



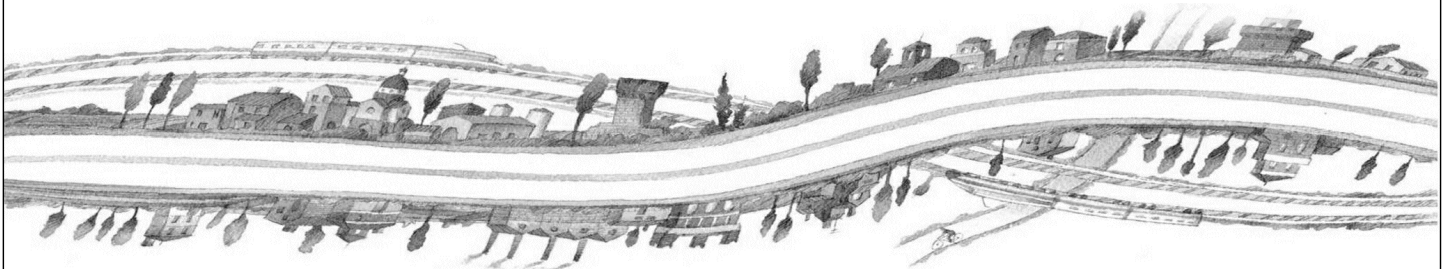
# AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA DAL CASELLO DI REGGIOLO-ROLO SULLA A22 AL CASELLO DI FERRARA SUD SULLA A13

CODICE C.U.P. E81B08000060009

## PROGETTO DEFINITIVO

**D02 (EX 1RE) - VARIANTE ALLA S.P. N.41 IN CORRISPONDENZA DEL TRACCIATO CISPADANO - TRATTO TRA S.P. N. 60 E BRESCELLO**

**OPERE D'ARTE MINORI: OPERE IDRAULICHE, OPERE DI SOSTEGNO  
TOMBINI CIRCOLARI E SCATOLARI - ELABORATI TIPOLOGICI  
TOMBINO SCATOLARE 2,00 X 1,50  
RELAZIONE DI CALCOLO**



IL PROGETTISTA

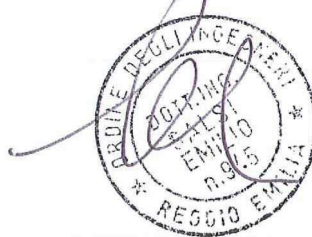
Ing. Rodolfo Biondi  
Albo Ing. Modena n° 1256



*R. Biondi*

RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Emilio Salsi  
Albo Ing. Reggio-Emilia n° 945



IL CONCESSIONARIO

Autostrada Regionale  
Cispadana S.p.A.  
IL PRESIDENTE  
Graziano Pattuzzi

*G. Pattuzzi*

G										
F										
E										
D										
C										
B										
A	17.04.2012	EMISSIONE				W. GIANAROLI	R. BIONDI	E. SALSII		
REV.	DATA	DESCRIZIONE				REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE		
IDENTIFICAZIONE ELABORATO										DATA: <b>MAGGIO 2012</b>
NUM. Progr.	FASE	LOTTO	GRUPPO	CODICE OPERA WBS	TRATTO OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	REV.	SCALA: _
4961	PD	0	D02	DTS02	0	ON	RC	01	A	

