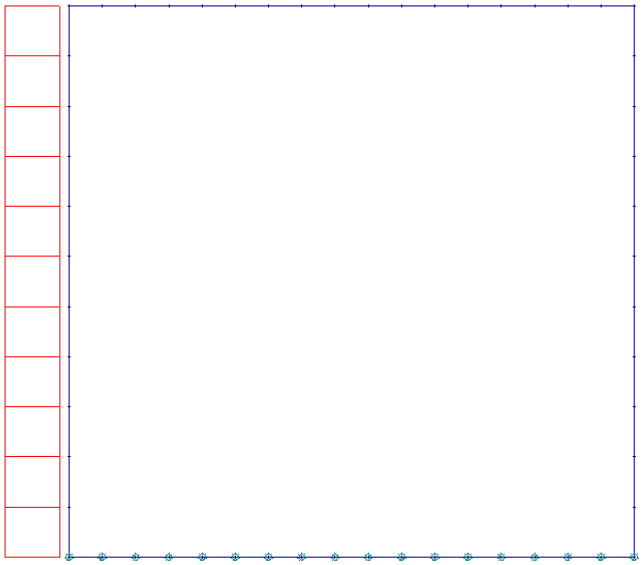
Nel calcolo della spinta del terreno sui piedritti si è tenuto conto del sovraccarico che si viene a creare quando il treno è affianco al manufatto, il coefficiente di coesione è stato considerato nullo e considerare il coefficiente di spinta attiva.

$$Q_p = \frac{q_{vk}}{L_d} * \phi_3 = 88{,}13[kN/mq]$$

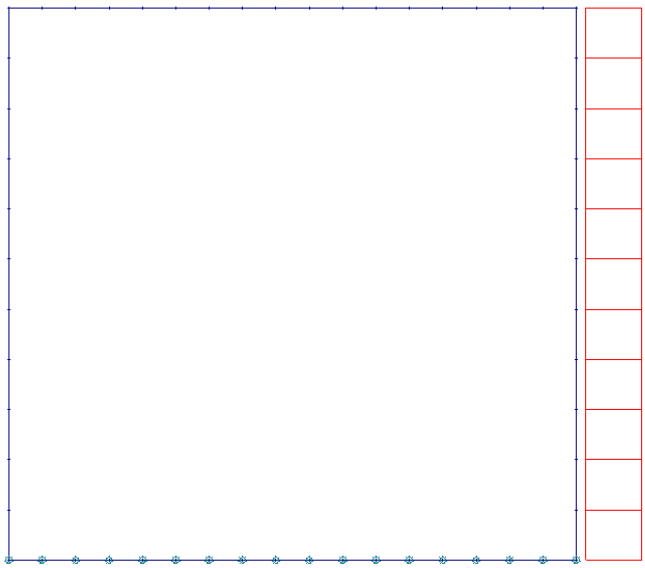
Moltiplicando tali valori per 1 m si ottengono i carichi al metro lineare.

$$q_p = 88{,}13 * 0{,}406 = 35{,}78[kN/m]$$

La spinta è stata considerata separatamente nelle due direzione



Spinta a sinistra del piedritto



Spinta a sinistra del piedritto

6.7 Azione laterale (Serpeggio)

La forza laterale viene trascurata in quanto la luce ridotta rispetto la lunghezza del manufatto la rendono trascurabile

6.8 Frenatura ed avviamento(Q3)

Le forze di frenatura e di avviamento agiscono sulla sommità del binario, nella direzione longitudinale allo stesso. Dette forze sono da considerarsi uniformemente distribuite su una lunghezza di binario L determinata per ottenere l'effetto più gravoso sull'elemento strutturale considerato.
Viene considerata l'azione di frenatura del treno SW/2, il cui valore caratteristico è (paragrafo 5.2.2.4.3 della normativa):

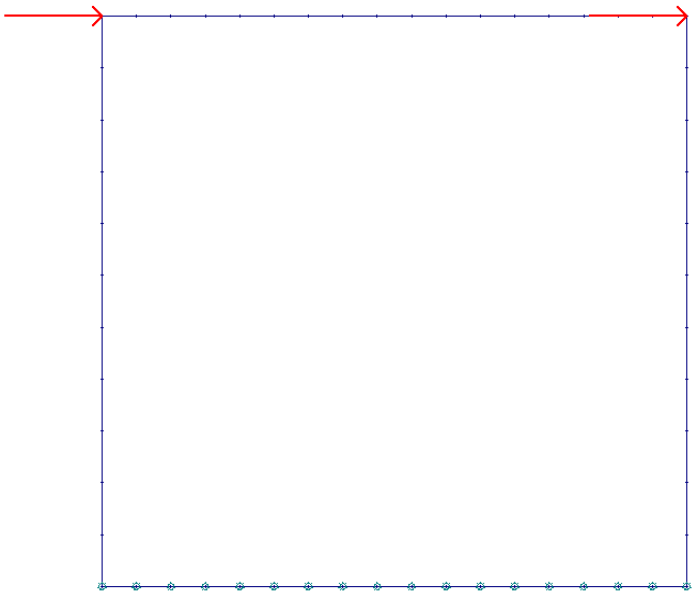
$Q_{lb,k} = 35[kN/m] * L[m]$ per i modelli di carico SW/2

in cui L è la lunghezza di binario su cui considerare tali forze uniformemente distribuite, determinata per ottenere l'effetto più gravoso sull'elemento strutturale considerato.

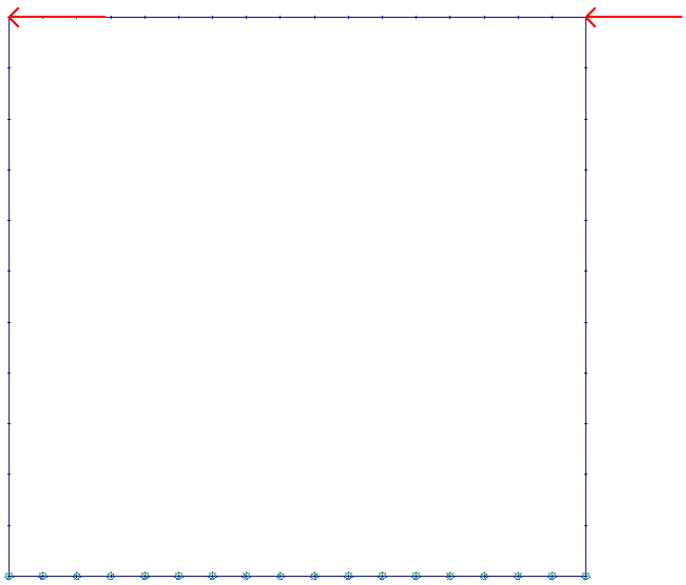
L=3,4m (larghezza manufatto)

$$Q_{lb,k} = \frac{35 * 3{,}4}{3{,}2} = 37[kN/m]$$

La spinta è stata considerata nelle due direzione



Spinta a sinistra del piedritto



Spinta a destra del piedritto

6.9 Contemporaneità dei treni

La verifica del manufatto dell'eventuale contemporaneità di più treni risulta soddisfatta in quanto il manufatto è stato progettato per disporre su ogni 1,88 m (ø3) il treno più gravoso per poter avere i massimi effetti sulla struttura

7.0 Azioni Eccezionali

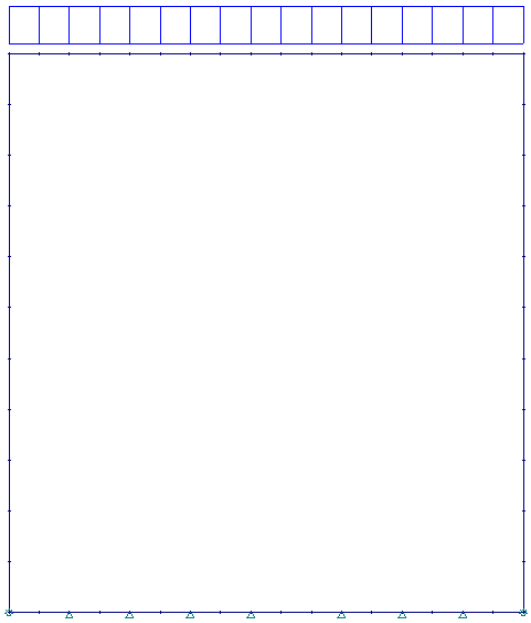
- ***Rottura della catena***

La verifica della rottura della catena risulta verificata in quanto la norma al paragrafo 5.2.2.9.1dice di considerare una forza di intensità pari +/- 20 [kN] (una per ogni binario] per un totale di 40 [kN]forza molto minore di quella sismica pari a 19,68 [kN/m] considerando che il manufatto è 15 m per un totale di 300 [kN] pertanto se risulta verificata la componente sismica sicuramente sarà verificata quella dovuta alla rottura della catena

- ***Deragliamento al di sopra del ponte***

Nella verifica viene considerato solo il caso 2 in quanto le dimensioni ridotte del manufatto si considera per tutta la lunghezza (3,4m) un carico lineare q(A2d)=80[kN/m] * 1,4

$q_{A2d} = 112[kN/m]$ su una striscia di 0,45 m che corrisponde a 250[kn/m] portato su una striscia di un metro

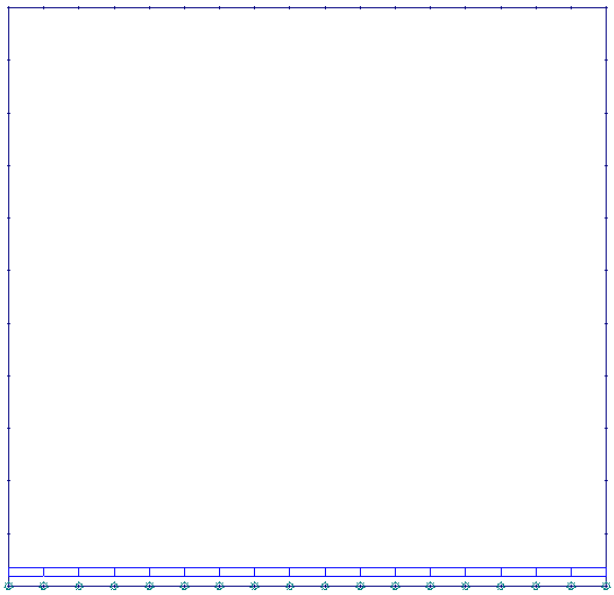


6.9 Sovraccarichi accidentali sulla soletta di fondazione (Q4)

I carichi accidentali sulla soletta inferiore producono sollecitazioni alquanto modeste. Cautelativamente si considera la presenza di un carico uniforme.

$q_b = 5[kN/mq]$

da moltiplicare per 1 m per ottenere il carico al metro lineare



6.10 Azione termica

Gli effetti dovuti alle variazioni termiche non sono stati considerati in quando le dimensioni del manufatto sono ridotte.

6.11 Azione sismica(E1)

Sismicamente lo scatolare viene schematizzato in analogia ad un ponticello con la travata collegata a due spalle che sostengono il terreno naturale per più dell'80% dell'altezza della spalla.
La normativa, al paragrafo 7.9.5.6.2, recita:
"Nel caso in cui la spalla sostenga un terreno rigido naturale per più dell'80% della sua altezza, si può considerare che essa si muova con il suolo. In questo caso si deve assumere un fattore di struttura q=1 e le forze di inerzia di progetto possono essere determinate considerando un accelerazione pari ad ag*S".
Si ammette quindi che lo scatolare si muova insieme al terreno, di conseguenza il fattore di struttura q è pari ad 1 (la struttura è non 14issipativi, non vanno quindi applicati i particolari costruttivi inerenti la duttilità di cui al capitolo 7 della normativa). Le forze di inerzia di progetto (forze pseudo-statiche) vengono determinate moltiplicando le masse interessate per l'accelerazione pari ad ag*S, in cui ag è la massima accelerazione dello spettro orizzontale elastico del sito, mentre S=Ss*St è il coefficiente del sottosuolo di cui alla formula 3.2.5 della normativa.
Le masse che generano tali forze di inerzia sono:

- peso proprio del traverso;
- peso proprio di metà piedritti;
- peso del terreno di ricoprimento;
- peso dei carichi permanenti gravanti sul traverso;
- aliquota dei carichi variabili gravanti sul traverso ipotizzati presenti in fase sismica; l'ultimo comma del paragrafo 3.2.4 della normativa suggerisce, per i ponti, un'aliquota pari a 0.2 dei carichi dovuti al transito dei mezzi.

La forza d'inerzia totale, ottenuta considerando detti pesi, viene applicata in quota parte nei due nodi di estremità del traverso.
<u>Vita nominale - VN</u>

1. $V_N \geq 50$ ANNI
2. Classe d'uso: IV

La normativa fornisce, per ogni sito, i parametri di base ag, Fo e TC*, necessari per la determinazione delle azioni sismiche. Per il sito considerato abbiamo:

- ag=0,09 g, accelerazione orizzontale massima al sito;
- F0=2,587 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- TC*=0,3 s, periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

Per cui otteniamo
S=SS*ST=1,8
Per quanto riguarda le masse che generano la forza di inerzia totale otteniamo:

$$W = 2*\frac{3,3}{2}*1*0,4*25+3,4*0,4*1*25+3,4*0,8*18*1+0,2*88,13*3,4*1=121,49kN$$

Da cui la forza sismica totale:
$$F_a = a_g * S * W = 19,68kN$$
da applicare in quota parte nei due nodi alle estremità del traverso.

Oltre a tale forza d'inerzia, bisogna considerare la spinta sismica dovuta al rinfianco agente sui piedritti. Essa viene calcolata sulla base del coefficiente sismico kh di cui al paragrafo 7.11.6.2.1 della normativa, definito nel seguente modo:

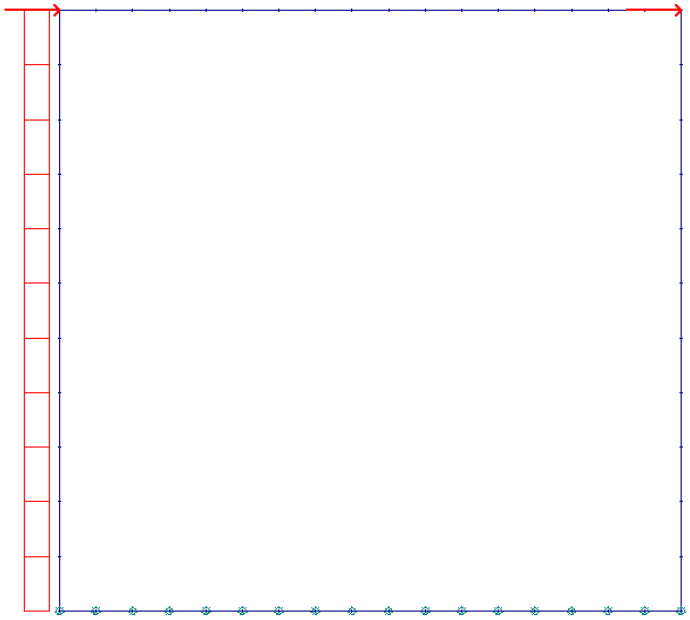
$$k_h = \beta_m * \frac{a_g * S}{g} = 0,162$$
è un coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, per muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno esso assume valore unitario.

La pressione sismica agente sul piedritto dovuta al terreno viene considerata uniforme e di intensità costante pari a:

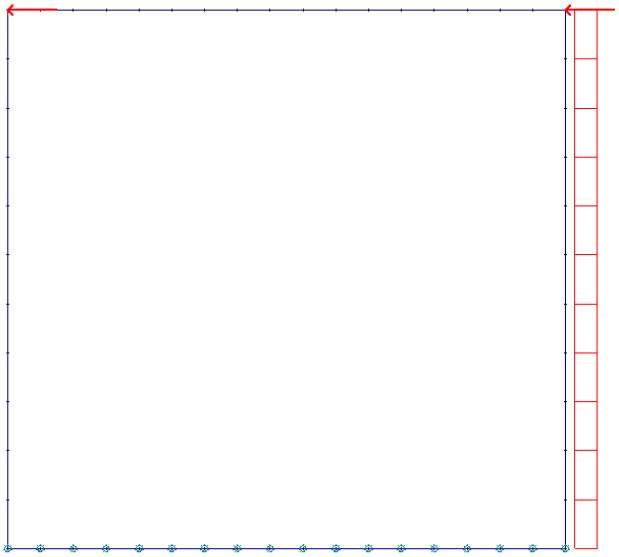
$$q = k_h * (0,2*Q_p + Q_{ricoprimento} + \gamma_{terreno} * h) = 0,162*(0,2*88,13+14,4+18*3,3) = 14,81[kN7mq]$$

in cui Qp è il sovraccarico agente sul cuneo di spinta (considerato in stato di equilibrio limite attivo), dovuto al peso del terreno di ricoprimento e ad un'aliquota, pari a 0.2, del carico del treno SW/2;

La forza sismica è stata considerata nelle due direzione.



Spinta a sinistra del piedritto



Spinta a sinistra del piedritto

L'azione sismica nella direzione longitudinale del manufatto non è stata considerata in quanto ininfluente per la verifica dell'opera.

7 Combinazioni di carico

Le verifiche agli stati limite sono eseguite per tutte le più gravose condizioni di carico che possono agire sulla struttura, valutando gli effetti delle combinazioni sotto riportate.

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

$$\gamma_{G1}\cdot G_1 + \gamma_{G2}\cdot G_2 + \gamma_P\cdot P + \gamma_{Q1}\cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2}\cdot \psi_{02}\cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3}\cdot \psi_{03}\cdot Q_{k3} + \ldots \qquad (2.5.1)$$

– Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02}\cdot Q_{k2} + \psi_{03}\cdot Q_{k3} + \ldots \qquad (2.5.2)$$

– Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \psi_{23}\cdot Q_{k3} + \ldots \qquad (2.5.3)$$

– Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \psi_{23}\cdot Q_{k3} + \ldots \qquad (2.5.4)$$

– Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \ldots \qquad (2.5.5)$$

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
Gruppo di carico	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,00	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo.2 (2)	-	1,00	0,00	1,0 (0,0)	1,0(0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,00	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6; 0,4)	-	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	fessurazione

Azione dominante

(1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ,α, ecc..)

(2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali

Tabella 5.2 IV (NTC 2008)

Nella presente relazione è stato considerato il solo gruppo 3 in quanto è la combinazione più gravosa

Valori dei coefficienti parziali:

Categorie/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6

Tabella 2.5.I (NTC 2008)

Carichi permanenti	favorevoli sfavorevoli	γ_{G1}	0,90 1,10	1,00 1,35	1,00 1,00	1,00 1,00	1,00 1,00
Carichi permanenti non strutturali(2)	favorevoli sfavorevoli	γ_{G2}	0,00 1,50	0,00 1,50	0,00 1,30	1,00 1,00	1,00 1,00
Ballast(3)	favorevoli sfavorevoli	γ_{B}	0,90 1,50	1,00 1,50	1,00 1,30	1,00 1,00	1,00 1,00
Carichi variabili da traffico(4)	favorevoli sfavorevoli	γ_{Q}	0,00 1,45	0,00 1,45	0,00 1,25	0,00 0,20(5)	0,00 0,20(5)
Carichi variabili	favorevoli sfavorevoli	γ_{Qi}	0,00 1,50	0,00 1,50	0,00 1,30	0,00 1,00	0,00 0,00
Precompressione	favorevole sfavorevole	γ_{P}	0,90 1,00(6)	1,00 1,00(7)	1,00 1,00	1,00 1,00	1,00 1,00

Tabella 5.2. V (NTC 2008)

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr_1	0,80(2)	0,80(1)	0,0
	gr_2	0,80(2)	0,80(1)	-
	gr_3	0,80(2)	0,80(1)	0,0
	gr_4	1,00	1,00(1)	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

Tabella 5.2 VI (NTC 2008)

Le combinazioni considerate sono:

Combinazione SLU

1. *1,35* P1+ 1,5*P2+1,5*P3+1,5*P4+1,45*(Q1+Q2+Q3)+1,5* 0,7*Q4*
2. *1,35* P1+ 1,5*P2+1,5*P3+1,5*P4+1,45*(Q1+(-Q2)+(-Q3))+1,5* 0,7*Q4*

Combinazione SLU Sismica

3. *P1+P2+P3+P4+0,2*(Q1+Q2+Q3)+ 0,6*Q4+E1*
4. *P1+P2+P3+P4+0,2*(Q1+(-Q2)+(-Q3))+ 0,6*Q4+E1*
5. *P1+P2+P3+P4+0,2*(Q1+Q2+Q3)+ 0,6*Q4-E1*
6. *P1+P2+P3+P4+0,2*(Q1+(-Q2)+(-Q3))+ 0,6*Q4-E1*