## INDICE

<b>1.</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'OPERA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>5</b>
<b>4.</b>	<b>INCIDENZE.....</b>	<b>6</b>
<b>5.</b>	<b>CRITERI DI CALCOLO .....</b>	<b>7</b>
5.1.	CRITERI E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA.....	7
5.2.	COMBINAZIONI DI CARICO.....	10
5.2.1.	Combinazioni per la verifica allo SLU.....	10
5.2.2.	Combinazioni per la verifica allo SLE.....	11
5.2.3.	Combinazioni per la condizione sismica.....	11
<b>6.</b>	<b>DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI .....</b>	<b>13</b>
<b>7.</b>	<b>PARAMETRI GEOTECNICI PER IL CALCOLO DELLE STRUTTURE.....</b>	<b>14</b>
<b>8.</b>	<b>GEOMETRIA DELLA STRUTTURA .....</b>	<b>15</b>
8.1.	PROGRAMMI DI CALCOLO UTILIZZATO.....	16
8.2.	MODELLAZIONE ADOTTATA .....	16
8.3.	CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI.....	18
8.3.1.	Peso proprio e carichi permanenti portati.....	18
8.3.2.	Spinta del terreno.....	19
8.3.3.	Acqua interna allo scatolare.....	20
8.3.4.	Carichi mobili verticali sulla soletta superiore.....	20
8.3.5.	Spinta del sovraccarico sul rilevato.....	22
8.3.6.	Frenatura.....	24
8.3.7.	Azioni termiche.....	25
8.3.8.	Azione sismica .....	25
1.1.1.1	<i>Stato limite di salvaguardia della vita (SLV).....</i>	<i>25</i>
8.4.	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI.....	26
8.4.1.	Schemi di carico .....	31
8.5.	VERIFICHE A SLU E SLE .....	39
8.5.1.	Soletta superiore .....	41
1.1.1.2	<i>Attacco piedritto .....</i>	<i>41</i>
1.1.1.3	<i>Mezzeria .....</i>	<i>45</i>
8.5.2.	Soletta di fondazione.....	48
1.1.1.4	<i>Attacco piedritto .....</i>	<i>48</i>



1.1.1.5	Mezzeria .....	52
8.5.3.	Piedritto .....	56
1.1.1.6	Attacco soletta superiore.....	56
1.1.1.7	Attacco soletta inferiore.....	59
1.1.1.8	Mezzeria .....	63
8.6.	VERIFICHE GEOTECNICHE SCATOLARE PRINCIPALE.....	66
9.	<b>ALLEGATO A - TABULATI DI OUTPUT .....</b>	<b>69</b>

## **1. DESCRIZIONE DELL'OPERA**

---

La presente relazione riguarda il dimensionamento del tombino idraulico tipologico , di dimensioni in retto di 2,00x1,50m, previsto nell'ambito dei lavori inerenti il progetto definitivo "Autostrada Regionale Cispadana".

Il ricoprimento, ovvero la distanza tra la quota del piano stradale e l'estradosso della soletta superiore, è assunto cautelativamente pari a 2,00m.

Le azioni considerate nel calcolo sono quelle tipiche di una struttura interrata con le aggiunte delle azioni di tipo stradale, con applicazione della Normativa sui ponti stradali D. M. Min. Il. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni.

L'opera ricade in zona sismica, pertanto, saranno applicate le azioni di rito previste dalla norma così come riportato nei capitoli successivi.

Il dimensionamento è il risultato dello studio effettuato su una struttura piana che descrive una striscia larga 1,00m.

## **2. NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO**

---

Si veda in proposito l'elaborato PD\_0\_0000\_0000\_0\_GE\_KT\_01\_A - Elenco delle Normative di riferimento.

### **3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

---

Si veda in proposito gli elaborati:

- PD\_0\_0000\_0000\_0\_GE\_TB\_01\_A - Tabella materiali e classi di esposizione calcestruzzo
- PD\_0\_0000\_0000\_0\_GE\_KT\_02\_A - Vita Utile e Classi d'Uso delle opere

## 4. INCIDENZE

Si forniscono qui di seguito le incidenze d'armatura relative ai singoli elementi costituenti l'opera.

AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA					
INCIDENZE ACCIAIO		02 - TOMBINI SCATOLARI			
Cod Wbs	Descrizione Opera	Parte d'opera	Incidenza kg/mc		
			Fondazione	Elevazione	Soletta
DT_S02	Tombino scatolare 2x1.5	SCATOLARE	70	60	70

## 5. CRITERI DI CALCOLO

In ottemperanza al D.M. del 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni), i calcoli sono condotti con il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

### 5.1. CRITERI E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

L'effetto dell'azione sismica di progetto sull'opera nel suo complesso, includendo il volume significativo di terreno, la struttura di fondazione, gli elementi strutturali e non, nonché gli impianti, deve rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, i cui requisiti di sicurezza sono indicati nel § 7.1 della norma.

Il rispetto degli stati limite si considera conseguito quando:

- nei confronti degli stati limite di esercizio siano rispettate le verifiche relative al solo Stato Limite di Danno;
- nei confronti degli stati limite ultimi siano rispettate le indicazioni progettuali e costruttive riportate nel § 7 e siano soddisfatte le verifiche relative al solo Stato Limite di salvaguardia della Vita.

Per Stato Limite di Danno (SLD) s'intende che l'opera, nel suo complesso, a seguito del terremoto, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non provocare rischi agli utenti e non compromette significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali e orizzontali. Lo stato limite di esercizio comporta la verifica delle tensioni di lavoro, in conformità al § 4.1.2.2.5 (NT).

Per Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) si intende che l'opera a seguito del terremoto subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali e impiantistici e significativi danni di componenti strutturali, cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali (creazione di cerniere plastiche secondo il criterio della gerarchia delle resistenze), mantenendo ancora un margine di sicurezza (resistenza e rigidità) nei confronti delle azioni verticali.

Gli stati limite, sia di esercizio sia ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni che l'opera a realizzarsi deve assolvere durante un evento sismico; per la funzione che l'opera deve espletare nella sua vita utile, è significativo calcolare lo Stato Limite di Danno (SLD) per l'esercizio e lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per lo stato limite ultimo.

In merito alle opere scatolari di cui trattasi, nel rispetto del punto § 7.9.2., assimilando l'opera scatolare alla categoria delle spalle da ponte, rientrando tra le opere che si muovono con il terreno (§ 7.9.2.1), si può ritenere che la struttura debba mantenere sotto l'azione sismica un comportamento elastico; queste



categorie di opere che si muovono con il terreno non subiscono le amplificazioni dell'accelerazione del suolo.

A riguardo del calcolo allo SLV, dovendo la struttura mantenere durante l'evento sismico un comportamento elastico, vengono eseguite le verifiche alle tensioni di esercizio (§ 4.1.2.2.5), assumendo come limite delle tensioni di esercizio quelle adottate per la combinazione caratteristica (rara) (EC2 § 7.2). Tale combinazione, in accordo al punto § 7.10.6.1., consente di ritenere soddisfatte anche le verifiche nei confronti dello SLD.

Per la definizione dell'azione sismica, occorre definire il periodo di riferimento  $P_{VR}$  in funzione dello stato limite considerato.

La vita nominale ( $V_N$ ) dell'opera è stata assunta pari a 50 anni.

La classe d'uso assunta è la III .

Il periodo di riferimento ( $V_R$ ) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso vale:

$$V_R = V_N \cdot C_u = 75 \text{anni}$$

I valori di probabilità di superamento del periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente è:

$$P_{VR}(\text{SLV}) = 10\%$$

Il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$  espresso in anni, vale:

$$T_R(\text{SLV}) = - \frac{V_r}{\ln(1 - P_{VR})} = 712 \text{anni}$$

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite le tabelle riportate nell'Allegato B della norma o tramite la mappatura messa a disposizione in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), è possibile definire i valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$ .

$a_g$  → accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

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

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

$S$  → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_s$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_t$ );

L'opera ricade all'incirca alla Longitudine: 10.460764° e Latitudine: 44.889021°.

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico (NT § 7.11.6). In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

Nelle verifiche allo Stato Limite Ultimo i valori dei coefficienti sismici orizzontali  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \qquad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove

$a_{max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  = accelerazione di gravità;

Il sottosuolo su cui insiste l'opera può essere inserito nella categoria "C".