Combinazione SLE Rara

7. *P1+P2+P3+P4+Q1+Q2+Q3+0,7*Q4*
8. *P1+P2+P3+P4+Q1+(-Q2)+(-Q3)+ 0,7*Q4*

Combinazione SLE frequente

9. *P1+P2+P3+P4+0,8*(Q1+Q2+Q3)+ 0,6*Q4*
10. *P1+P2+P3+P4+0,8*(Q1+(-Q2)+(-Q3))+ 0,6*Q4*

Combinazione SLE Quasi Permanente

11. *P1+P2+P3+P4+ 0,6*Q4*

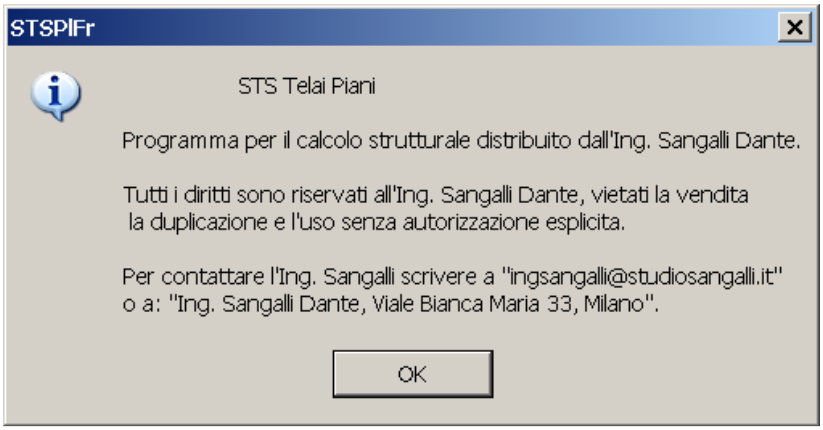
Combinazione eccezionale

12. *P1+P2+P3+P4+0,2Q2+0,6Q4+A*

13. P1+P2+P3+P4+0,2(-Q2)+0,6Q4+A

8 Programmi di calcolo utilizzati

INDIVIDUAZIONE DEL CODICE DI CALCOLO
Per il calcolo delle sollecitazioni e per la verifica di travi e pilastri in cemento armato si e' fatto ricorso all'elaboratore elettronico utilizzando il seguente programma di calcolo:



ESAME DEI RISULTATI E CONTROLLI - VALUTAZIONE DELLA CORRETTEZZA DEL MODELLO
Il modello di calcolo adottato e' da ritenersi appropriato in quanto non sono state riscontrate labilita', le reazioni vincolari equilibrano i carichi applicati, la simmetria di carichi e struttura da' origine a sollecitazioni simmetriche

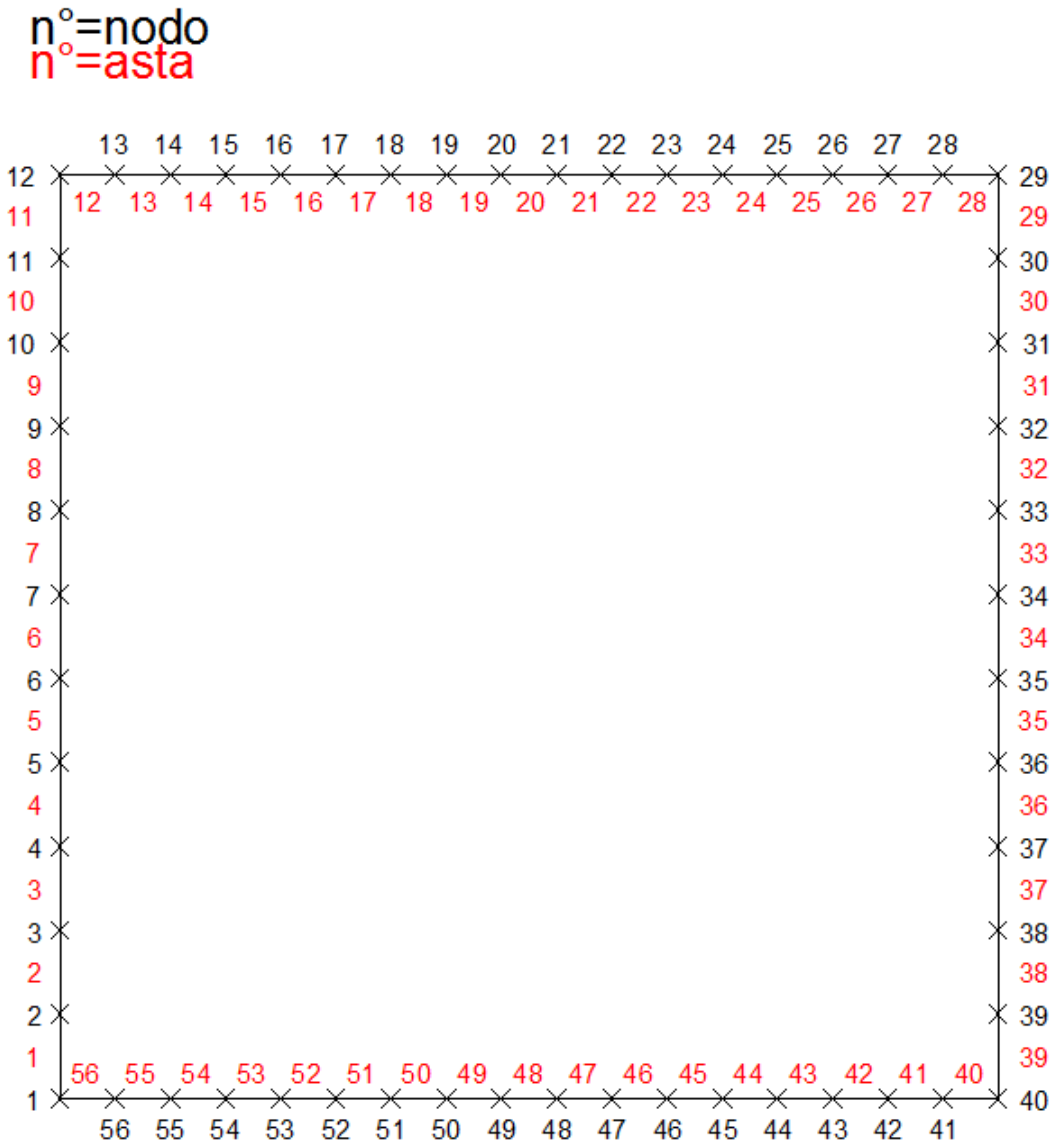
GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI
L'analisi critica dei risultati e dei parametri di controllo nonche' il confronto con calcolazioni di massima eseguite manualmente porta ad confermare la validita' dei risultati

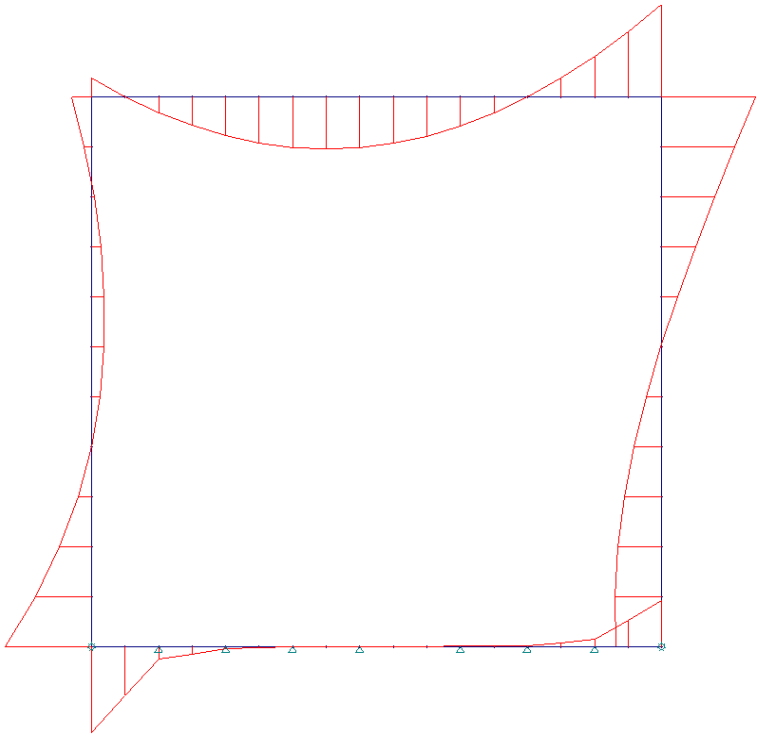
9 Opere di Fondazione

Il progetto della fondazione del manufatto in oggetto è condotto utilizzando l'Approccio 2.

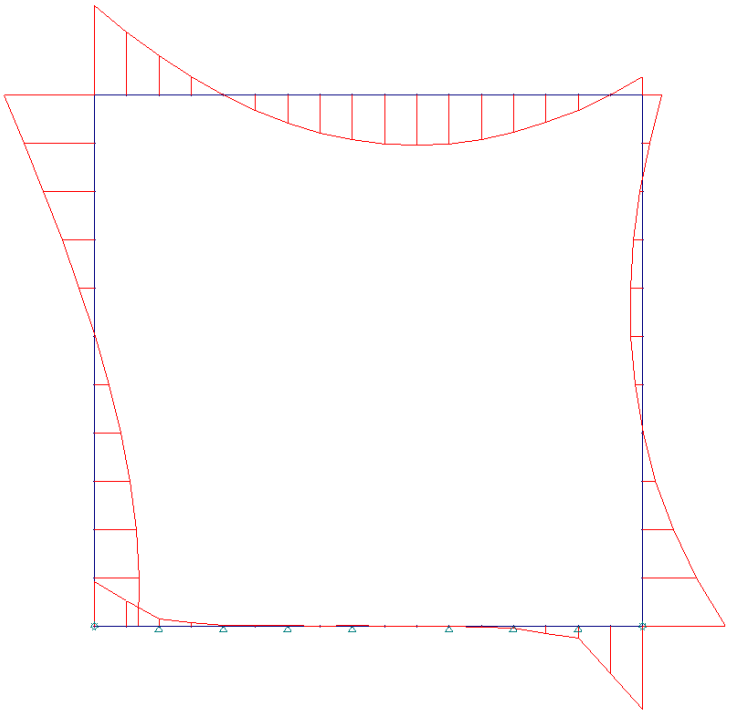
- E' stata redatta una relazione geologico – tecnica a cura del dott. Geologo Giovanni Vigano qui allegata alla quale si rimanda