Il valore del coefficiente di amplificazione stratigrafico risulta:

$$S_S(SLV) = 1,5$$

L'accelerazione massima è quindi assunta pari a:

$$a_{gh} = 0.106 \cdot 1.5 = 0.159g$$

Essendo lo scatolare una struttura che non ammette spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente  $\beta_m$ , assume il valore:

$$\beta_m = 1$$

Pertanto, i due coefficienti sismici valgono:

$$(SLV) \quad k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} = 0,159 \qquad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h = 0,08$$

Le spinte delle terre, considerando lo scatolare una struttura rigida e priva di spostamenti (NT § 7.11.6.2.1 e EC8-5 § 7.3.2.1), sono calcolate in regime di spinta a riposo che comporta il calcolo delle spinte sismiche in tali condizioni; l'incremento dinamico di spinta del terreno può essere calcolato come:

$$\Delta P_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{tot}^2$$

Il punto di applicazione della spinta che interessa lo scatolare è posto  $h_{scat}/2$ , con "h<sub>tot</sub>" altezza dal piano stradale alla fondazione dello scatolare e  $h_{scat}$  l'altezza dello scatolare.

Essendo “ $\Delta P_d$ ” la risultante globale, ed il diagramma di spinta di tipo rettangolare, è immediato ricavare la quota parte della spinta che agisce sul piedritto dello scatolare.

L'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali e verticali, date dal prodotto delle forze di gravità per i coefficienti sismici in precedenza definiti, di cui la componente verticale è considerata agente verso l'alto o verso il basso, in modo da produrre gli effetti più sfavorevoli.

## 5.2. COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al cap. 2 delle NT.

### 5.2.1. Combinazioni per la verifica allo SLU

Gli stati limite ultimi delle opere interrato si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso, determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno, e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono l'opera.

Le verifiche agli stati limite ultimi sono eseguiti in riferimento ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)
  - collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
- SLU di tipo strutturale (STR)
  - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Trattandosi di opere interrato, le verifiche saranno condotte secondo l'approccio progettuale “Approccio 1”, utilizzando i coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 5.1.V per i parametri geotecnici e le azioni.

1. combinazione 1 → (A1+M1+R1) → STR
2. combinazione 2 → (A2+M2+R2) → GEO (carico limite)

Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFF. PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1	1,25
Resistenza non drenata	$c'_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_{\gamma}$	1	1

Tabella 6.2.I/5.1.V - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

CARICHI	EFFETTO	SIMBOLO	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
---------	---------	---------	-----	-------------	-------------

Permanente	favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1	1
	sfavorevole		1,1	1,35	1
Permanente non strutturali	favorevole	$\gamma_{G2}$	0 (0,9)	0	0
	sfavorevole		1,5 (1,1)	1,35	1/1,3
Variabili da traffico	favorevole	$\gamma_Q$	0	0	0
	sfavorevole		1,35	1,35	1,15
Variabili	favorevole	$\gamma_{Qi}$	0	0	0
	sfavorevole		1,5	1,5	1,30

Tabella 6.5.1 - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per la resistenza del sistema

VERIFICA	COEFF. PARZIALE (R1)	COEFF. PARZIALE (R2)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_{R=1}$	$\gamma_{R=1}$
Scorrimento	$\gamma_{R=1}$	$\gamma_{R=1}$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_{R=1}$	$\gamma_{R=1}$

Ai fini delle verifiche degli stati limite ultimi si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\text{STR}) \Rightarrow \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

$$\text{GEO}) \Rightarrow \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\text{spinte } \Phi_d' = \tan^{-1}(\tan \Phi_k' / \gamma_\phi))$$

### 5.2.2. Combinazioni per la verifica allo SLE

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (fessurazione/ stato tensionale) si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\text{Frequente}) \Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

$$\text{Quasi permanente}) \Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

$$\text{Rara}) \Rightarrow G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

### 5.2.3. Combinazioni per la condizione sismica

Per la condizione sismica, le combinazioni per gli stati limite ultimi da prendere in considerazione sono le seguenti (approccio 1):

$$\text{STR}) \Rightarrow E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

$$\text{GEO}) \Rightarrow E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\text{spinte } \Phi_d' = \tan^{-1}(\tan \Phi_k' / \gamma_\phi))$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

I valori del coefficiente  $\psi_{2i}$  sono quelli riportati nella tabella 5.1.VI e § 2.5.I della norma; la stessa propone nel caso di ponti, e più in generale per opere stradali, di assumere per i carichi dovuti al transito dei mezzi  $\psi_{2i} = 0,2$  (condizione cautelativa).