10 Risultati Analisi

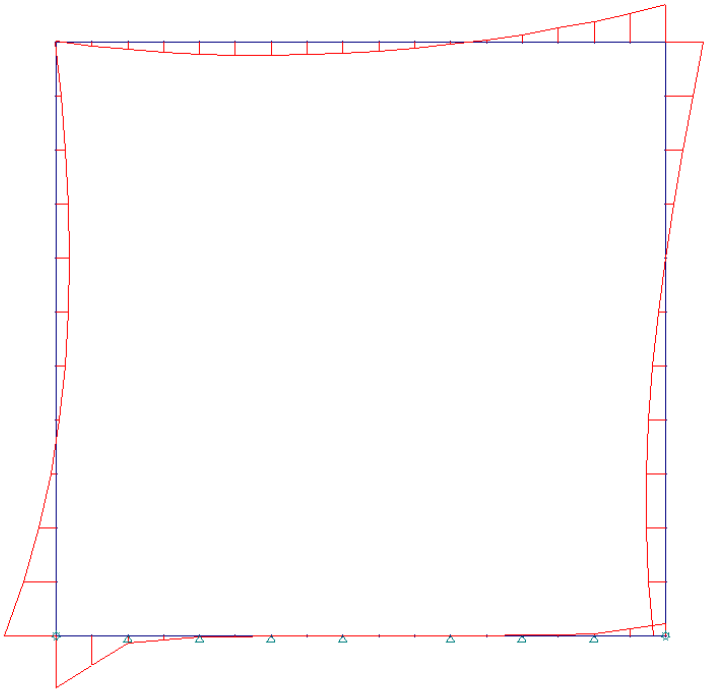




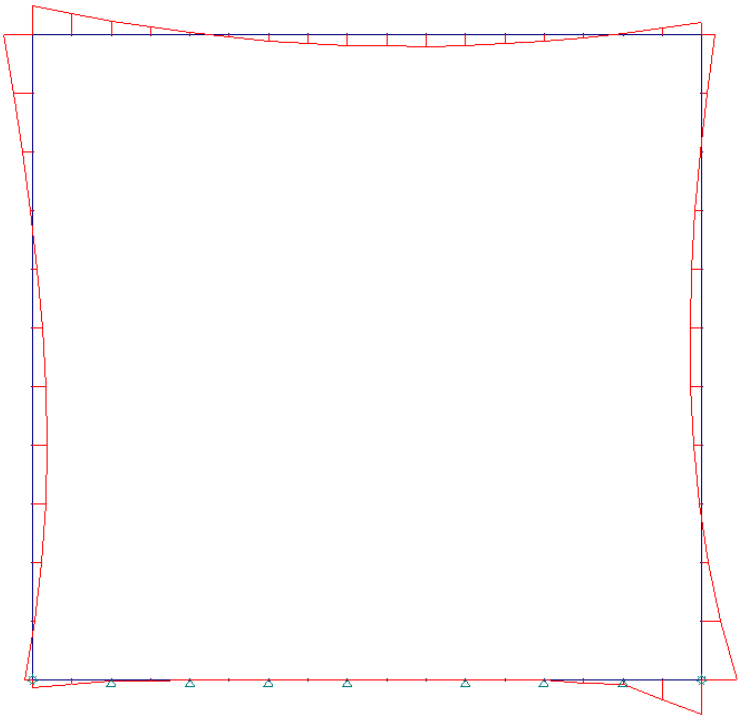
Combinazione 1 SLU



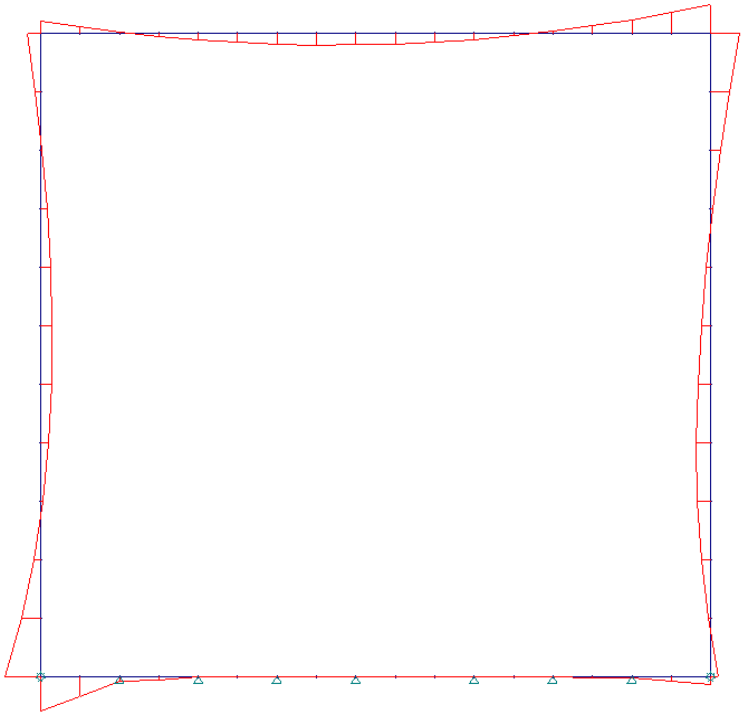
Combinazione 2 SLU



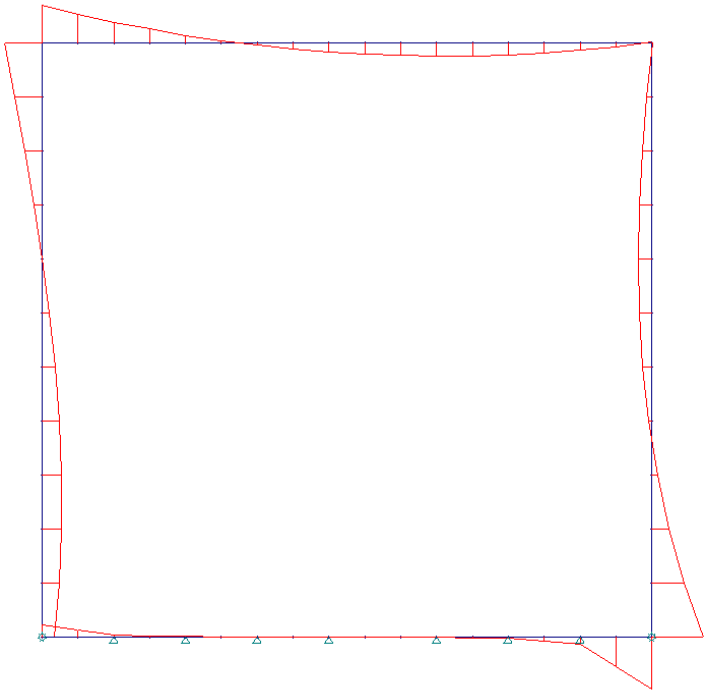
Combinazione 3 Sismica



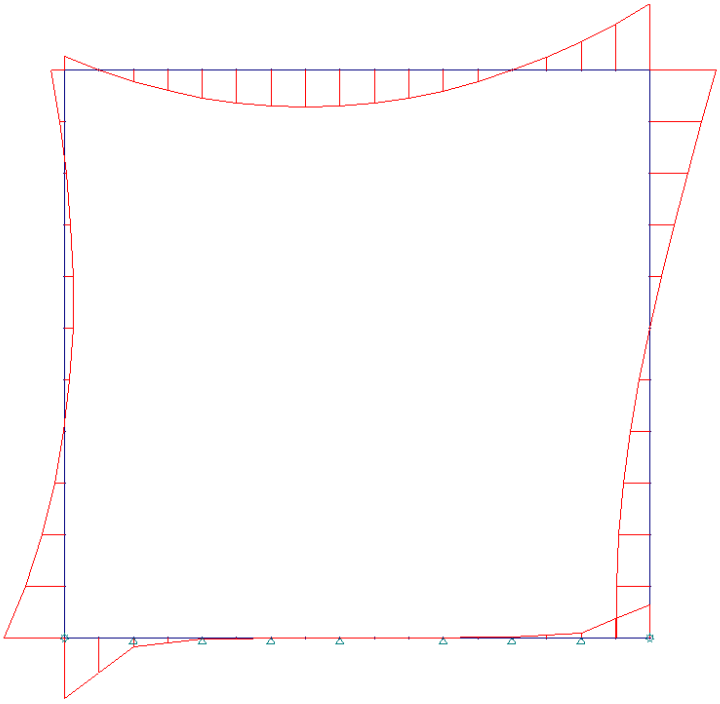
Combinazione 4 Sismica



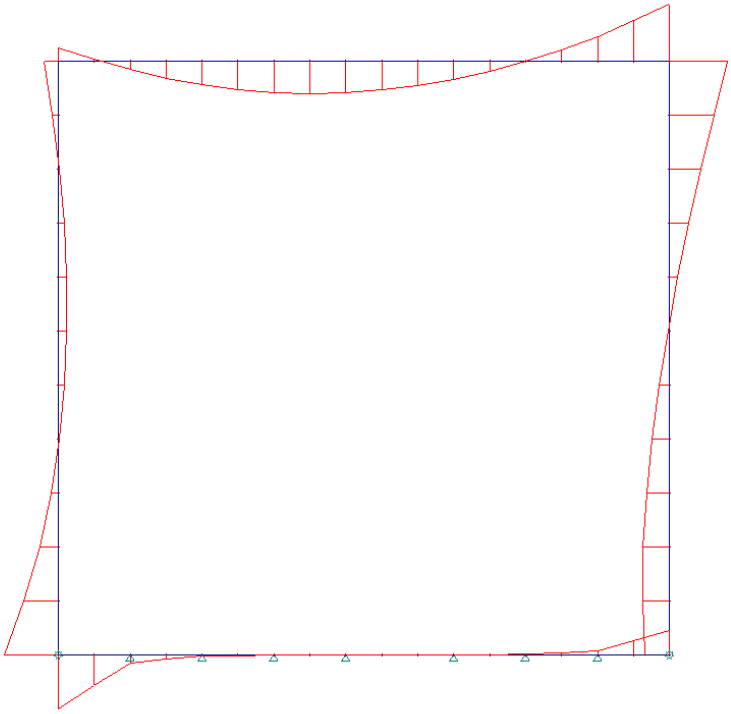
Momento Combinazione 5 Sismica



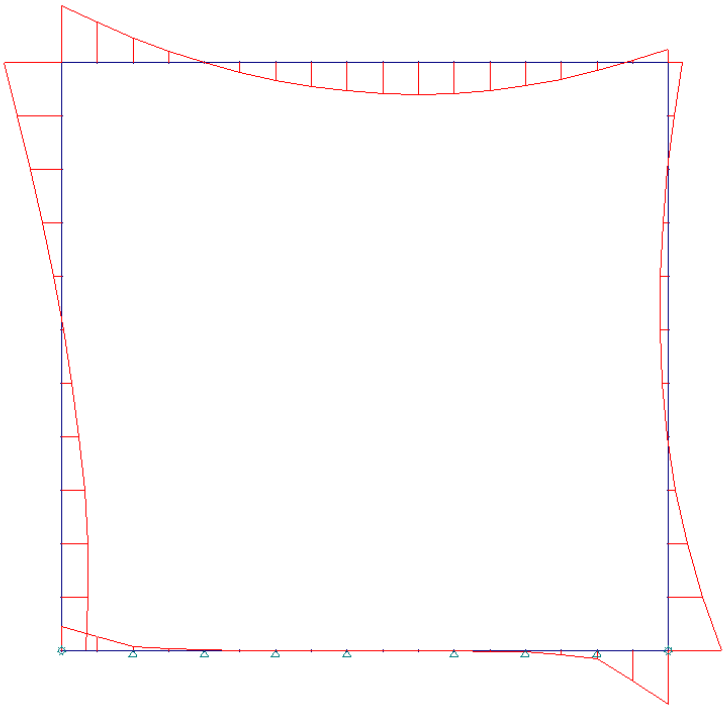
Momento Combinazione 6 Sismica



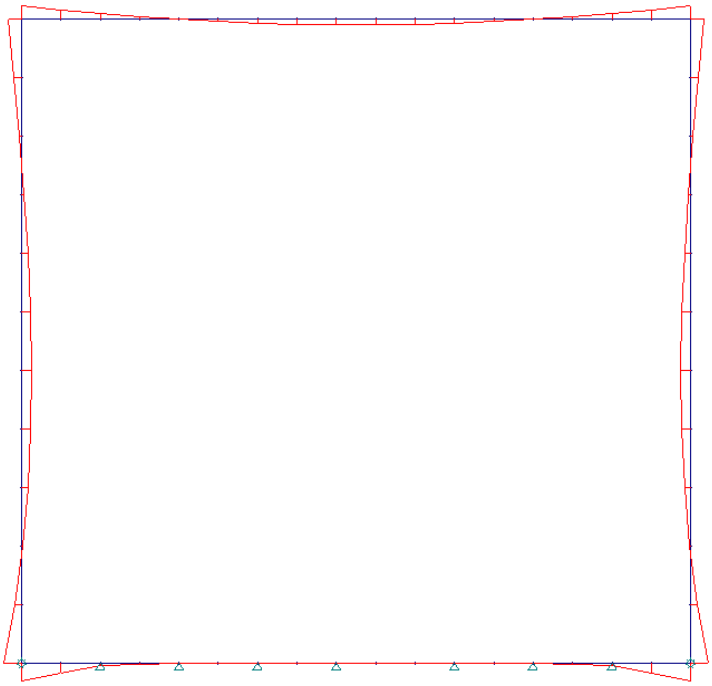
Momento Combinazione 7 SLE



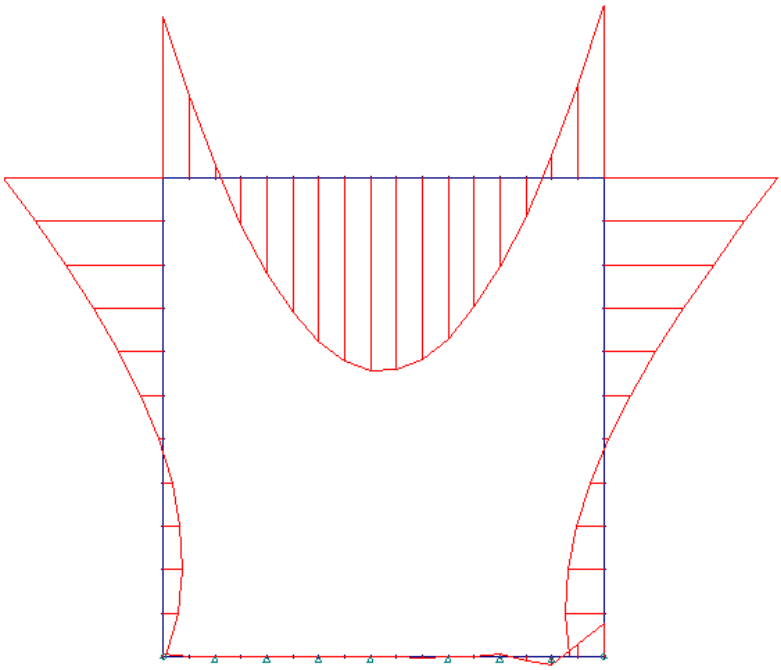
Momento Combinazione 9 SLE



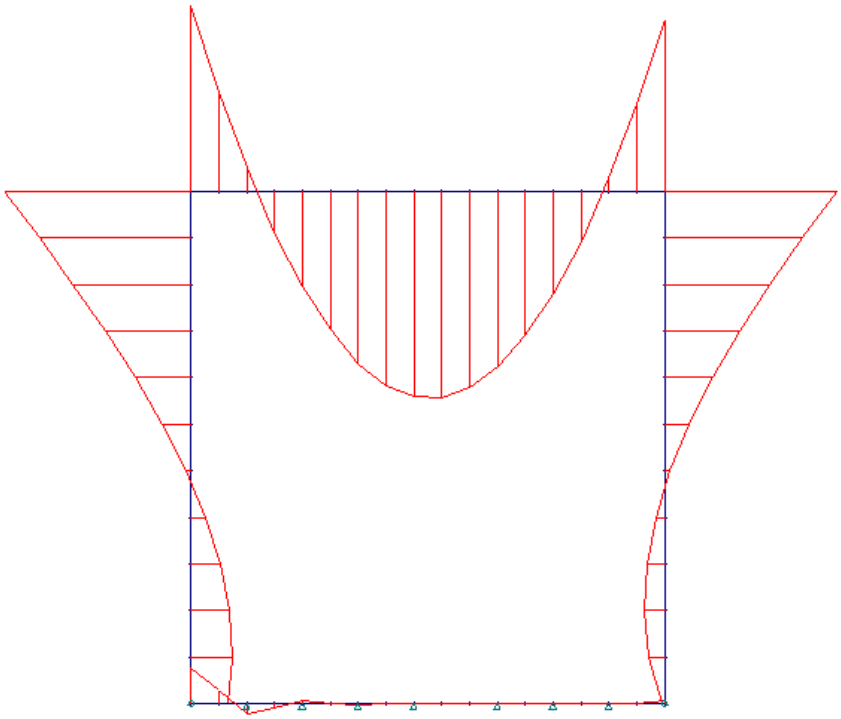
Momento Combinazione 10 SLE



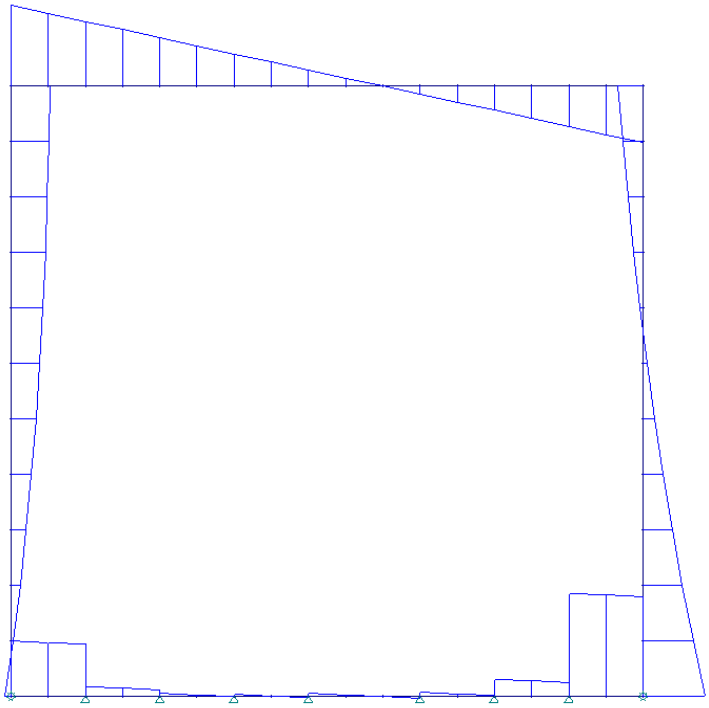
Momento Combinazione 11 SLE



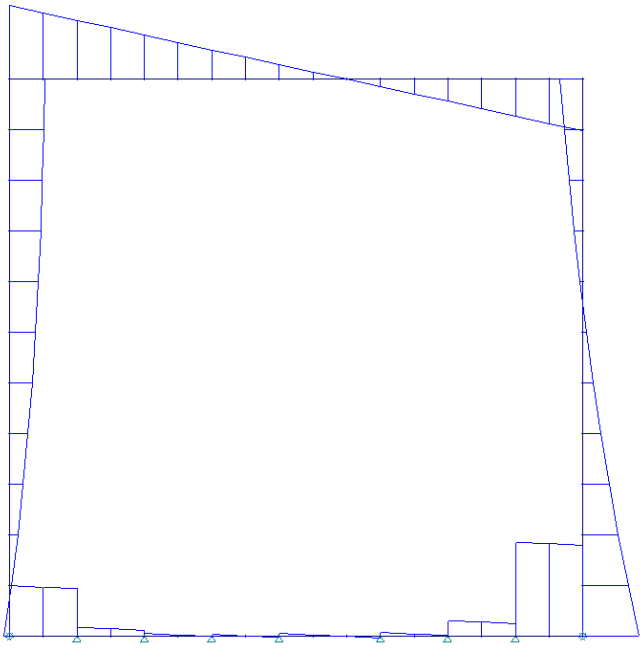
Momento Combinazione 12 Eccezionale



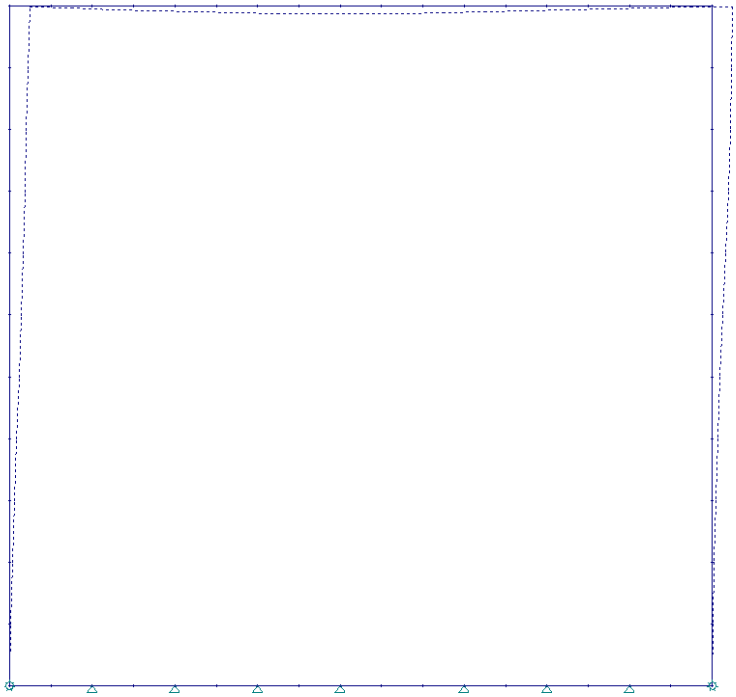
Momento Combinazione 13 Eccezionale



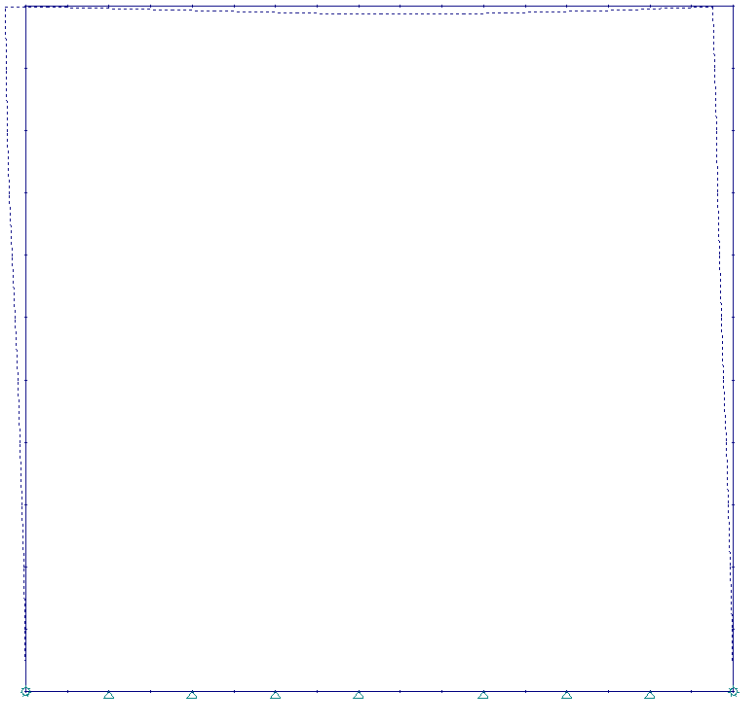
Taglio Combinazione 1 SLU



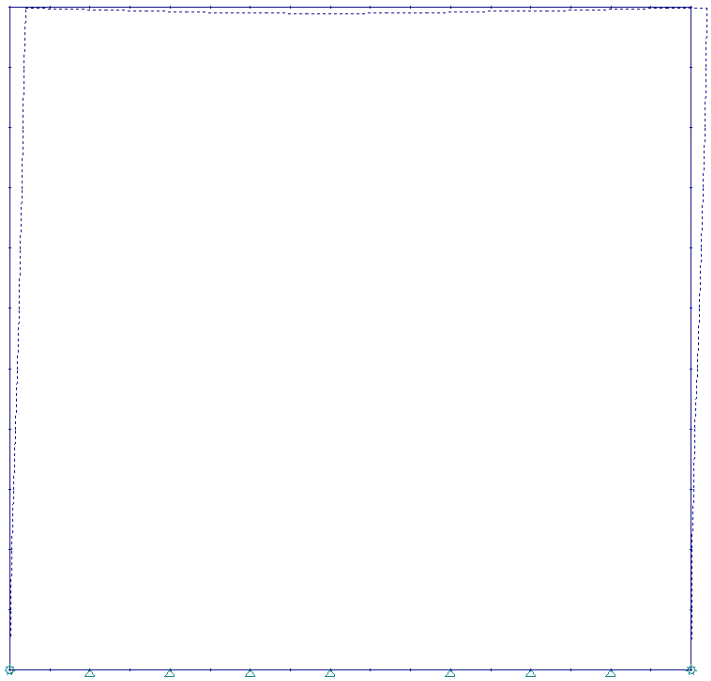
Taglio Combinazione 2 SLU



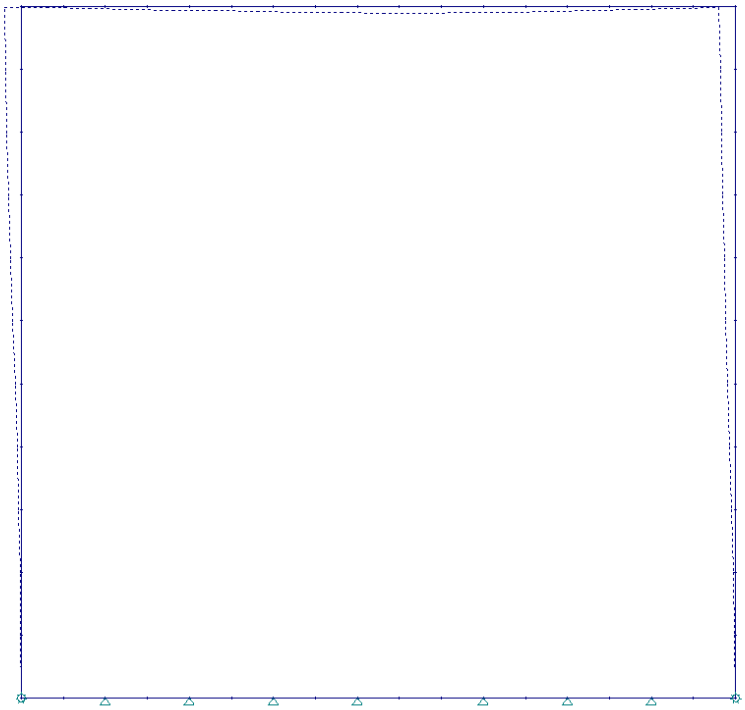
Spostamenti Com 7 SLE



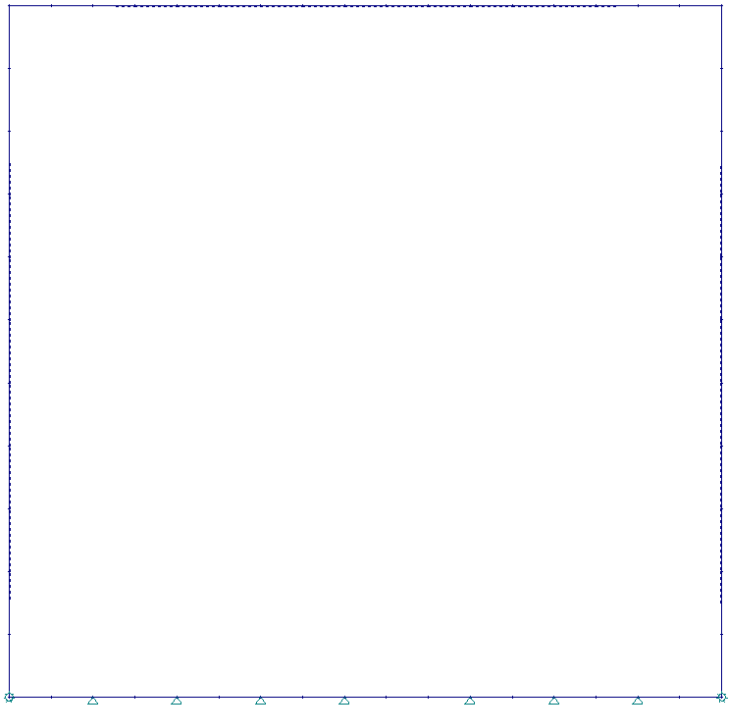
Spostamenti Com 8 SLE



Spostamenti Com 9 SLE



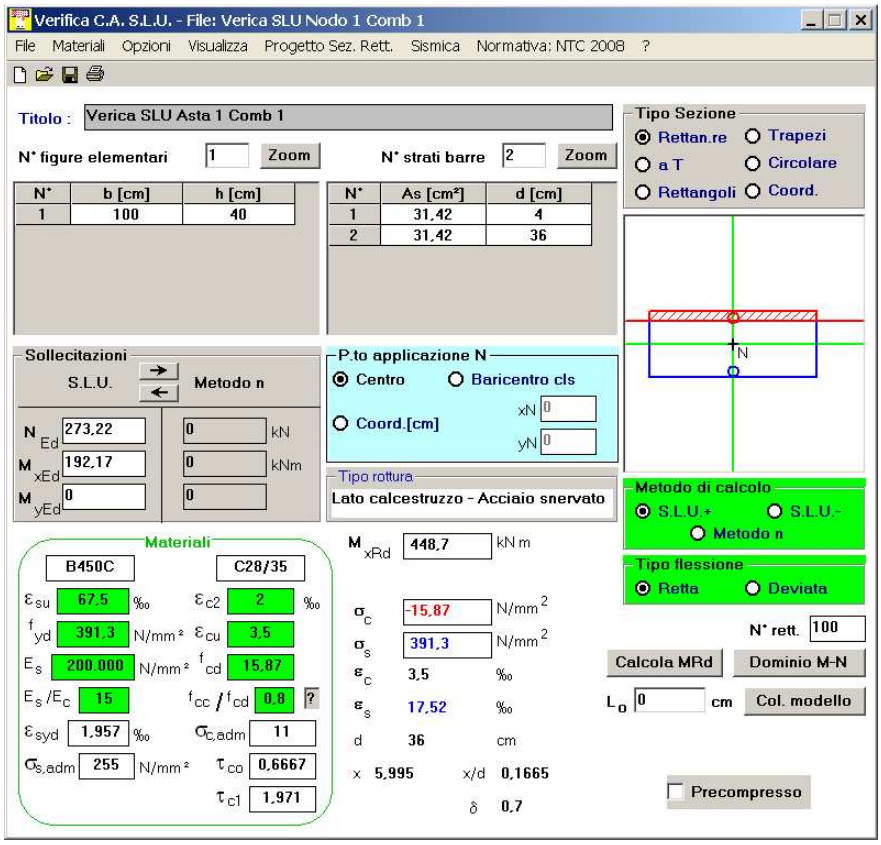
Spostamenti Com 10 SLE

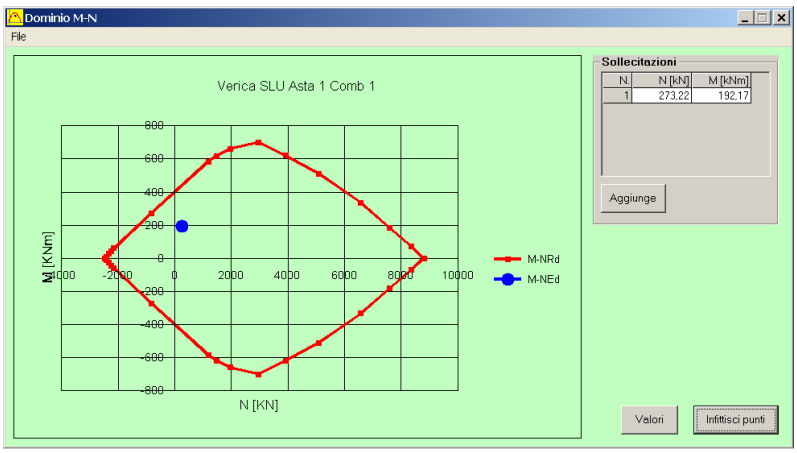


Spostamenti Com 11 SLE

11 Verifiche Sezioni

Sono state rappresentate sole le verifiche più gravose per la struttura





Verifica C.A. S.L.U. - File: Verica SLE Nodo 1 Comb 7

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : Verica SLE Asta 1 Comb 7

N° figure elementari 1 Zoom

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	31,42	4
2	31,42	36

Tipo Sezione: Rettan.re, Trapezi, a T, Circolare, Rettangoli, Coord.

Sollecitazioni — S.L.U. — Metodo n

N_{Ed}	0	191,03 kN
M_{xEd}	0	131,06 kNm
M_{yEd}	0	0

P.to applicazione N: Centro, Baricentro cls, Coord.[cm] — xN 0, yN 0

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

Materiali

B450C		C28/35	
ε_{su}	67,5 ‰	ε_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391,3 N/mm²	ε_{cu}	3,5
E_s	200.000 N/mm²	f_{cd}	15,87
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0,8 ?
ε_{syd}	1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	11
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0,6667
		τ_{c1}	1,971

σ_c -4,768 N/mm²

σ_s 103,1 N/mm²

ε_s 0,5157 ‰

d 36 cm

x 14,74 x/d 0,4095

δ 0,9518

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

Verifica C.A. S.L.U. - File: Verica SLE Nodo 1 Comb 9

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : Verica SLE Asta 1 Comb 9

N° figure elementari 1 Zoom

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	31,42	4
2	31,42	36

Tipo Sezione: Rettan.re, Trapezi, a T, Circolare, Rettangoli, Coord.