Data la natura dell'opera in progetto, così come previsto dalla norma, si può assumere  $\psi_{2i} = 0$ .

## 6. DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI

Secondo quanto riportato nell'elaborato PD\_0\_0000\_0000\_0\_GE\_TB\_01\_A, viene determinata per ogni tipologia di getto in conglomerato cementizio armato la classe di esposizione: ciò, ai sensi della Tab. 4.1.III delle NTC08, qualifica automaticamente la "Condizione ambientale".

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Nella tabella seguente sono indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione con riferimento alle condizioni ambientale e al tipo di armatura.

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	$\leq w_1$

## 7. PARAMETRI GEOTECNICI PER IL CALCOLO DELLE STRUTTURE

---

I parametri necessari a definire le caratteristiche del terreno a tergo della spalla sono estratti dal Documento 'Criteri Generali per le verifiche Geotecniche'.

Si assume:

$$\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3 ; \varnothing = 38.0^\circ [\text{M1}] ; \varnothing' = 32.01^\circ [\text{M2}]$$

dove:

$\gamma$  : peso specifico del terrapieno

$\varnothing$  : angolo d'attrito *caratteristico* del terrapieno

$\varnothing'$  : angolo d'attrito *efficace* del terrapieno

## 8. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA

Il tombino scatolare presenta sezione corrente di forma quadrata ed è realizzato da una soletta di fondazione su cui si innestano i piedritti, costituiti da setti continui in cemento armato a spessore costante e sui quali si realizzerà la soletta di copertura, costituita da una piastra in calcestruzzo armato gettata in opera, anch'essa a spessore costante .