Sollecitazioni — S.L.U. — Metodo n

N_{Ed}	0	191 kN
M_{xEd}	0	111,71 kNm
M_{yEd}	0	0

P.to applicazione N: Centro, Baricentro cls, Coord.[cm] — xN 0, yN 0

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

Materiali

B450C		C28/35	
ε_{su}	67,5 ‰	ε_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391,3 N/mm²	ε_{cu}	3,5
E_s	200.000 N/mm²	f_{cd}	15,87
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0,8 ?
ε_{syd}	1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	11
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0,6667
		τ_{c1}	1,971

σ_c -4,105 N/mm²

σ_s 84,05 N/mm²

ε_s 0,4202 ‰

d 36 cm

x 15,22 x/d 0,4228

δ 0,9686

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

Verifica C.A. S.L.U. - File: Verica SLE Nodo 1 Comb 11

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : Verica SLE Asta 1 Comb 11

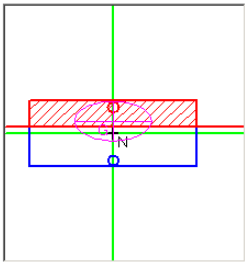
N° figure elementari 1 Zoom

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	31,42	4
2	31,42	36

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



Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}	0	74,65	kN
M_{xEd}	0	34,31	kNm
M_{yEd}	0	0	

P.to applicazione N
- Centro
- Baricentro cls
- Coord.[cm]

xN 0

yN 0

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

Materiali

B450C		C28/35	
ε_{su}	67,5 ‰	ε_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391,3 N/mm²	ε_{cu}	3,5
E_s	200.000 N/mm²	f_{cd}	15,87
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0,8 ?
ε_{syd}	1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	11
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0,6667
		τ_{c1}	1,971

σ_c	-1,283	N/mm²
σ_s	23,67	N/mm²
ε_s	0,1183	‰
d	36	cm
x	16,14	
x/d	0,4484	
δ	1	

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

Verifica C.A. S.L.U. - File: Verica SLU Asta 12 Comb 2

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : Verica SLU Asta 12 Comb 2

N° figure elementari 1 Zoom

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	31,42	4
2	31,42	36

Tipo Sezione: Rettan.re, Trapezi, a T, Circolare, Rettangoli, Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}	129,16	0 kN
M_{xEd}	208,71	0 kNm
M_{yEd}	0	0

P.to applicazione N: Centro, Baricentro cls, Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione: Retta, Deviata

Materiali

B450C		C28/35	
ε_{su}	67,5 ‰	ε_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391,3 N/mm²	ε_{cu}	3,5
E_s	200.000 N/mm²	f_{cd}	15,87
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0,8 ?
ε_{syd}	1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	11
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0,6667
		τ_{c1}	1,971

M_{xRd}	426,1	kN m
σ_c	-15,87	N/mm²
σ_s	391,3	N/mm²
ε_c	3,5	‰
ε_s	18,9	‰
d	36	cm
x	5,625	x/d 0,1562
		δ 0,7

N° rett. 100

Calcola MRd | Dominio M-N

L_0 0 cm | Col. modello

Precompresso

Dominio M-N

File

Verica SLU Asta 12 Comb 2

M [KNm] — N [KN]

M-NRd

M-NEd

Sollecitazioni

N.	N [kN]	M [kNm]
1	129,16	208,71

Aggiunge

Valori | Infittisci punti

Verifica C.A. S.L.U. - File: Verica SLE Asta 12 Comb 8

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : Verica SLE Asta 12 Comb 8

N° figure elementari 1 Zoom

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	31,42	4
2	31,42	36

Tipo Sezione: Rettan.re, Trapezi, a T, Circolare, Rettangoli, Coord.

Sollecitazioni — S.L.U. — Metodo n

N_{Ed}	0	88,04	kN
M_{xEd}	0	143,73	kNm
M_{yEd}	0	0	

P.to applicazione N: Centro, Baricentro cls, Coord.[cm] — xN 0, yN 0

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

Materiali

B450C			C28/35	
ε_{su}	67,5	‰	ε_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391,3	N/mm²	ε_{cu}	3,5
E_s	200.000	N/mm²	f_{cd}	15,87
E_s/E_c	15		f_{cc}/f_{cd}	0,8 ?
ε_{syd}	1,957	‰	$\sigma_{c,adm}$	11
$\sigma_{s,adm}$	255	N/mm²	τ_{co}	0,6667
			τ_{c1}	1,971

σ_c -5,03 N/mm²

σ_s 130,3 N/mm²

ε_s 0,6513 ‰

d 36 cm

x 13,2 x/d 0,3668

δ 0,8985

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

Verifica C.A. S.L.U. - File: Verica SLE Asta 12 Comb 10

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : Verica SLE Asta 12 Comb 10

N° figure elementari 1 Zoom

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	31,42	4
2	31,42	36

Tipo Sezione: Rettan.re, Trapezi, a T, Circolare, Rettangoli, Coord.

Sollecitazioni — S.L.U. — Metodo n

N_{Ed}	0	78,1	kN
M_{xEd}	0	120,02	kNm
M_{yEd}	0	0	

P.to applicazione N: Centro, Baricentro cls, Coord.[cm] — xN 0, yN 0

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

Materiali

B450C			C28/35	
ε_{su}	67,5	‰	ε_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391,3	N/mm²	ε_{cu}	3,5
E_s	200.000	N/mm²	f_{cd}	15,87
E_s/E_c	15		f_{cc}/f_{cd}	0,8 ?
ε_{syd}	1,957	‰	$\sigma_{c,adm}$	11
$\sigma_{s,adm}$	255	N/mm²	τ_{co}	0,6667
			τ_{c1}	1,971

σ_c -4,208 N/mm²

σ_s 108,1 N/mm²

ε_s 0,5406 ‰

d 36 cm

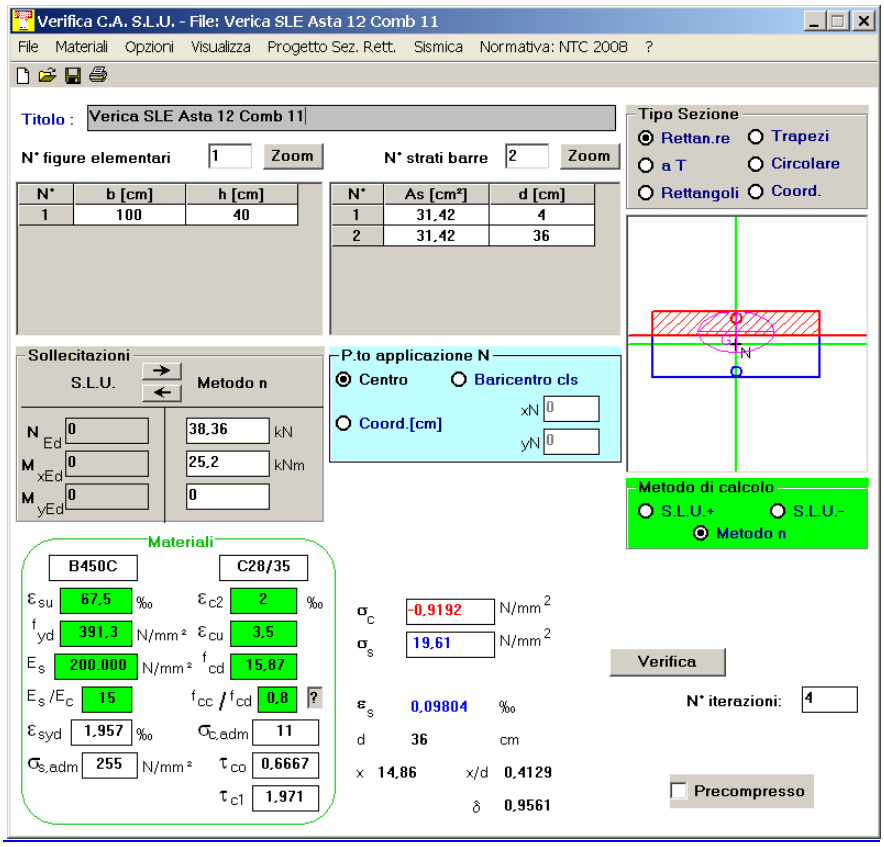
x 13,27 x/d 0,3686

δ 0,9008

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso



Come si può vedere le verifiche allo stato limiti ultimo sia in campo statico che sismico sono verificate.

Le tensioni di compressione massime del calcestruzzo:

Combinazione SLE Rara (Comb 7-8) = 0,55 fck= 90,53 [dN/cmq]

Combinazione SLE Quasi permanente (Comb 9-10) = 0,4 fck= 65,84 [dN/cmq]

Le tensioni di trazione dell'acciaio:

Combinazione Rara (Comb. 7-8)= 0,75 fyk = 2.934 [dN/cmq]

Come si può vedere nelle verifiche delle sezioni più sollecitate le tensioni massime sono tutte inferiori a quelle sopra esposte. VERIFICATO

Verifica taglio

La verifica a taglio è verificata negli elementi più sollecitati (estremi della soletta dell'impalcati e dei piedritti). Le sollecitazioni utilizzate sono quelle a filo del paramento murario

Verifica di resistenza sezione SLU estremi impalcati (presenti ferri piegati)

<u>Soletta superiore spessore 40 cm</u>

$V_{Rsd} = 0{,}9d \frac{A_{sw}}{s} f_{yd} (ctg\alpha + ctg\theta) \sin\alpha$ =70.374 [dN]

$V_{Rcd} = 0{,}9db_w f'_{cd} (ctg\alpha + ctg\theta)/(1 + ctg^2\theta)$ =266.652[dN]

$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$ =70.374[dN]

<u>Soletta fondazione spessore 50 cm</u>

$V_{Rsd} = 0{,}9d \frac{A_{sw}}{s} f_{yd} (ctg\alpha + ctg\theta) \sin\alpha$ =89.922 [dN]

$V_{Rcd} = 0{,}9db_w f'_{cd} (ctg\alpha + ctg\theta)/(1 + ctg^2\theta)$ =340.722[dN]

$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$ =89.922[dN]

Verifica di resistenza sezione SLU estremi piedritti (senza armatura a taglio)

$V_{Rsd} = [0{,}18k(100\rho_1 f_{ck})^{1/3} / \gamma_c] b_w d$ =29.943 [dN]

Verifica asta 1 secondo nodo
T=20.113 [dN] <29.943 [dN] Verificato

Verifica asta 11 primo nodo
T=15.599[dN] < 29.943[dN] Verificato

Verifica asta 12 secondo nodo
T=23.305[dN] < 70.374 [dN] Verificato

Verifica asta 40 secondo nodo
T=40.300[dN] < 89.922 [dN] Verificato

Verifica deformazione

Il massimo spostamento nella combinazione Rara (Comb. 7-8) è 0,05 cm (1/6800 L) nella mezzeria della soletta superiore in direzione verticale e 0,13 cm (1/2530 L) in direzione orizzontale pertanto la verifica è soddisfatta

Verifica alla fessurazione

In condizioni ambientali ordinarie e con armature poco sensibili

Tabella 4.1.IV – *Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione*

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

w_1, w_2, w_3 sono definiti al § 4.1.2.2.4.1, il valore di calcolo w_d, è definito al § 4.1.2.2.4.6.

La verifica è stata effettuata senza calcolo diretto come indicato nella circolare del 2 febbraio 2009 n°617 al paragrafo C4.1.2.2.4.6

Tabella C4.1.II *Diametri massimi delle barre per il controllo di fessurazione*

Tensione nell'acciaio σ_s [MPa]	Diametro massimo ϕ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0{,}4$ mm	$w_2 = 0{,}3$ mm	$w_1 = 0{,}2$ mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	-

Tabella C4.1.III *Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione*

Tensione nell'acciaio σ_s [MPa]	Spaziatura massima s delle barre (mm)		
	$w_3 = 0{,}4$ mm	$w_2 = 0{,}3$ mm	$w_1 = 0{,}2$ mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

Come si può notare nelle verifiche delle sezioni più sollecitate la tensione massima nelle Comb. Frequente è pari 1.080 [dN/cmq] e una tensione massima nella Comb. Quasi permanente è pari 237 [dN/cmq] pertanto risulta verificato in quanto l'interasse delle armature nel monolite è di 10 cm e un diametro di 20 mm

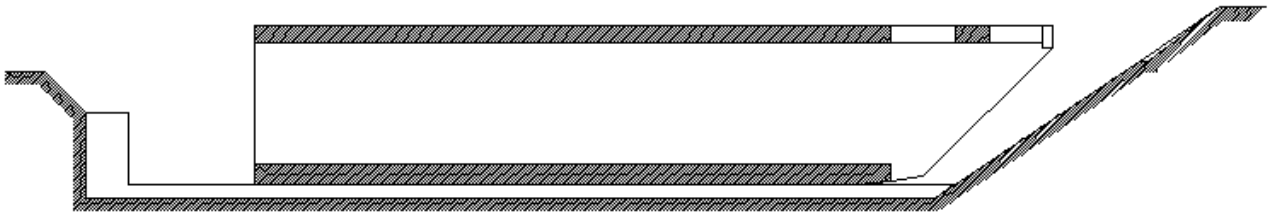
Platea di varo e muro reggispinta

La platea di varo è posizionata sul lato Ovest del rilevato ferroviario come indicato nella tavola DS01.
La platea ha dimensione 19,5 m x 5,3 m altezza di 30 cm.
La platea è collegata a un muro reggi spinta di dimensione 1 m x 6,3 m alto 3,5 m

3.1 Azioni e sollecitazioni
Per la verifica delle strutture di contrasto, necessarie per assorbire le azioni delle attrezzature di spinta, si individuano due configurazioni, rispettivamente una all'inizio e una alla fine delle operazioni di spinta.

Le caratteristiche del terreno sono state raccolte dalla relazione geologica e geotecnica del Dott. Geologo Giovanni Viganò

3.1.1 Configurazione 1
In questa configurazione i martinetti di spinta devono vincere l'attrito fra l'intradosso della fondazione e la platea di varo. Il coefficiente di attrito di primo distacco può raggiungere valori di poco superiori all'unità, si assume quindi il valore di 1,05.
Essendo il monolite ancora all'esterno del terrapieno ferroviario, non è presente alcun attrito fra terreno e pareti laterali.
Questa configurazione risulta significativa per il dimensionamento dell'armatura della platea di varo, soggetta a prevalenti azioni di sforzo normale di trazione. Tale sforzo normale ha valore nullo all'estremità libera ed aumenta gradualmente fino a raggiungere il valore massimo all'attacco col muro reggispinta; è generato dalle azioni di attrito con la fondazione del monolite ed è parzialmente limitato dalle azioni di attrito tra la soletta e il terreno sottostante. Per la valutazione di queste ultime si considera un coefficiente di attrito pari a 0.406, ovvero pari a tg25°, essendo 25° l'angolo di attrito fra terreno e soletta di varo, come indicato nella relazione geologica del Dott. Geol. Giovanni Viganò.



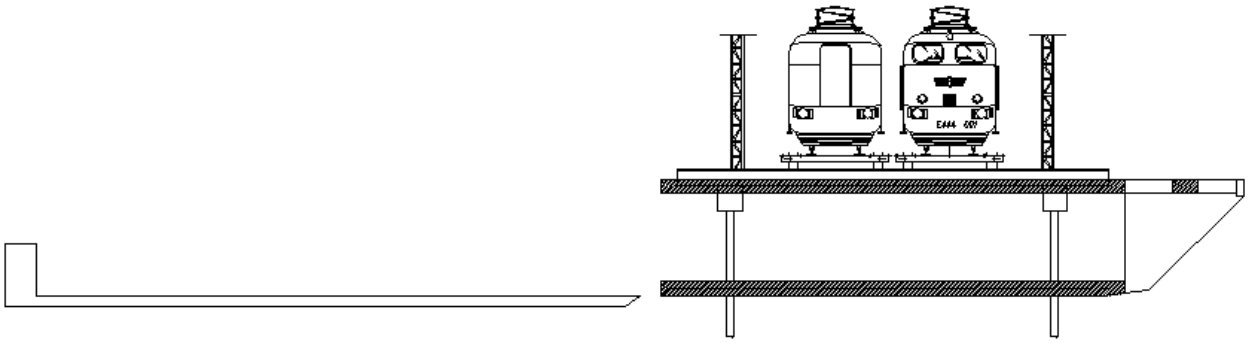
calcoliamo lo sforzo S_A nella sezione di attacco tra muro reggispinta e platea di varo.

$$P_{platea} = 101888[dN]$$
$$P_{monolite} = 233600[dN]$$
$$P_{muroreggisp\,int\,a} = 26500[dN]$$

$$S_A = 233600 * 1{,}05 - (101888 + 233600) * \tan(\phi) = 88839[dN]$$

Tale spinta coincide con il valore massimo di trazione che agisce lungo la platea e che deve essere interamente sopportato dalle armature.
In questa configurazione il muro reggispinta deve assorbire l'azione dei martinetti diminuita dello sforzo presente nella platea di varo.
Questa spinta sul muro risulta inferiore a quella presente nella configurazione 2, che viene considerata per la valutazione della capacità resistente del muro. Infatti, la spinta che viene trasmessa al terreno retrostante va aumentando gradualmente man mano che il monolite avanza dalla configurazione 1 alla configurazione finale 2.

3.1.2 Configurazione 2
Questa configurazione corrisponde alla fase in cui il monolite è uscito dalla platea di varo e la spinta è nella fasi finali.



In questa fase è massima la spinta che deve assorbire il terreno a monte del muro ed è minimo, invece, il contributo resistente fornito dalla platea di varo che si oppone alle azioni di martinetti di spinta soltanto con l'attrito sul terreno relativo al suo peso proprio.

Pertanto, l'azione applicata al muro reggispinta, valutata nella configurazione 2 nella sezione B, risulta:

$S_B = A_b + A_l - A_p - A_t$

con A_b, A_l, A_p e A_t rispettivamente:

- A_b = attrito alla base del monolite;
- A_l = attriti laterali;
- A_p = attrito terreno-platea di varo;
- A_t = attrito terreno-muro reggispinta;

$A_b = P_{monolite} \tan(\phi) = 108929[dN]$

$A_1 = [\frac{(0,8+4,5)}{2} * 1800 * K_A * \tan(\phi) * 3,75] * 2 * 15 = 86854[dN]$

$A_p = P_{platea} \tan(\phi) = 47511[dN]$

$At = P_{muroreggisp\,\text{int}\,a} \tan(\phi) = 12357[dN]$

$K_A = \tan^2(45 - \frac{\phi}{2})$ coefficiente di spinta attiva

ϕ = angolo d'attrito

$S_B = A_b + A_l - A_p - A_t = 135915[dN]$

$S_{muro} = \frac{0,5+4}{2} * 1800 * K_B * 3,5 * 6,3 = 219684[dN]$

$K_B = \tan^2(45 + \frac{\phi}{2})$ coefficiente di spinta passiva

$S_B < S_{muro}$ Verificato $\quad F = \frac{S_{muro}}{S_B} = 1,62$

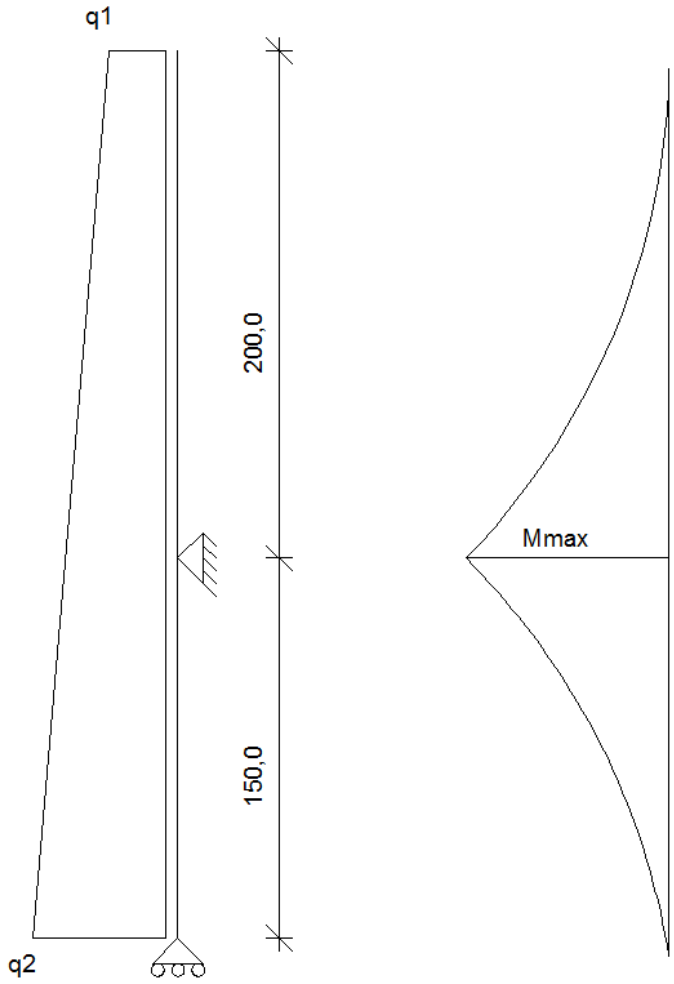
Verifica armatura trazione collegamento muro reggi spinta e platea di varo

$A_s = 16,53 \frac{cmq}{m} \quad 1\phi 14 / 20cm + 1\phi 12 / 20cm$ inferiore e superiore

$S_{A,slu} = 133258[dN] \quad S_{rd} = 16.53 * 5,3 * \frac{f_{yk}}{\gamma_S} = 342817[dN]$

$S_{A,slu} < S_{rd}$ Verificato

Verifica armatura muro reggi spinta



$q_1 = 4428[dN/m] \quad q_2 = 19926[dN/m]$

$M_{\max,SLU} = 26568[\frac{dNm}{m}]$

Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : Verifica Muro reggi Spinta

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	100

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10,05	5
2	15,71	95

Tipo Sezione: Rettan.re, Trapezi, a T, Circolare, Rettangoli, Coord.

Sollecitazioni — S.L.U. — Metodo n

N_{Ed}	0	0 kN
M_{xEd}	265,68	0 kNm
M_{yEd}	0	0

P.to applicazione N: Centro, Baricentro cls, Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C		C25/30	
ε_{su}	67,5 ‰	ε_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391,3 N/mm²	ε_{cu}	3,5
E_s	200.000 N/mm²	f_{cd}	14,17
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0,8 ?
ε_{syd}	1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	9,75
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0,6
		τ_{c1}	1,829

M_{xRd} 570,1 kN m

σ_c	-14,17	N/mm²
σ_s	391,3	N/mm²
ε_c	3,5	‰
ε_s	61,09	‰
d	95	cm
x	5,148	x/d 0,05419
		δ 0,7

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

Tipo flessione: Retta, Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd | Dominio M-N

L_0 0 cm | Col. modello

Precompresso

Dominio M-N

File

Verifica Muro reggi Spinta

M [KNm] — N [KN]

M-NRd, M-NEd

Sollecitazioni

N.	N [kN]	M [kNm]
1	0	265,68

Aggiunge

Valori | Infittisci punti

SOLLECITAZIONI

		mo nodo	ondo nodo
Asta n°	Combinaz	T (dN)	T (dN)
1	1	24865	-20113
1	2	2379	816
1	3	14702	-11913
1	4	7847	-5502
1	5	11601	-9026
1	6	4746	-2615
1	7	16839	-13635
1	8	1331	799
1	9	15101	-12112
1	10	2695	-565
1	11	8149	-6019
2	1	20113	-15717
2	2	-816	3655
2	3	11913	-9362
2	4	5502	-3395
2	5	9026	-6689
2	6	2615	-723
2	7	13635	-10669
2	8	-799	2692
2	9	12112	-9360
2	10	565	1328
2	11	6019	-4126
3	1	15717	-11678
3	2	-3655	6138
3	3	9362	-7047
3	4	3395	-1525
3	5	6689	-4590
3	6	723	932
3	7	10669	-7940
3	8	-2692	4347
3	9	9360	-6847
3	10	-1328	2983
3	11	4126	-2471
4	1	11678	-7996
4	2	-6138	8264
4	3	7047	-4971
4	4	1525	107
4	5	4590	-2728
4	6	-932	2350
4	7	7940	-5449
4	8	-4347	5764
4	9	6847	-4570
4	10	-2983	4401
4	11	2471	-1053
5	1	7996	-4669
5	2	-8264	10034
5	3	4971	-3132
5	4	-107	1502
5	5	2728	-1104
5	6	-2350	3530
5	7	5449	-3196
5	8	-5764	6944

5	9	4570	-2532
5	10	-4401	5581
5	11	1053	127
6	1	4669	-1632
6	2	-10034	11515
6	3	3132	-1486
6	4	-1502	2704
6	5	1104	328
6	6	-3530	4517
6	7	3196	-1135
6	8	-6944	7932
6	9	2532	-686
6	10	-5581	6568
6	11	-127	1114
7	1	1632	1184
7	2	-11515	12775
7	3	1486	13
7	4	-2704	3758
7	5	-328	1612
7	6	-4517	5357
7	7	1135	778
7	8	-7932	8771
7	9	686	1013
7	10	-6568	7408
7	11	-1114	1954
8	1	-1184	3779
8	2	-12775	13813
8	3	-13	1364
8	4	-3758	4665
8	5	-1612	2748
8	6	-5357	6049
8	7	-778	2543
8	8	-8771	9463
8	9	-1013	2564
8	10	-7408	8100
8	11	-1954	2646
9	1	-3779	6152
9	2	-13813	14630
9	3	-1364	2567
9	4	-4665	5424
9	5	-2748	3737
9	6	-6049	6593
9	7	-2543	4161
9	8	-9463	10008
9	9	-2564	3967
9	10	-8100	8644
9	11	-2646	3190
10	1	-6152	8303
10	2	-14630	15225
10	3	-2567	3623
10	4	-5424	6036
10	5	-3737	4578
10	6	-6593	6990
10	7	-4161	5631
10	8	-10008	10405
10	9	-3967	5222

10	10	-8644	9041
10	11	-3190	3587
11	1	-8303	10234
11	2	-15225	15599
11	3	-3623	4532
11	4	-6036	6500
11	5	-4578	5272
11	6	-6990	7240
11	7	-5631	6954
11	8	-10405	10654
11	9	-5222	6330
11	10	-9041	9290
11	11	-3587	3836
12	1	22867	-19606
12	2	32566	-29305
12	3	4921	-4078
12	4	8064	-7222
12	5	6259	-5416
12	6	9402	-8559
12	7	15803	-13550
12	8	22491	-20239
12	9	13475	-11575
12	10	18826	-16926
12	11	4165	-3675
13	1	19606	-16346
13	2	29305	-26044
13	3	4078	-3236
13	4	7222	-6379
13	5	5416	-4574
13	6	8559	-7717
13	7	13550	-11298
13	8	20239	-17986
13	9	11575	-9675
13	10	16926	-15026
13	11	3675	-3185
14	1	16346	-13085
14	2	26044	-22784
14	3	3236	-2393
14	4	6379	-5537
14	5	4574	-3731
14	6	7717	-6874
14	7	11298	-9045
14	8	17986	-15734
14	9	9675	-7775
14	10	15026	-13126
14	11	3185	-2695
15	1	13085	-9824
15	2	22784	-19523
15	3	2393	-1551
15	4	5537	-4694
15	5	3731	-2888
15	6	6874	-6032
15	7	9045	-6792
15	8	15734	-13481
15	9	7775	-5875
15	10	13126	-11226

15	11	2695	-2205
16	1	9824	-6563
16	2	19523	-16262
16	3	1551	-708
16	4	4694	-3852
16	5	2888	-2046
16	6	6032	-5189
16	7	6792	-4540
16	8	13481	-11228
16	9	5875	-3975
16	10	11226	-9326
16	11	2205	-1715
17	1	6563	-3303
17	2	16262	-13001
17	3	708	134
17	4	3852	-3009
17	5	2046	-1203
17	6	5189	-4347
17	7	4540	-2287
17	8	11228	-8976
17	9	3975	-2075
17	10	9326	-7426
17	11	1715	-1225
18	1	3303	-42
18	2	13001	-9740
18	3	-134	977
18	4	3009	-2167
18	5	1203	-361
18	6	4347	-3504
18	7	2287	-35
18	8	8976	-6723
18	9	2075	-175
18	10	7426	-5526
18	11	1225	-735
19	1	42	3219
19	2	9740	-6480
19	3	-977	1819
19	4	2167	-1324
19	5	361	482
19	6	3504	-2662
19	7	35	2218
19	8	6723	-4471
19	9	175	1725
19	10	5526	-3626
19	11	735	-245
20	1	-3219	6480
20	2	6480	-3219
20	3	-1819	2662
20	4	1324	-482
20	5	-482	1324
20	6	2662	-1819
20	7	-2218	4471
20	8	4471	-2218
20	9	-1725	3626
20	10	3626	-1725
20	11	245	245

21	1	-6480	9740
21	2	3219	42
21	3	-2662	3504
21	4	482	361
21	5	-1324	2167
21	6	1819	-977
21	7	-4471	6723
21	8	2218	35
21	9	-3626	5526
21	10	1725	175
21	11	-245	735
22	1	-9740	13001
22	2	-42	3303
22	3	-3504	4347
22	4	-361	1203
22	5	-2167	3009
22	6	977	-134
22	7	-6723	8976
22	8	-35	2287
22	9	-5526	7426
22	10	-175	2075
22	11	-735	1225
23	1	-13001	16262
23	2	-3303	6563
23	3	-4347	5189
23	4	-1203	2046
23	5	-3009	3852
23	6	134	708
23	7	-8976	11228
23	8	-2287	4540
23	9	-7426	9326
23	10	-2075	3975
23	11	-1225	1715
24	1	-16262	19523
24	2	-6563	9824
24	3	-5189	6032
24	4	-2046	2888
24	5	-3852	4694
24	6	-708	1551
24	7	-11228	13481
24	8	-4540	6792
24	9	-9326	11226
24	10	-3975	5875
24	11	-1715	2205
25	1	-19523	22784
25	2	-9824	13085
25	3	-6032	6874
25	4	-2888	3731
25	5	-4694	5537
25	6	-1551	2393
25	7	-13481	15734
25	8	-6792	9045
25	9	-11226	13126
25	10	-5875	7775
25	11	-2205	2695
26	1	-22784	26044

26	2	-13085	16346
26	3	-6874	7717
26	4	-3731	4574
26	5	-5537	6379
26	6	-2393	3236
26	7	-15734	17986
26	8	-9045	11298
26	9	-13126	15026
26	10	-7775	9675
26	11	-2695	3185
27	1	-26044	29305
27	2	-16346	19606
27	3	-7717	8559
27	4	-4574	5416
27	5	-6379	7222
27	6	-3236	4078
27	7	-17986	20239
27	8	-11298	13550
27	9	-15026	16926
27	10	-9675	11575
27	11	-3185	3675
28	1	-29305	32566
28	2	-19606	22867
28	3	-8559	9402
28	4	-5416	6259
28	5	-7222	8064
28	6	-4078	4921
28	7	-20239	22491
28	8	-13550	15803
28	9	-16926	18826
28	10	-11575	13475
28	11	-3675	4165
29	1	15599	-15225
29	2	10234	-8303
29	3	7240	-6990
29	4	5272	-4578
29	5	6500	-6036
29	6	4532	-3623
29	7	10654	-10405
29	8	6954	-5631
29	9	9290	-9041
29	10	6330	-5222
29	11	3836	-3587
30	1	15225	-14630
30	2	8303	-6152
30	3	6990	-6593
30	4	4578	-3737
30	5	6036	-5424
30	6	3623	-2567
30	7	10405	-10008
30	8	5631	-4161
30	9	9041	-8644
30	10	5222	-3967
30	11	3587	-3190
31	1	14630	-13813
31	2	6152	-3779

31	3	6593	-6049
31	4	3737	-2748
31	5	5424	-4665
31	6	2567	-1364
31	7	10008	-9463
31	8	4161	-2543
31	9	8644	-8100
31	10	3967	-2564
31	11	3190	-2646
32	1	13813	-12775
32	2	3779	-1184
32	3	6049	-5357
32	4	2748	-1612
32	5	4665	-3758
32	6	1364	-13
32	7	9463	-8771
32	8	2543	-778
32	9	8100	-7408
32	10	2564	-1013
32	11	2646	-1954
33	1	12775	-11515
33	2	1184	1632
33	3	5357	-4517
33	4	1612	-328
33	5	3758	-2704
33	6	13	1486
33	7	8771	-7932
33	8	778	1135
33	9	7408	-6568
33	10	1013	686
33	11	1954	-1114
34	1	11515	-10034
34	2	-1632	4669
34	3	4517	-3530
34	4	328	1104
34	5	2704	-1502
34	6	-1486	3132
34	7	7932	-6944
34	8	-1135	3196
34	9	6568	-5581
34	10	-686	2532
34	11	1114	-127
35	1	10034	-8264
35	2	-4669	7996
35	3	3530	-2350
35	4	-1104	2728
35	5	1502	-107
35	6	-3132	4971
35	7	6944	-5764
35	8	-3196	5449
35	9	5581	-4401
35	10	-2532	4570
35	11	127	1053
36	1	8264	-6138
36	2	-7996	11678
36	3	2350	-932

36	4	-2728	4590
36	5	107	1525
36	6	-4971	7047
36	7	5764	-4347
36	8	-5449	7940
36	9	4401	-2983
36	10	-4570	6847
36	11	-1053	2471
37	1	6138	-3655
37	2	-11678	15717
37	3	932	723
37	4	-4590	6689
37	5	-1525	3395
37	6	-7047	9362
37	7	4347	-2692
37	8	-7940	10669
37	9	2983	-1328
37	10	-6847	9360
37	11	-2471	4126
38	1	3655	-816
38	2	-15717	20113
38	3	-723	2615
38	4	-6689	9026
38	5	-3395	5502
38	6	-9362	11913
38	7	2692	-799
38	8	-10669	13635
38	9	1328	565
38	10	-9360	12112
38	11	-4126	6019
39	1	816	2379
39	2	-20113	24865
39	3	-2615	4746
39	4	-9026	11601
39	5	-5502	7847
39	6	-11913	14702
39	7	799	1331
39	8	-13635	16839
39	9	-565	2695
39	10	-12112	15101
39	11	-6019	8149
40	1	-22311	21688
40	2	40300	-40923
40	3	-5724	5284
40	4	13856	-14296
40	5	2912	-3352
40	6	22492	-22932
40	7	-15716	15266
40	8	27464	-27914
40	9	-11183	10743
40	10	23361	-23801
40	11	6914	-7354
41	1	-21688	21066
41	2	40923	-41545
41	3	-5284	4844
41	4	14296	-14736

41	5	3352	-3792
41	6	22932	-23372
41	7	-15266	14816
41	8	27914	-28364
41	9	-10743	10303
41	10	23801	-24241
41	11	7354	-7794
42	1	-3869	3247
42	2	5528	-6151
42	3	-1227	787
42	4	1712	-2152
42	5	69	-509
42	6	3008	-3448
42	7	-2735	2285
42	8	3746	-4196
42	9	-2046	1606
42	10	3138	-3578
42	11	670	-1110
43	1	-3247	2624
43	2	6151	-6773
43	3	-787	347
43	4	2152	-2592
43	5	509	-949
43	6	3448	-3888
43	7	-2285	1835
43	8	4196	-4646
43	9	-1606	1166
43	10	3578	-4018
43	11	1110	-1550
44	1	-1057	434
44	2	364	-987
44	3	-519	79
44	4	-75	-365
44	5	-323	-117
44	6	121	-561
44	7	-755	305
44	8	225	-675
44	9	-643	203
44	10	141	-581
44	11	-232	-208
45	1	-434	-188
45	2	987	-1609
45	3	-79	-361
45	4	365	-805
45	5	117	-557
45	6	561	-1001
45	7	-305	-145
45	8	675	-1125
45	9	-203	-237
45	10	581	-1021
45	11	208	-648
46	1	-1004	381
46	2	-823	200
46	3	-682	242
46	4	-625	185
46	5	-657	217

46	6	-600	160
46	7	-724	274
46	8	-599	149
46	9	-696	256
46	10	-596	156
46	11	-644	204
47	1	-381	-241
47	2	-200	-422
47	3	-242	-198
47	4	-185	-255
47	5	-217	-223
47	6	-160	-280
47	7	-274	-176
47	8	-149	-301
47	9	-256	-184
47	10	-156	-284
47	11	-204	-236
48	1	241	-864
48	2	422	-1045
48	3	198	-638
48	4	255	-695
48	5	223	-663
48	6	280	-720
48	7	176	-626
48	8	301	-751
48	9	184	-624
48	10	284	-724
48	11	236	-676
49	1	-820	197
49	2	-607	-16
49	3	-559	119
49	4	-492	52
49	5	-530	90
49	6	-463	23
49	7	-587	137
49	8	-440	-10
49	9	-562	122
49	10	-444	4
49	11	-506	66
50	1	-197	-425
50	2	16	-638
50	3	-119	-321
50	4	-52	-388
50	5	-90	-350
50	6	-23	-417
50	7	-137	-313
50	8	10	-460
50	9	-122	-318
50	10	-4	-436
50	11	-66	-374
51	1	-1553	930
51	2	-143	-480
51	3	-963	523
51	4	-522	82
51	5	-768	328
51	6	-327	-113

51	7	-1085	635
51	8	-112	-338
51	9	-982	542
51	10	-204	-236
51	11	-612	172
52	1	-930	308
52	2	480	-1102
52	3	-523	83
52	4	-82	-358
52	5	-328	-112
52	6	113	-553
52	7	-635	185
52	8	338	-788
52	9	-542	102
52	10	236	-676
52	11	-172	-268
53	1	-6765	6142
53	2	2631	-3254
53	3	-3882	3442
53	4	-944	504
53	5	-2586	2146
53	6	352	-792
53	7	-4640	4190
53	8	1840	-2290
53	9	-4012	3572
53	10	1171	-1611
53	11	-1544	1104
54	1	-6142	5520
54	2	3254	-3876
54	3	-3442	3002
54	4	-504	64
54	5	-2146	1706
54	6	792	-1232
54	7	-4190	3740
54	8	2290	-2740
54	9	-3572	3132
54	10	1611	-2051
54	11	-1104	664
55	1	-41544	40921
55	2	21067	-21689
55	3	-23371	22931
55	4	-3791	3351
55	5	-14735	14295
55	6	4844	-5284
55	7	-28363	27913
55	8	14817	-15267
55	9	-24240	23800
55	10	10304	-10744
55	11	-7793	7353
56	1	-40299	40921
56	2	22312	-21689
56	3	-22491	22931
56	4	-2911	3351
56	5	-13855	14295
56	6	5724	-5284
56	7	-27463	27913

56	8	15717	-15267
56	9	-23360	23800
56	10	11184	-10744
56	11	-6913	7353
		40923	40921

SOLLECITAZIONI

		Primo nodo asta			Secondo nodo asta		
Asta n°	Combinaz	N (dN)	T (dN)	M (dN.m)	N (dN)	T (dN)	M (d N.m)
1	12	49851	5291	-274	-49515	-2671	1605
2	12	49515	2671	-1605	-49179	-316	2100
3	12	49178,53	315,6548	-2100,24	-48842,2	1773,87	1847,552
4	12	48842,16	-1773,87	-1847,55	-48505,8	3598,003	936,6617
5	12	48505,8	-3598	-936,662	-48169,4	5156,747	-543,167
6	12	48169,43	-5156,75	543,1674	-47833,1	6500,553	-2508,32
7	12	47833,07	-6500,55	2508,323	-47496,7	7679,877	-4897,82
8	12	47496,71	-7679,88	4897,823	-47160,3	8694,72	-7656,34
9	12	47160,34	-8694,72	7656,344	-46824	9545,08	-10728,6
10	12	46823,98	-9545,08	10728,56	-46487,6	10230,96	-14059,1
11	12	46487,62	-10231	14059,14	-46151,3	10751,52	-17592,7
12	12	10751,52	46151,25	17592,67	-10751,5	-40671,3	-8910,42
13	12	10751,52	40671,25	8910,417	-10751,5	-35191,3	-1324,17
14	12	10751,52	35191,25	1324,165	-10751,5	-29711,3	5166,086
15	12	10751,52	29711,25	-5166,09	-10751,5	-24231,3	10560,34
16	12	10751,52	24231,25	-10560,3	-10751,5	-18751,3	14858,59
17	12	10751,52	18751,25	-14858,6	-10751,5	-13271,3	18060,84
18	12	10751,52	13271,25	-18060,8	-10751,5	-7791,26	20167,09
19	12	10751,52	7791,255	-20167,1	-10751,5	-2311,25	21177,34
20	12	10751,52	2311,254	-21177,3	-10751,5	3168,744	21091,59
21	12	10751,52	-3168,74	-21091,6	-10751,5	8648,744	19909,84
22	12	10751,52	-8648,74	-19909,8	-10751,5	14128,75	17632,09
23	12	10751,52	-14128,8	-17632,1	-10751,5	19608,75	14258,34
24	12	10751,52	-19608,8	-14258,3	-10751,5	25088,74	9788,598
25	12	10751,52	-25088,7	-9788,6	-10751,5	30568,74	4222,848
26	12	10751,52	-30568,7	-4222,85	-10751,5	36048,75	-2438,9
27	12	10751,52	-36048,8	2438,902	-10751,5	41528,75	-10196,7
28	12	10751,52	-41528,8	10196,65	-10751,5	47008,75	-19050,4
29	12	47008,75	10751,52	19050,4	-47345,1	-10471,7	-15476,4
30	12	47345,11	10471,66	15476,39	-47681,5	-10026,5	-12024,4
31	12	47681,47	10026,48	12024,37	-48017,8	-9416,83	-8749,75
32	12	48017,84	9416,825	8749,746	-48354,2	-8642,68	-5707,85
33	12	48354,2	8642,684	5707,854	-48690,6	-7704,06	-2954,02
34	12	48690,56	7704,062	2954,018	-49026,9	-6600,96	-543,564
35	12	49026,93	6600,958	543,5641	-49363,3	-5282,92	1462,526
36	12	49363,29	5282,916	-1462,53	-49699,7	-3699,48	2980,642
37	12	49699,65	3699,484	-2980,64	-50036	-1850,66	3921,514
38	12	50036,02	1850,661	-3921,51	-50372,4	263,5527	4195,876
39	12	50372,38	-263,553	-4195,88	-50708,8	2643,156	3714,46
40	12	0	-12114,8	-3714,46	0	11674,82	1335,495
41	12	0	-11674,8	-1335,5	0	11234,82	-955,471
42	12	0	2657,235	955,4708	0	-3097,23	-380,024
43	12	0	3097,234	380,0237	0	-3537,24	283,4234
44	12	0	-1154,12	-283,423	0	714,1161	96,6005
45	12	0	-714,116	-96,6005	0	274,1159	-2,2227
46	12	0	-531,084	2,2227	0	91,0839	-64,4396
47	12	0	-91,0839	64,4396	0	-348,916	-38,6563
48	12	0	348,9163	38,6563	0	-788,916	75,1269
49	12	0	-596,068	-75,1269	0	156,0679	-8,7E-06
50	12	0	-156,068	8,67E-06	0	-283,932	12,6997
51	12	0	-346,563	-12,6997	0	-93,4371	-12,613
52	12	0	93,4371	12,613	0	-533,437	50,0744