La geometria è quella riportata nella Fig. 1

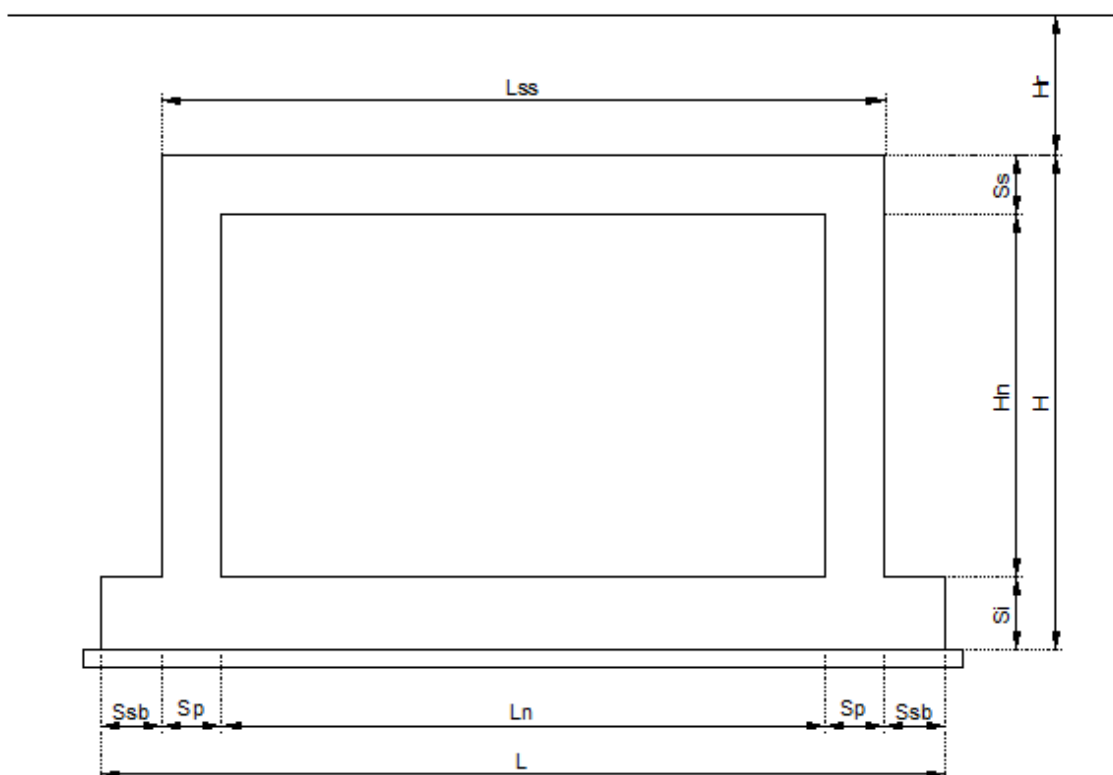


Figura 1 – Sezione trasversale scatolare

$L_n = 2,00$ m	$S_s = 0,30$ m	$H_r = 2,00$ m (di calcolo)
$L = 3,00$ m	$S_i = 0,30$ m	$H_n = 1,50$ m
$L_{ss} = 2,60$ m	$S_p = 0,30$ m	$H = 2,10$ m
	$S_{sb} = 0,20$ m	



## 8.1. PROGRAMMI DI CALCOLO UTILIZZATO

---

Il calcolo della struttura in esame viene condotto con il programma ENG della SIGMAC SOFT (via della Croce Rossa, 42 – PADOVA).

Le verifiche vengono eseguite tramite il programma “Calcolo agli stati limite delle sezioni in c.a.” di Renato Tritto e pubblicato dalla ProTec editrice.

## 8.2. MODELLAZIONE ADOTTATA

---

Per la mesh del calcolo (si rimanda alle Figg. 2 e 3) si è assunto lo schema statico di telaio chiuso. La mesh è composta da 6 aste e da 6 nodi; l'output dell'indagine elettronica viene raccolto nell'allegato.

Il suolo viene modellato facendo ricorso all'usuale artificio delle molle elastiche alla Winkler.

La costante di sottofondo del terreno di fondazione è assunta pari a:

$$K_s = 2000 \text{ kN/m}^3$$

Agli effetti delle caratteristiche geometriche delle varie aste si è quindi assunto:

- una sezione rettangolare  $b \times h = 100 \times S_s$  cm per la soletta superiore
- una sezione rettangolare  $b \times h = 100 \times S_i$  cm per la soletta di fondazione
- una sezione rettangolare  $b \times h = 100 \times S_p$  cm per i piedritti

Per le aste del reticolo si è assunto:

$E_c = 33924 \text{ N/mm}^2$  ; modulo elastico del calcestruzzo (C28/35) per la fondazione ed elevazioni

Lo schema statico della struttura e la relativa numerazione dei nodi e delle aste sono riportati nelle Figg.2 e 3.