53	12	0	-657,679	-50,0744	0	217,6795	-37,4615
54	12	0	-217,68	37,4615	0	-222,321	-36,9972
55	12	0	337,2803	36,9972	0	-777,279	74,4588
56	12	0	1217,279	273,9148	0	-777,279	-74,4588
1	13	50708,73	2643,153	-3714,49	-50372,4	-263,549	4195,908
2	13	50372,37	263,5489	-4195,91	-50036	1850,665	3921,544
3	13	50036,01	-1850,67	-3921,54	-49699,6	3699,488	2980,67
4	13	49699,64	-3699,49	-2980,67	-49363,3	5282,92	1462,554
5	13	49363,28	-5282,92	-1462,55	-49026,9	6600,961	-543,538
6	13	49026,92	-6600,96	543,5383	-48690,6	7704,065	-2953,99
7	13	48690,55	-7704,07	2953,994	-48354,2	8642,688	-5707,83
8	13	48354,19	-8642,69	5707,83	-48017,8	9416,829	-8749,72
9	13	48017,82	-9416,83	8749,724	-47681,5	10026,49	-12024,4
10	13	47681,46	-10026,5	12024,35	-47345,1	10471,67	-15476,4
11	13	47345,1	-10471,7	15476,38	-47008,7	10751,52	-19050,4
12	13	10751,52	47008,73	19050,39	-10751,5	-41528,7	-10196,6
13	13	10751,52	41528,73	10196,64	-10751,5	-36048,7	-2438,89
14	13	10751,52	36048,73	2438,892	-10751,5	-30568,7	4222,855
15	13	10751,52	30568,73	-4222,86	-10751,5	-25088,7	9788,603
16	13	10751,52	25088,73	-9788,6	-10751,5	-19608,7	14258,35
17	13	10751,52	19608,73	-14258,4	-10751,5	-14128,7	17632,1
18	13	10751,52	14128,73	-17632,1	-10751,5	-8648,74	19909,84
19	13	10751,52	8648,735	-19909,8	-10751,5	-3168,73	21091,59
20	13	10751,52	3168,734	-21091,6	-10751,5	2311,264	21177,34
21	13	10751,52	-2311,26	-21177,3	-10751,5	7791,265	20167,08
22	13	10751,52	-7791,27	-20167,1	-10751,5	13271,26	18060,83
23	13	10751,52	-13271,3	-18060,8	-10751,5	18751,27	14858,58
24	13	10751,52	-18751,3	-14858,6	-10751,5	24231,26	10560,33
25	13	10751,52	-24231,3	-10560,3	-10751,5	29711,26	5166,074
26	13	10751,52	-29711,3	-5166,07	-10751,5	35191,26	-1324,18
27	13	10751,52	-35191,3	1324,181	-10751,5	40671,27	-8910,44
28	13	10751,52	-40671,3	8910,436	-10751,5	46151,27	-17592,7
29	13	46151,27	10751,52	17592,69	-46487,6	-10231	-14059,2
30	13	46487,63	10230,96	14059,16	-46824	-9545,08	-10728,6
31	13	46823,99	9545,084	10728,58	-47160,4	-8694,72	-7656,36
32	13	47160,36	8694,723	7656,364	-47496,7	-7679,88	-4897,84
33	13	47496,72	7679,88	4897,841	-47833,1	-6500,56	-2508,34
34	13	47833,09	6500,556	2508,34	-48169,5	-5156,75	-543,183
35	13	48169,45	5156,75	543,1831	-48505,8	-3598,01	936,647
36	13	48505,81	3598,007	-936,647	-48842,2	-1773,87	1847,539
37	13	48842,18	1773,873	-1847,54	-49178,5	315,6514	2100,224
38	13	49178,54	-315,651	-2100,22	-49514,9	2670,566	1605,435
39	13	49514,9	-2670,57	-1605,44	-49851,3	5290,873	273,9048
40	13	0	-1211,52	-273,905	0	771,5187	75,6009
41	13	0	-771,519	-75,6009	0	331,5182	-34,7031
42	13	0	-250,973	34,7031	0	-189,026	-40,8978
43	13	0	189,0264	40,8978	0	-629,026	40,9075
44	13	0	-424,586	-40,9075	0	-15,414	-9,6E-07
45	13	0	15,414	9,6E-07	0	-455,414	47,0732
46	13	0	-617,648	-47,0732	0	177,6481	-32,4564
47	13	0	-177,648	32,4564	0	-262,352	-23,986
48	13	0	262,3521	23,986	0	-702,352	72,4843
49	13	0	-741,289	-72,4843	0	301,2891	-31,7735
50	13	0	-301,289	31,7735	0	-138,711	-48,0314
51	13	0	419,1812	48,0314	0	-859,181	79,8049
52	13	0	859,1813	-79,8049	0	-1299,18	295,6412

53	13	0	-3575,44	-295,641	0	3135,436	-375,446
54	13	0	-3135,44	375,446	0	2695,436	-958,533
55	13	0	11242,56	958,5331	0	-11682,6	1333,979
56	13	0	12122,56	3714,492	0	-11682,6	-1333,98

SPOSTAMENTI NEI NODI

Combinazione di carico n°1

Nodo n°	Spost. X (cm)	Spost. Y (cm)	Rotazione (rad)
1	0,0000	0,0000	-0,0002
2	0,0105	-0,0006	-0,0004
3	0,0271	-0,0012	-0,0006
4	0,0473	-0,0018	-0,0007
5	0,0688	-0,0024	-0,0007
6	0,0901	-0,0030	-0,0007
7	0,1104	-0,0036	-0,0006
8	0,1290	-0,0042	-0,0006
9	0,1461	-0,0047	-0,0006
10	0,1619	-0,0053	-0,0005
11	0,1773	-0,0058	-0,0005
12	0,1935	-0,0064	-0,0006
13	0,1933	-0,0194	-0,0006
14	0,1931	-0,0323	-0,0006
15	0,1929	-0,0443	-0,0005
16	0,1927	-0,0547	-0,0004
17	0,1925	-0,0630	-0,0003
18	0,1923	-0,0687	-0,0002
19	0,1921	-0,0718	-0,0001
20	0,1919	-0,0720	0,0001
21	0,1917	-0,0694	0,0002
22	0,1915	-0,0644	0,0003
23	0,1913	-0,0572	0,0004
24	0,1911	-0,0484	0,0004
25	0,1909	-0,0386	0,0005
26	0,1907	-0,0287	0,0004
27	0,1905	-0,0197	0,0004
28	0,1903	-0,0126	0,0002
29	0,1901	-0,0088	0,0000
30	0,1845	-0,0081	-0,0003
31	0,1705	-0,0073	-0,0005
32	0,1505	-0,0065	-0,0007
33	0,1266	-0,0057	-0,0008
34	0,1010	-0,0049	-0,0008
35	0,0756	-0,0041	-0,0008
36	0,0520	-0,0033	-0,0007
37	0,0317	-0,0025	-0,0006
38	0,0158	-0,0017	-0,0004
39	0,0051	-0,0008	-0,0003
40	0,0000	0,0000	-0,0001
41	0,0000	0,0003	0,0000
42	0,0000	0,0000	0,0000
43	0,0000	0,0000	0,0000
44	0,0000	0,0000	0,0000
45	0,0000	0,0000	0,0000
46	0,0000	0,0000	0,0000
47	0,0000	0,0000	0,0000
48	0,0000	0,0000	0,0000
49	0,0000	0,0000	0,0000
50	0,0000	0,0000	0,0000
51	0,0000	0,0000	0,0000
52	0,0000	0,0000	0,0000
53	0,0000	0,0000	0,0000
54	0,0000	-0,0001	0,0000
55	0,0000	0,0000	0,0000
56	0,0000	-0,0007	-0,0001

Combinazione di carico n°2

Nodo n°	Spost. X (cm)	Spost. Y (cm)	Rotazione (rad)
1	0,0000	0,0000	0,0001
2	-0,0051	-0,0008	0,0003
3	-0,0158	-0,0017	0,0004
4	-0,0317	-0,0025	0,0006
5	-0,0520	-0,0033	0,0007
6	-0,0756	-0,0041	0,0008
7	-0,1010	-0,0049	0,0008
8	-0,1266	-0,0057	0,0008
9	-0,1505	-0,0065	0,0007
10	-0,1705	-0,0073	0,0005
11	-0,1845	-0,0081	0,0003
12	-0,1901	-0,0088	0,0000
13	-0,1903	-0,0126	-0,0002
14	-0,1905	-0,0197	-0,0004
15	-0,1907	-0,0287	-0,0004
16	-0,1909	-0,0386	-0,0005
17	-0,1911	-0,0484	-0,0004
18	-0,1913	-0,0572	-0,0004
19	-0,1915	-0,0644	-0,0003
20	-0,1917	-0,0694	-0,0002
21	-0,1919	-0,0720	-0,0001
22	-0,1921	-0,0718	0,0001
23	-0,1923	-0,0687	0,0002
24	-0,1925	-0,0630	0,0003
25	-0,1927	-0,0547	0,0004
26	-0,1929	-0,0443	0,0005
27	-0,1931	-0,0323	0,0006
28	-0,1933	-0,0194	0,0006
29	-0,1935	-0,0064	0,0006
30	-0,1773	-0,0058	0,0005
31	-0,1619	-0,0053	0,0005
32	-0,1461	-0,0047	0,0006
33	-0,1290	-0,0042	0,0006
34	-0,1104	-0,0036	0,0006
35	-0,0901	-0,0030	0,0007
36	-0,0688	-0,0024	0,0007
37	-0,0473	-0,0018	0,0007
38	-0,0271	-0,0012	0,0006
39	-0,0105	-0,0006	0,0004
40	0,0000	0,0000	0,0002
41	0,0000	-0,0007	0,0001
42	0,0000	0,0000	0,0000
43	0,0000	-0,0001	0,0000
44	0,0000	0,0000	0,0000
45	0,0000	0,0000	0,0000
46	0,0000	0,0000	0,0000
47	0,0000	0,0000	0,0000
48	0,0000	0,0000	0,0000
49	0,0000	0,0000	0,0000
50	0,0000	0,0000	0,0000
51	0,0000	0,0000	0,0000
52	0,0000	0,0000	0,0000
53	0,0000	0,0000	0,0000
54	0,0000	0,0000	0,0000
55	0,0000	0,0000	0,0000
56	0,0000	0,0003	0,0000

Combinazione di carico n°3

Nodo n°	Spost. X (cm)	Spost. Y (cm)	Rotazione (rad)
1	0,0000	0,0000	-0,0001
2	0,0059	-0,0002	-0,0002
3	0,0151	-0,0004	-0,0003
4	0,0261	-0,0005	-0,0004
5	0,0376	-0,0007	-0,0004
6	0,0486	-0,0009	-0,0003
7	0,0585	-0,0010	-0,0003
8	0,0671	-0,0012	-0,0003
9	0,0741	-0,0013	-0,0002
10	0,0797	-0,0014	-0,0002
11	0,0843	-0,0015	-0,0001
12	0,0882	-0,0017	-0,0001
13	0,0881	-0,0046	-0,0001
14	0,0881	-0,0074	-0,0001
15	0,0880	-0,0098	-0,0001
16	0,0879	-0,0117	-0,0001
17	0,0878	-0,0130	0,0000
18	0,0877	-0,0137	0,0000
19	0,0876	-0,0137	0,0000
20	0,0875	-0,0131	0,0000
21	0,0874	-0,0119	0,0001
22	0,0873	-0,0103	0,0001
23	0,0872	-0,0083	0,0001
24	0,0872	-0,0062	0,0001
25	0,0871	-0,0042	0,0001
26	0,0870	-0,0026	0,0001
27	0,0869	-0,0015	0,0000
28	0,0868	-0,0015	0,0000
29	0,0867	-0,0028	-0,0001
30	0,0806	-0,0026	-0,0002
31	0,0716	-0,0024	-0,0003
32	0,0607	-0,0021	-0,0004
33	0,0490	-0,0019	-0,0004
34	0,0373	-0,0016	-0,0004
35	0,0265	-0,0014	-0,0003
36	0,0170	-0,0011	-0,0003
37	0,0095	-0,0008	-0,0002
38	0,0042	-0,0006	-0,0001
39	0,0011	-0,0003	-0,0001
40	0,0000	0,0000	0,0000
41	0,0000	0,0001	0,0000
42	0,0000	0,0000	0,0000
43	0,0000	0,0000	0,0000
44	0,0000	0,0000	0,0000
45	0,0000	0,0000	0,0000
46	0,0000	0,0000	0,0000
47	0,0000	0,0000	0,0000
48	0,0000	0,0000	0,0000
49	0,0000	0,0000	0,0000
50	0,0000	0,0000	0,0000
51	0,0000	0,0000	0,0000
52	0,0000	0,0000	0,0000
53	0,0000	0,0000	0,0000
54	0,0000	-0,0001	0,0000
55	0,0000	0,0000	0,0000
56	0,0000	-0,0004	0,0000

Combinazione di carico n °4

Nodo n°	Spost. X (cm)	Spost. Y (cm)	Rotazione (rad)
1	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0010	-0,0003	0,0000
3	0,0017	-0,0005	0,0000
4	0,0014	-0,0008	0,0000
5	-0,0004	-0,0010	0,0001
6	-0,0036	-0,0012	0,0001
7	-0,0082	-0,0014	0,0002
8	-0,0138	-0,0017	0,0002
9	-0,0198	-0,0019	0,0002
10	-0,0257	-0,0021	0,0002
11	-0,0307	-0,0023	0,0001
12	-0,0338	-0,0025	0,0000
13	-0,0339	-0,0024	0,0000
14	-0,0340	-0,0033	0,0000
15	-0,0341	-0,0047	-0,0001
16	-0,0342	-0,0064	-0,0001
17	-0,0343	-0,0082	-0,0001
18	-0,0343	-0,0099	-0,0001
19	-0,0344	-0,0113	-0,0001
20	-0,0345	-0,0122	0,0000
21	-0,0346	-0,0127	0,0000
22	-0,0347	-0,0127	0,0000
23	-0,0348	-0,0121	0,0000
24	-0,0349	-0,0110	0,0001
25	-0,0350	-0,0094	0,0001
26	-0,0351	-0,0076	0,0001
27	-0,0352	-0,0056	0,0001
28	-0,0352	-0,0037	0,0001
29	-0,0353	-0,0020	0,0001
30	-0,0344	-0,0019	0,0000
31	-0,0339	-0,0017	0,0000
32	-0,0332	-0,0015	0,0000
33	-0,0318	-0,0014	0,0001
34	-0,0294	-0,0012	0,0001
35	-0,0257	-0,0010	0,0001
36	-0,0209	-0,0008	0,0002
37	-0,0152	-0,0006	0,0002
38	-0,0092	-0,0004	0,0002
39	-0,0037	-0,0002	0,0001
40	0,0000	0,0000	0,0001
41	0,0000	-0,0002	0,0000
42	0,0000	0,0000	0,0000
43	0,0000	0,0000	0,0000
44	0,0000	0,0000	0,0000
45	0,0000	0,0000	0,0000
46	0,0000	0,0000	0,0000
47	0,0000	0,0000	0,0000
48	0,0000	0,0000	0,0000
49	0,0000	0,0000	0,0000
50	0,0000	0,0000	0,0000
51	0,0000	0,0000	0,0000
52	0,0000	0,0000	0,0000
53	0,0000	0,0000	0,0000
54	0,0000	0,0000	0,0000
55	0,0000	0,0000	0,0000
56	0,0000	-0,0001	0,0000

Combinazione di carico n°5

Nodo n°	Spost. X (cm)	Spost. Y (cm)	Rotazione (rad)
1	0,0000	0,0000	-0,0001
2	0,0037	-0,0002	-0,0001
3	0,0092	-0,0004	-0,0002
4	0,0152	-0,0006	-0,0002
5	0,0209	-0,0008	-0,0002
6	0,0257	-0,0010	-0,0001
7	0,0294	-0,0012	-0,0001
8	0,0318	-0,0014	-0,0001
9	0,0332	-0,0015	0,0000
10	0,0339	-0,0017	0,0000
11	0,0344	-0,0019	0,0000
12	0,0353	-0,0020	-0,0001
13	0,0352	-0,0037	-0,0001
14	0,0352	-0,0056	-0,0001
15	0,0351	-0,0076	-0,0001
16	0,0350	-0,0094	-0,0001
17	0,0349	-0,0110	-0,0001
18	0,0348	-0,0121	0,0000
19	0,0347	-0,0127	0,0000
20	0,0346	-0,0127	0,0000
21	0,0345	-0,0122	0,0000
22	0,0344	-0,0113	0,0001
23	0,0343	-0,0099	0,0001
24	0,0343	-0,0082	0,0001
25	0,0342	-0,0064	0,0001
26	0,0341	-0,0047	0,0001
27	0,0340	-0,0033	0,0000
28	0,0339	-0,0024	0,0000
29	0,0338	-0,0025	0,0000
30	0,0307	-0,0023	-0,0001
31	0,0257	-0,0021	-0,0002
32	0,0198	-0,0019	-0,0002
33	0,0138	-0,0017	-0,0002
34	0,0082	-0,0014	-0,0002
35	0,0036	-0,0012	-0,0001
36	0,0004	-0,0010	-0,0001
37	-0,0014	-0,0008	0,0000
38	-0,0017	-0,0005	0,0000
39	-0,0010	-0,0003	0,0000
40	0,0000	0,0000	0,0000
41	0,0000	-0,0001	0,0000
42	0,0000	0,0000	0,0000
43	0,0000	0,0000	0,0000
44	0,0000	0,0000	0,0000
45	0,0000	0,0000	0,0000
46	0,0000	0,0000	0,0000
47	0,0000	0,0000	0,0000
48	0,0000	0,0000	0,0000
49	0,0000	0,0000	0,0000
50	0,0000	0,0000	0,0000
51	0,0000	0,0000	0,0000
52	0,0000	0,0000	0,0000
53	0,0000	0,0000	0,0000
54	0,0000	0,0000	0,0000
55	0,0000	0,0000	0,0000
56	0,0000	-0,0002	0,0000

Combinazione di carico n °6

Nodo n°	Spost. X (cm)	Spost. Y (cm)	Rotazione (rad)
1	0,0000	0,0000	0,0000
2	-0,0011	-0,0003	0,0001
3	-0,0042	-0,0006	0,0001
4	-0,0095	-0,0008	0,0002
5	-0,0170	-0,0011	0,0003
6	-0,0265	-0,0014	0,0003
7	-0,0373	-0,0016	0,0004
8	-0,0490	-0,0019	0,0004
9	-0,0607	-0,0021	0,0004
10	-0,0716	-0,0024	0,0003
11	-0,0806	-0,0026	0,0002
12	-0,0867	-0,0028	0,0001
13	-0,0868	-0,0015	0,0000
14	-0,0869	-0,0015	0,0000
15	-0,0870	-0,0026	-0,0001
16	-0,0871	-0,0042	-0,0001
17	-0,0872	-0,0062	-0,0001
18	-0,0872	-0,0083	-0,0001
19	-0,0873	-0,0103	-0,0001
20	-0,0874	-0,0119	-0,0001
21	-0,0875	-0,0131	0,0000
22	-0,0876	-0,0137	0,0000
23	-0,0877	-0,0137	0,0000
24	-0,0878	-0,0130	0,0000
25	-0,0879	-0,0117	0,0001
26	-0,0880	-0,0098	0,0001
27	-0,0881	-0,0074	0,0001
28	-0,0881	-0,0046	0,0001
29	-0,0882	-0,0017	0,0001
30	-0,0843	-0,0015	0,0001
31	-0,0797	-0,0014	0,0002
32	-0,0741	-0,0013	0,0002
33	-0,0671	-0,0012	0,0003
34	-0,0585	-0,0010	0,0003
35	-0,0486	-0,0009	0,0003
36	-0,0376	-0,0007	0,0004
37	-0,0261	-0,0005	0,0004
38	-0,0151	-0,0004	0,0003
39	-0,0059	-0,0002	0,0002
40	0,0000	0,0000	0,0001
41	0,0000	-0,0004	0,0000
42	0,0000	0,0000	0,0000
43	0,0000	-0,0001	0,0000
44	0,0000	0,0000	0,0000
45	0,0000	0,0000	0,0000
46	0,0000	0,0000	0,0000
47	0,0000	0,0000	0,0000
48	0,0000	0,0000	0,0000
49	0,0000	0,0000	0,0000
50	0,0000	0,0000	0,0000
51	0,0000	0,0000	0,0000
52	0,0000	0,0000	0,0000
53	0,0000	0,0000	0,0000
54	0,0000	0,0000	0,0000
55	0,0000	0,0000	0,0000
56	0,0000	0,0001	0,0000

Combinazione di carico n°7

Nodo n°	Spost. X (cm)	Spost. Y (cm)	Rotazione (rad)
1	0,0000	0,0000	-0,0001
2	0,0071	-0,0004	-0,0003
3	0,0185	-0,0009	-0,0004
4	0,0323	-0,0013	-0,0005
5	0,0470	-0,0017	-0,0005
6	0,0617	-0,0021	-0,0005
7	0,0757	-0,0025	-0,0004
8	0,0885	-0,0029	-0,0004
9	0,1004	-0,0033	-0,0004
10	0,1114	-0,0037	-0,0004
11	0,1221	-0,0041	-0,0004
12	0,1334	-0,0044	-0,0004
13	0,1333	-0,0135	-0,0004
14	0,1331	-0,0225	-0,0004
15	0,1330	-0,0308	-0,0004
16	0,1329	-0,0380	-0,0003
17	0,1327	-0,0438	-0,0002
18	0,1326	-0,0478	-0,0001
19	0,1325	-0,0499	-0,0001
20	0,1323	-0,0500	0,0000
21	0,1322	-0,0483	0,0001
22	0,1321	-0,0448	0,0002
23	0,1319	-0,0398	0,0003
24	0,1318	-0,0337	0,0003
25	0,1316	-0,0269	0,0003
26	0,1315	-0,0201	0,0003
27	0,1314	-0,0138	0,0002
28	0,1312	-0,0088	0,0002
29	0,1311	-0,0061	0,0000
30	0,1274	-0,0056	-0,0002
31	0,1179	-0,0051	-0,0004
32	0,1041	-0,0045	-0,0005
33	0,0878	-0,0040	-0,0006
34	0,0701	-0,0034	-0,0006
35	0,0526	-0,0029	-0,0006
36	0,0362	-0,0023	-0,0005
37	0,0221	-0,0017	-0,0004
38	0,0111	-0,0012	-0,0003
39	0,0036	-0,0006	-0,0002
40	0,0000	0,0000	-0,0001
41	0,0000	0,0002	0,0000
42	0,0000	0,0000	0,0000
43	0,0000	0,0000	0,0000
44	0,0000	0,0000	0,0000
45	0,0000	0,0000	0,0000
46	0,0000	0,0000	0,0000
47	0,0000	0,0000	0,0000
48	0,0000	0,0000	0,0000
49	0,0000	0,0000	0,0000
50	0,0000	0,0000	0,0000
51	0,0000	0,0000	0,0000
52	0,0000	0,0000	0,0000
53	0,0000	0,0000	0,0000
54	0,0000	-0,0001	0,0000
55	0,0000	0,0000	0,0000
56	0,0000	-0,0005	0,0000

Combinazione di carico n °8

Nodo n°	Spost. X (cm)	Spost. Y (cm)	Rotazione (rad)
1	0,0000	0,0000	0,0001
2	-0,0036	-0,0006	0,0002
3	-0,0111	-0,0012	0,0003
4	-0,0221	-0,0017	0,0004
5	-0,0362	-0,0023	0,0005
6	-0,0526	-0,0029	0,0006
7	-0,0701	-0,0034	0,0006
8	-0,0878	-0,0040	0,0006
9	-0,1041	-0,0045	0,0005
10	-0,1179	-0,0051	0,0004
11	-0,1274	-0,0056	0,0002
12	-0,1311	-0,0061	0,0000
13	-0,1312	-0,0088	-0,0002
14	-0,1314	-0,0138	-0,0002
15	-0,1315	-0,0201	-0,0003
16	-0,1316	-0,0269	-0,0003
17	-0,1318	-0,0337	-0,0003
18	-0,1319	-0,0398	-0,0003
19	-0,1321	-0,0448	-0,0002
20	-0,1322	-0,0483	-0,0001
21	-0,1323	-0,0500	0,0000
22	-0,1325	-0,0499	0,0001
23	-0,1326	-0,0478	0,0001
24	-0,1327	-0,0438	0,0002
25	-0,1329	-0,0380	0,0003
26	-0,1330	-0,0308	0,0004
27	-0,1331	-0,0225	0,0004
28	-0,1333	-0,0135	0,0004
29	-0,1334	-0,0044	0,0004
30	-0,1221	-0,0041	0,0004
31	-0,1114	-0,0037	0,0004
32	-0,1004	-0,0033	0,0004
33	-0,0885	-0,0029	0,0004
34	-0,0757	-0,0025	0,0004
35	-0,0617	-0,0021	0,0005
36	-0,0470	-0,0017	0,0005
37	-0,0323	-0,0013	0,0005
38	-0,0185	-0,0009	0,0004
39	-0,0071	-0,0004	0,0003
40	0,0000	0,0000	0,0001
41	0,0000	-0,0005	0,0000
42	0,0000	0,0000	0,0000
43	0,0000	-0,0001	0,0000
44	0,0000	0,0000	0,0000
45	0,0000	0,0000	0,0000
46	0,0000	0,0000	0,0000
47	0,0000	0,0000	0,0000
48	0,0000	0,0000	0,0000
49	0,0000	0,0000	0,0000
50	0,0000	0,0000	0,0000
51	0,0000	0,0000	0,0000
52	0,0000	0,0000	0,0000
53	0,0000	0,0000	0,0000
54	0,0000	0,0000	0,0000
55	0,0000	0,0000	0,0000
56	0,0000	0,0002	0,0000

Combinazione di carico n°9

Nodo n°	Spost. X (cm)	Spost. Y (cm)	Rotazione (rad)
1	0,0000	0,0000	-0,0001
2	0,0061	-0,0004	-0,0002
3	0,0157	-0,0008	-0,0003
4	0,0272	-0,0011	-0,0004
5	0,0393	-0,0015	-0,0004
6	0,0512	-0,0018	-0,0004
7	0,0623	-0,0022	-0,0004
8	0,0724	-0,0025	-0,0003
9	0,0815	-0,0029	-0,0003
10	0,0899	-0,0032	-0,0003
11	0,0981	-0,0035	-0,0003
12	0,1068	-0,0038	-0,0003
13	0,1067	-0,0111	-0,0003
14	0,1066	-0,0184	-0,0003
15	0,1065	-0,0252	-0,0003
16	0,1063	-0,0311	-0,0003
17	0,1062	-0,0359	-0,0002
18	0,1061	-0,0392	-0,0001
19	0,1060	-0,0410	0,0000
20	0,1059	-0,0412	0,0000
21	0,1057	-0,0398	0,0001
22	0,1056	-0,0369	0,0002
23	0,1055	-0,0329	0,0002
24	0,1054	-0,0278	0,0002
25	0,1053	-0,0223	0,0003
26	0,1051	-0,0166	0,0002
27	0,1050	-0,0114	0,0002
28	0,1049	-0,0074	0,0001
29	0,1048	-0,0052	0,0000
30	0,1015	-0,0047	-0,0002
31	0,0935	-0,0043	-0,0003
32	0,0821	-0,0039	-0,0004
33	0,0687	-0,0034	-0,0005
34	0,0543	-0,0029	-0,0005
35	0,0402	-0,0025	-0,0004
36	0,0273	-0,0020	-0,0004
37	0,0163	-0,0015	-0,0003
38	0,0079	-0,0010	-0,0002
39	0,0025	-0,0005	-0,0001
40	0,0000	0,0000	0,0000
41	0,0000	0,0002	0,0000
42	0,0000	0,0000	0,0000
43	0,0000	0,0000	0,0000
44	0,0000	0,0000	0,0000
45	0,0000	0,0000	0,0000
46	0,0000	0,0000	0,0000
47	0,0000	0,0000	0,0000
48	0,0000	0,0000	0,0000
49	0,0000	0,0000	0,0000
50	0,0000	0,0000	0,0000
51	0,0000	0,0000	0,0000
52	0,0000	0,0000	0,0000
53	0,0000	0,0000	0,0000
54	0,0000	-0,0001	0,0000
55	0,0000	0,0000	0,0000
56	0,0000	-0,0004	0,0000

Combinazione di carico n °10

Nodo n°	Spost. X (cm)	Spost. Y (cm)	Rotazione (rad)
1	0,0000	0,0000	0,0000
2	-0,0025	-0,0005	0,0001
3	-0,0079	-0,0010	0,0002
4	-0,0163	-0,0015	0,0003
5	-0,0273	-0,0020	0,0004
6	-0,0402	-0,0025	0,0004
7	-0,0543	-0,0029	0,0005
8	-0,0687	-0,0034	0,0005
9	-0,0821	-0,0039	0,0004
10	-0,0935	-0,0043	0,0003
11	-0,1015	-0,0047	0,0002
12	-0,1048	-0,0052	0,0000
13	-0,1049	-0,0074	-0,0001
14	-0,1050	-0,0114	-0,0002
15	-0,1051	-0,0166	-0,0002
16	-0,1053	-0,0223	-0,0003
17	-0,1054	-0,0278	-0,0002
18	-0,1055	-0,0329	-0,0002
19	-0,1056	-0,0369	-0,0002
20	-0,1057	-0,0398	-0,0001
21	-0,1059	-0,0412	0,0000
22	-0,1060	-0,0410	0,0000
23	-0,1061	-0,0392	0,0001
24	-0,1062	-0,0359	0,0002
25	-0,1063	-0,0311	0,0003
26	-0,1065	-0,0252	0,0003
27	-0,1066	-0,0184	0,0003
28	-0,1067	-0,0111	0,0003
29	-0,1068	-0,0038	0,0003
30	-0,0981	-0,0035	0,0003
31	-0,0899	-0,0032	0,0003
32	-0,0815	-0,0029	0,0003
33	-0,0724	-0,0025	0,0003
34	-0,0623	-0,0022	0,0004
35	-0,0512	-0,0018	0,0004
36	-0,0393	-0,0015	0,0004
37	-0,0272	-0,0011	0,0004
38	-0,0157	-0,0008	0,0003
39	-0,0061	-0,0004	0,0002
40	0,0000	0,0000	0,0001
41	0,0000	-0,0004	0,0000
42	0,0000	0,0000	0,0000
43	0,0000	-0,0001	0,0000
44	0,0000	0,0000	0,0000
45	0,0000	0,0000	0,0000
46	0,0000	0,0000	0,0000
47	0,0000	0,0000	0,0000
48	0,0000	0,0000	0,0000
49	0,0000	0,0000	0,0000
50	0,0000	0,0000	0,0000
51	0,0000	0,0000	0,0000
52	0,0000	0,0000	0,0000
53	0,0000	0,0000	0,0000
54	0,0000	0,0000	0,0000
55	0,0000	0,0000	0,0000
56	0,0000	0,0002	0,0000

Combinazione di carico n°11

Nodo n°	Spost. X (cm)	Spost. Y (cm)	Rotazione (rad)
1	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0020	-0,0002	-0,0001
3	0,0045	-0,0003	-0,0001
4	0,0069	-0,0005	-0,0001
5	0,0086	-0,0006	0,0000
6	0,0093	-0,0008	0,0000
7	0,0090	-0,0009	0,0000
8	0,0078	-0,0010	0,0000
9	0,0059	-0,0012	0,0001
10	0,0038	-0,0013	0,0001
11	0,0018	-0,0014	0,0000
12	0,0005	-0,0015	0,0000
13	0,0004	-0,0016	0,0000
14	0,0004	-0,0021	0,0000
15	0,0003	-0,0028	0,0000
16	0,0003	-0,0036	0,0000
17	0,0002	-0,0044	0,0000
18	0,0001	-0,0051	0,0000
19	0,0001	-0,0055	0,0000
20	0,0000	-0,0058	0,0000
21	0,0000	-0,0058	0,0000
22	-0,0001	-0,0055	0,0000
23	-0,0001	-0,0051	0,0000
24	-0,0002	-0,0044	0,0000
25	-0,0003	-0,0036	0,0000
26	-0,0003	-0,0028	0,0000
27	-0,0004	-0,0021	0,0000
28	-0,0004	-0,0016	0,0000
29	-0,0005	-0,0015	0,0000
30	-0,0018	-0,0014	0,0000
31	-0,0038	-0,0013	-0,0001
32	-0,0059	-0,0012	-0,0001
33	-0,0078	-0,0010	0,0000
34	-0,0090	-0,0009	0,0000
35	-0,0093	-0,0008	0,0000
36	-0,0086	-0,0006	0,0000
37	-0,0069	-0,0005	0,0001
38	-0,0045	-0,0003	0,0001
39	-0,0020	-0,0002	0,0001
40	0,0000	0,0000	0,0000
41	0,0000	-0,0001	0,0000
42	0,0000	0,0000	0,0000
43	0,0000	0,0000	0,0000
44	0,0000	0,0000	0,0000
45	0,0000	0,0000	0,0000
46	0,0000	0,0000	0,0000
47	0,0000	0,0000	0,0000
48	0,0000	0,0000	0,0000
49	0,0000	0,0000	0,0000
50	0,0000	0,0000	0,0000
51	0,0000	0,0000	0,0000
52	0,0000	0,0000	0,0000
53	0,0000	0,0000	0,0000
54	0,0000	0,0000	0,0000
55	0,0000	0,0000	0,0000
56	0,0000	-0,0001	0,0000

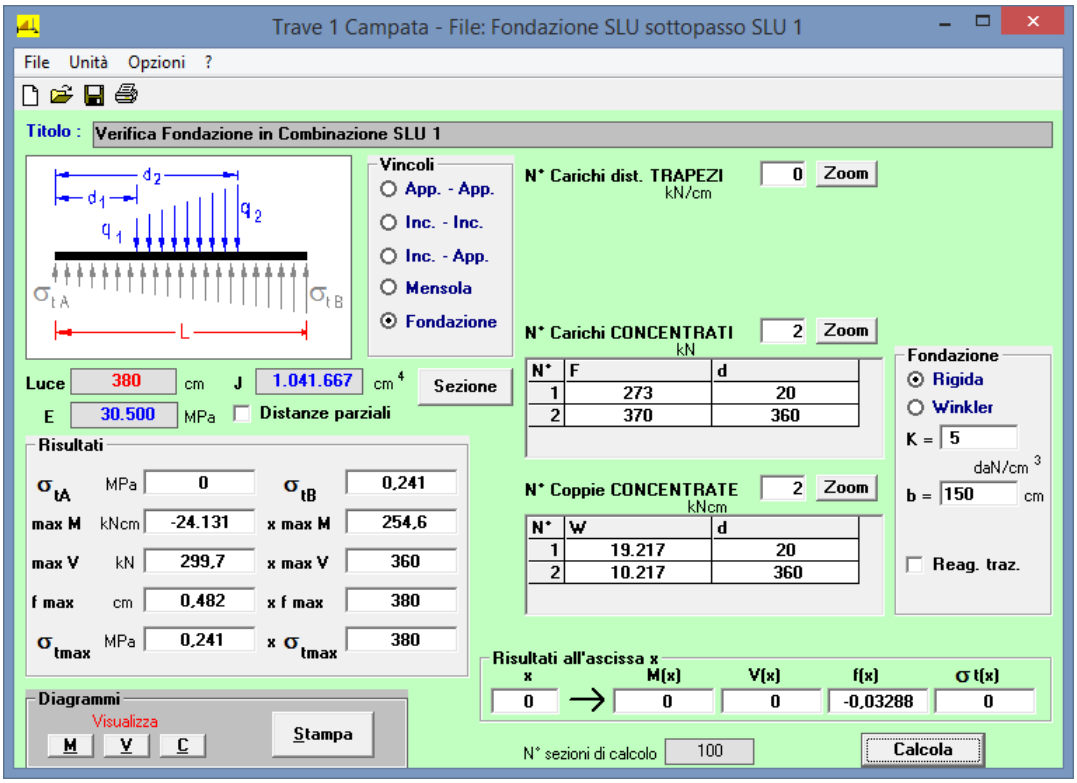
Combinazione di carico n°12

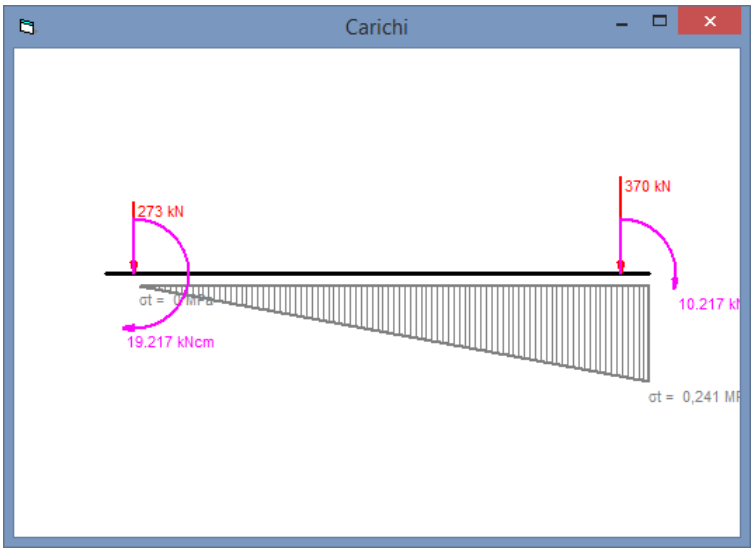
Nodo n°	Spost. X (cm)	Spost. Y (cm)	Rotazione (rad)
1	0,0000	0,0000	0,0000
2	-0,0003	-0,0013	0,0000
3	-0,0016	-0,0026	0,0001
4	-0,0042	-0,0038	0,0001
5	-0,0080	-0,0051	0,0001
6	-0,0124	-0,0063	0,0001
7	-0,0164	-0,0076	0,0001
8	-0,0187	-0,0088	0,0000
9	-0,0178	-0,0100	-0,0001
10	-0,0119	-0,0113	-0,0003
11	0,0010	-0,0125	-0,0005
12	0,0232	-0,0137	-0,0008
13	0,0230	-0,0317	-0,0010
14	0,0228	-0,0518	-0,0010
15	0,0227	-0,0722	-0,0010
16	0,0225	-0,0915	-0,0009
17	0,0223	-0,1083	-0,0008
18	0,0222	-0,1218	-0,0006
19	0,0220	-0,1310	-0,0004
20	0,0218	-0,1357	-0,0001
21	0,0217	-0,1355	0,0001
22	0,0215	-0,1304	0,0004
23	0,0213	-0,1207	0,0006
24	0,0212	-0,1070	0,0008
25	0,0210	-0,0901	0,0009
26	0,0208	-0,0709	0,0010
27	0,0207	-0,0507	0,0010
28	0,0205	-0,0311	0,0009
29	0,0204	-0,0139	0,0008
30	0,0403	-0,0127	0,0004
31	0,0502	-0,0115	0,0002
32	0,0522	-0,0102	0,0000
33	0,0485	-0,0090	-0,0002
34	0,0411	-0,0077	-0,0003
35	0,0317	-0,0065	-0,0003
36	0,0219	-0,0052	-0,0003
37	0,0131	-0,0039	-0,0002
38	0,0061	-0,0026	-0,0002
39	0,0017	-0,0013	-0,0001
40	0,0000	0,0000	0,0000
41	0,0000	0,0001	0,0000
42	0,0000	0,0000	0,0000
43	0,0000	0,0000	0,0000
44	0,0000	0,0000	0,0000
45	0,0000	0,0000	0,0000
46	0,0000	0,0000	0,0000
47	0,0000	0,0000	0,0000
48	0,0000	0,0000	0,0000
49	0,0000	0,0000	0,0000
50	0,0000	0,0000	0,0000
51	0,0000	0,0000	0,0000
52	0,0000	0,0000	0,0000
53	0,0000	0,0000	0,0000
54	0,0000	0,0000	0,0000
55	0,0000	0,0000	0,0000
56	0,0000	0,0000	0,0000

Combinazione di carico n°13

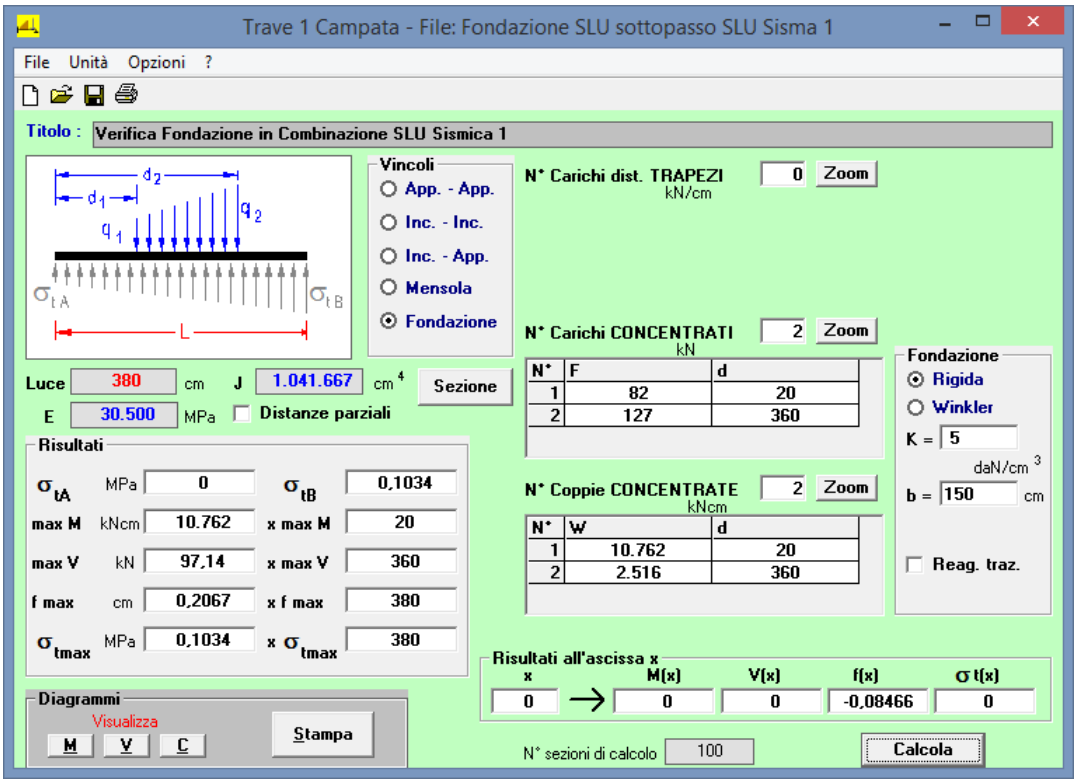
Nodo n°	Spost. X (cm)	Spost. Y (cm)	Rotazione (rad)
1	0,0000	0,0000	0,0000
2	-0,0017	-0,0013	0,0001
3	-0,0061	-0,0026	0,0002
4	-0,0131	-0,0039	0,0002
5	-0,0219	-0,0052	0,0003
6	-0,0317	-0,0065	0,0003
7	-0,0411	-0,0077	0,0003
8	-0,0485	-0,0090	0,0002
9	-0,0522	-0,0102	0,0000
10	-0,0502	-0,0115	-0,0002
11	-0,0403	-0,0127	-0,0004
12	-0,0204	-0,0139	-0,0008
13	-0,0205	-0,0311	-0,0009
14	-0,0207	-0,0507	-0,0010
15	-0,0208	-0,0709	-0,0010
16	-0,0210	-0,0901	-0,0009
17	-0,0212	-0,1070	-0,0008
18	-0,0213	-0,1207	-0,0006
19	-0,0215	-0,1304	-0,0004
20	-0,0217	-0,1355	-0,0001
21	-0,0218	-0,1357	0,0001
22	-0,0220	-0,1310	0,0004
23	-0,0222	-0,1218	0,0006
24	-0,0223	-0,1083	0,0008
25	-0,0225	-0,0915	0,0009
26	-0,0227	-0,0722	0,0010
27	-0,0228	-0,0518	0,0010
28	-0,0230	-0,0317	0,0010
29	-0,0232	-0,0137	0,0008
30	-0,0010	-0,0125	0,0005
31	0,0119	-0,0113	0,0003
32	0,0178	-0,0100	0,0001
33	0,0187	-0,0088	0,0000
34	0,0164	-0,0076	-0,0001
35	0,0124	-0,0063	-0,0001
36	0,0080	-0,0051	-0,0001
37	0,0042	-0,0038	-0,0001
38	0,0016	-0,0026	-0,0001
39	0,0003	-0,0013	0,0000
40	0,0000	0,0000	0,0000
41	0,0000	0,0000	0,0000
42	0,0000	0,0000	0,0000
43	0,0000	0,0000	0,0000
44	0,0000	0,0000	0,0000
45	0,0000	0,0000	0,0000
46	0,0000	0,0000	0,0000
47	0,0000	0,0000	0,0000
48	0,0000	0,0000	0,0000
49	0,0000	0,0000	0,0000
50	0,0000	0,0000	0,0000
51	0,0000	0,0000	0,0000
52	0,0000	0,0000	0,0000
53	0,0000	0,0000	0,0000
54	0,0000	0,0000	0,0000
55	0,0000	0,0000	0,0000
56	0,0000	0,0001	0,0000

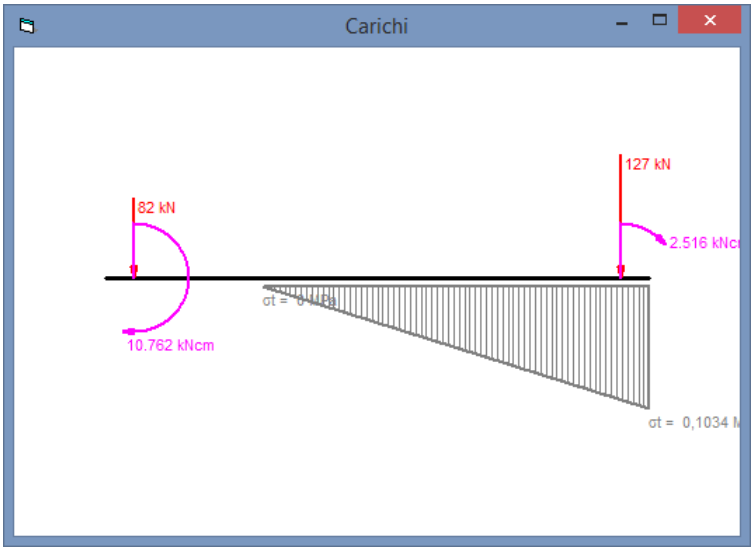
12 verifica fondazione



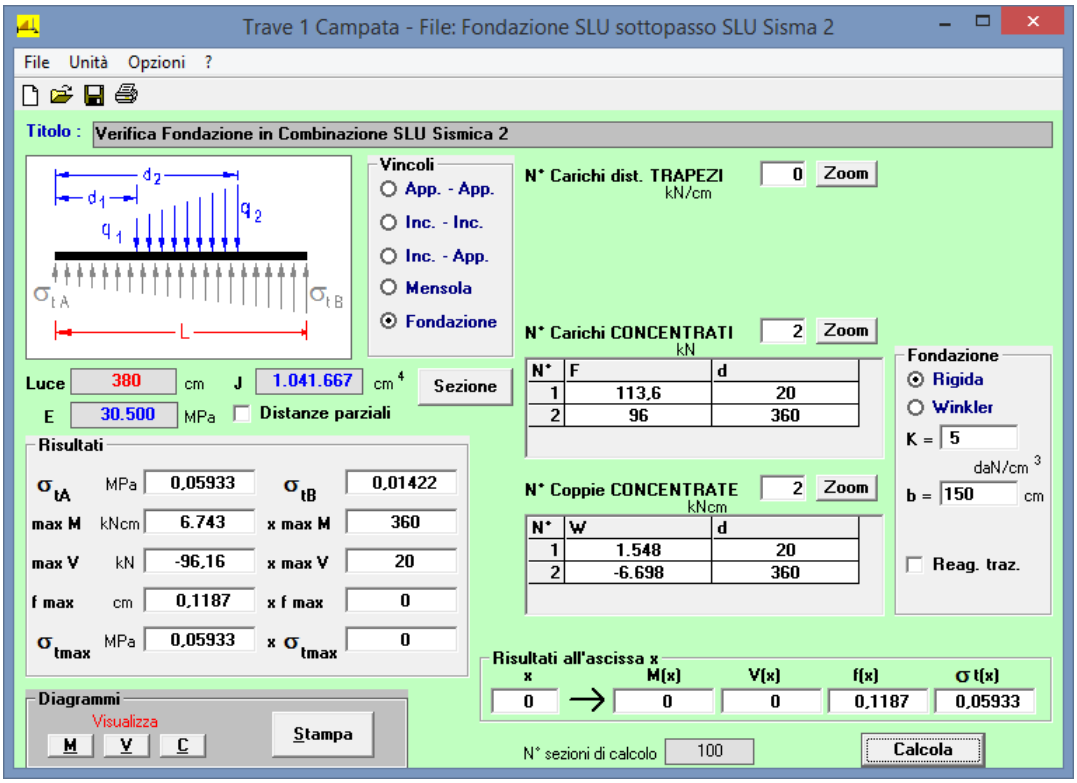


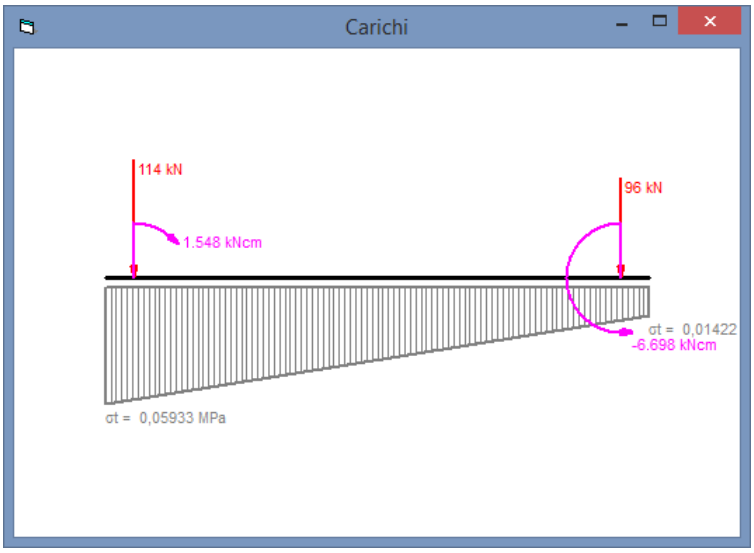
$$\sigma = \frac{(\sigma_{min} + 2 * \sigma_{max})}{3} = 1{,}6[dN/cmq] < 1{,}8[dN/cmq]$$ Verificato



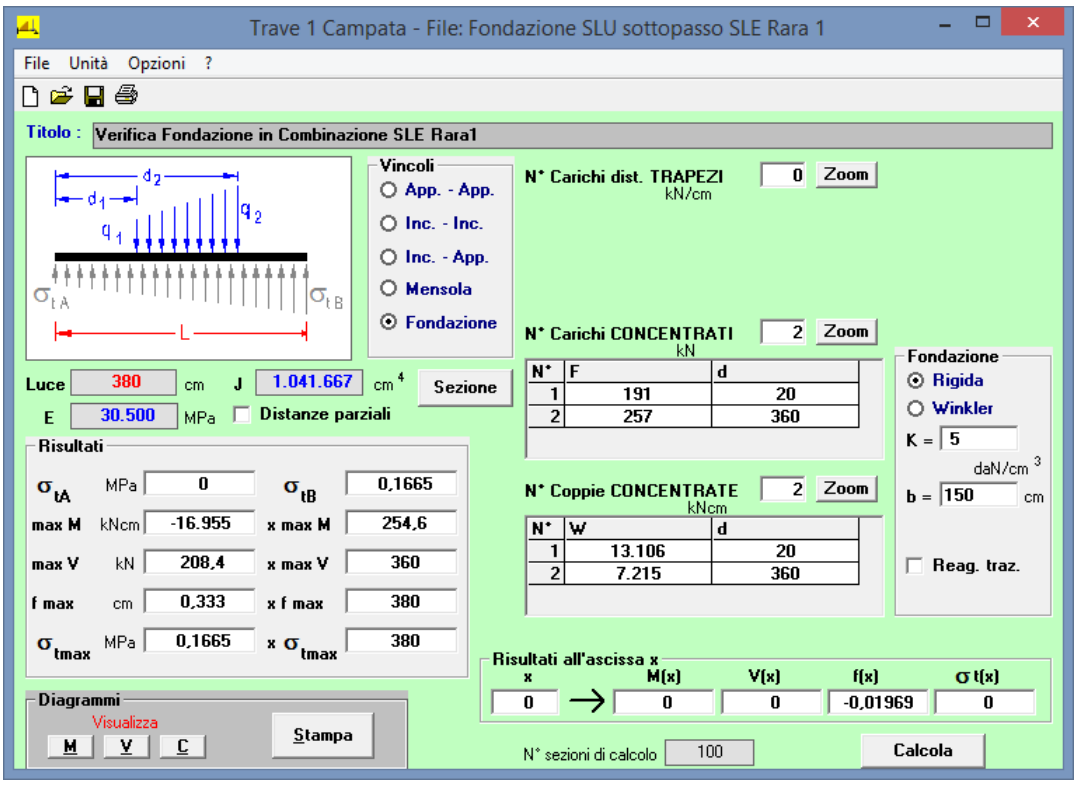


$$\sigma = \frac{(\sigma_{min} + 2 * \sigma_{max})}{3} = 0{,}68[dN/cmq] < 1{,}8[dN/cmq]$$ Verificato



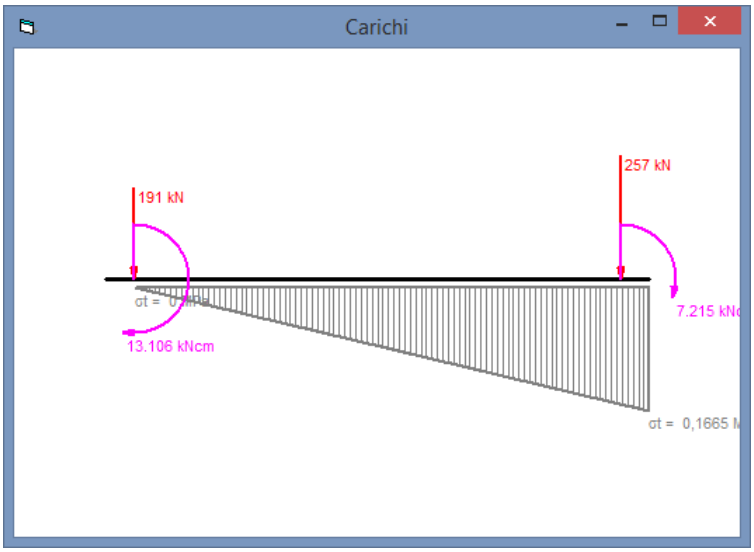


$$\sigma = \frac{(\sigma_{min} + 2 * \sigma_{max})}{3} = 0{,}44[dN/cmq] < 1{,}8[dN/cmq]$$ Verificato

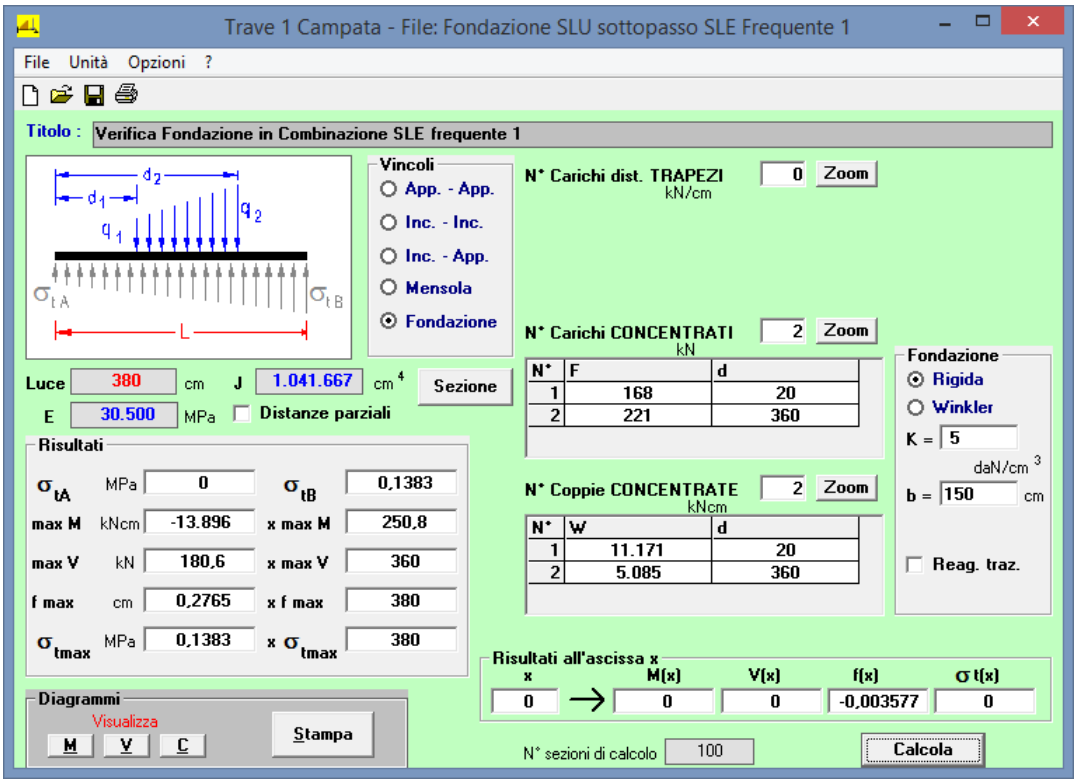


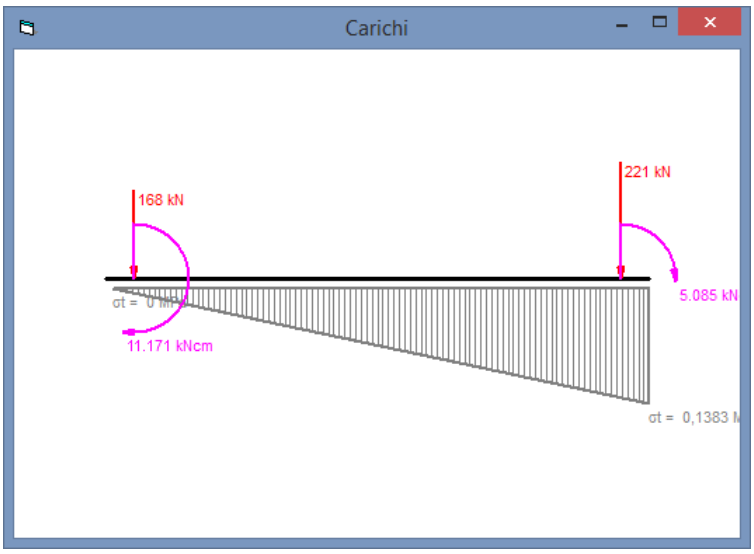
N°	F	d
1	191	20
2	257	360

N°	W	d
1	13.106	20
2	7.215	360

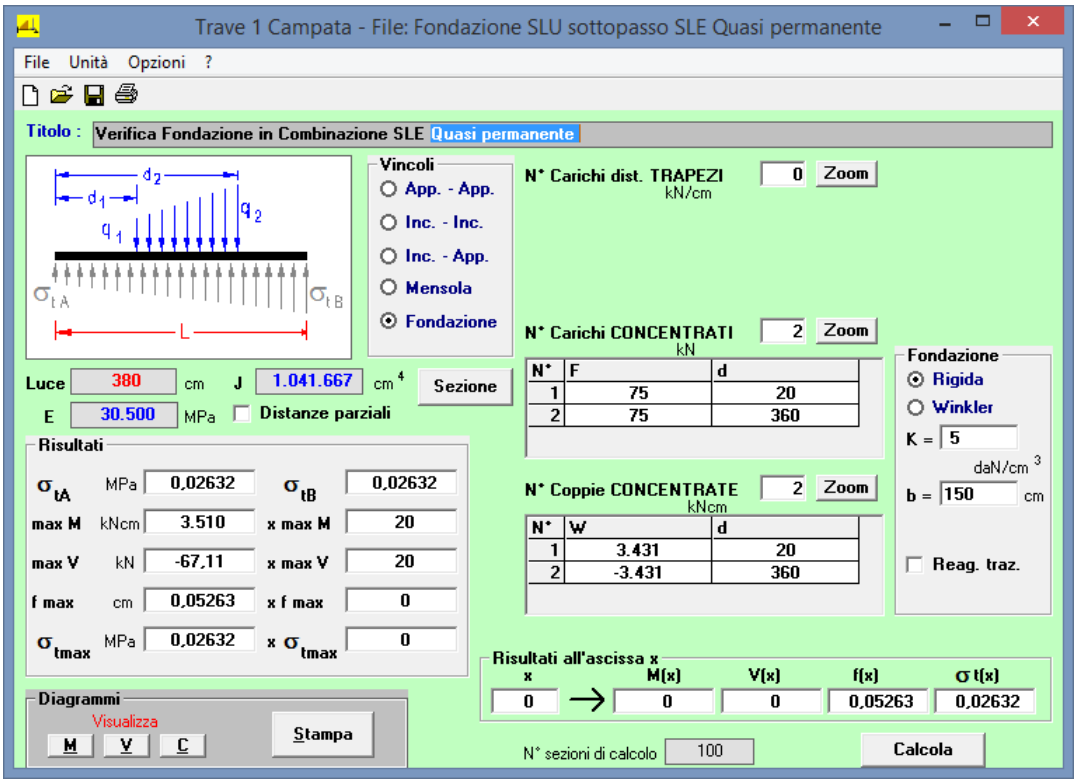


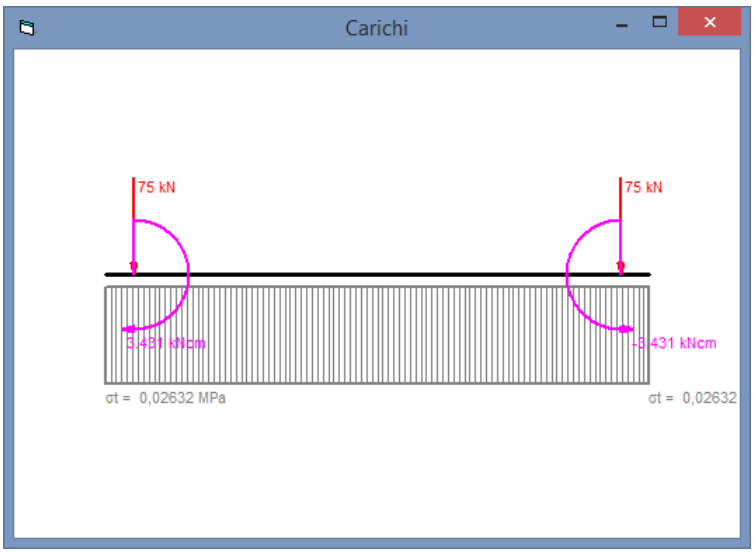
$$\sigma = \frac{(\sigma_{min} + 2 * \sigma_{max})}{3} = 1{,}11 [dN/cmq]$$





$$\sigma = \frac{(\sigma_{min} + 2 * \sigma_{max})}{3} = 0{,}92 [dN/cmq]$$





$$\sigma = \frac{(\sigma_{min} + 2 * \sigma_{max})}{3} = 0{,}26 [dN/cmq]$$