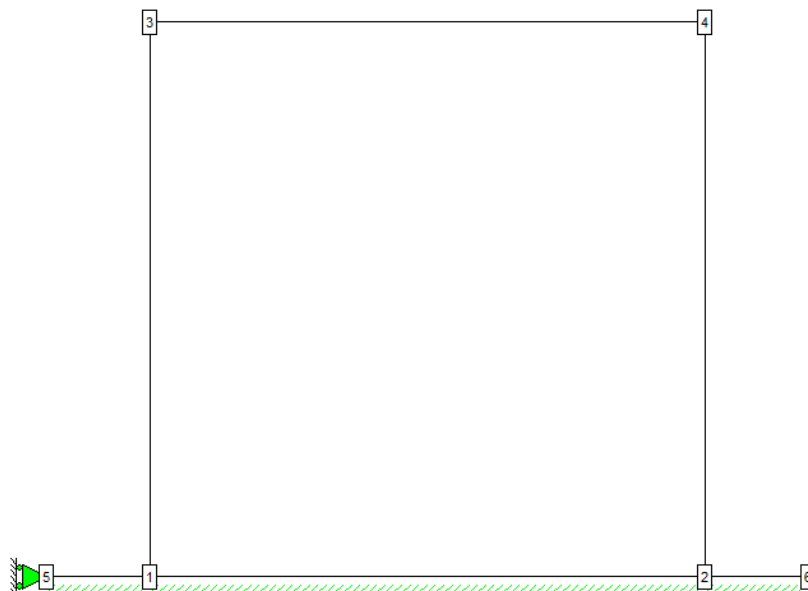


Figura 2 – Numerazione dei nodi

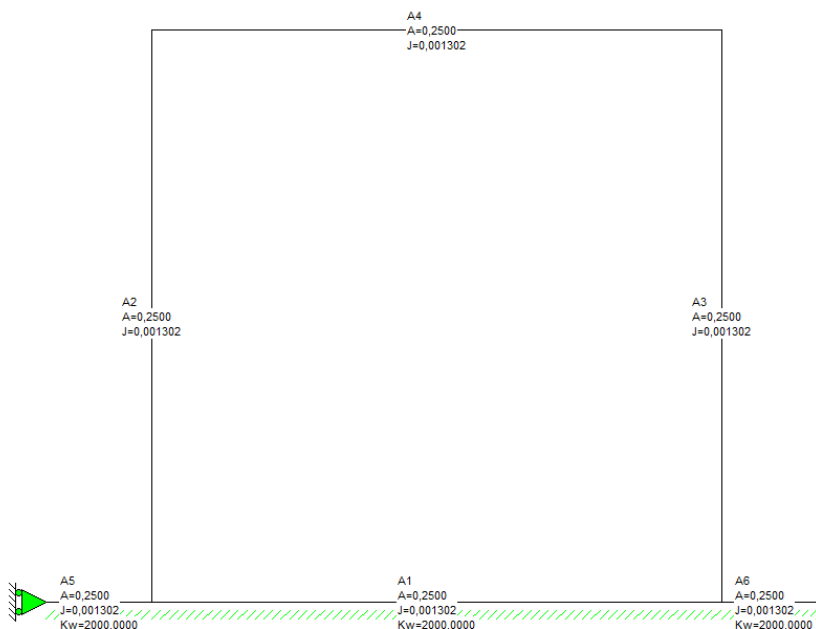


Figura 3 – Numerazione delle aste

### 8.3. CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI

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

Vengono prese in considerazione n°18 Condizioni Elementari di carico (CDC1÷ CDC 18), di seguito determinate.

Tali Combinazioni Elementari saranno opportunamente combinate secondo quanto previsto dalla normativa vigente. I principali parametri geometrici, come illustrato in Fig.1, risultano essere i seguenti:

- spessore totale medio del ricoprimento (piano stradale-estradosso soletta):  $H_T = 2,00$  m
- larghezza utile dello scatolare:  $L_n = 2,00$  m
- altezza libera del sottopasso  $H_n = 1,50$  m
- spessore della soletta superiore:  $S_S = 0,30$  m
- spessore dei piedritti:  $S_p = 0,30$  m
- spessore della fondazione:  $S_i = 0,30$  m

Per i materiali si assumono i seguenti pesi specifici:

- calcestruzzo armato: 25 kN/m<sup>3</sup>
- rilevato 20 kN/m<sup>3</sup>
- sovrastruttura stradale 20 kN/m<sup>3</sup>

#### 8.3.1. Peso proprio e carichi permanenti portati

##### Soletta superiore

- peso proprio	0,30 * 25	7,50kN/m <sup>2</sup>
- peso sovrastruttura stradale	2,00 * 20	40,00kN/m <sup>2</sup>
		-----
	totale	<b>47,50kN/m<sup>2</sup></b>

##### Soletta inferiore

- peso proprio	0,30 * 25	<b>7,50kN/m<sup>2</sup></b>
----------------	-----------	-----------------------------

##### Sbalzi

- peso proprio	$0,30 * 25 * (0,20/0,35)$	4,29kN/m <sup>2</sup>
- peso sovrastruttura stradale	$(2,00 * 20 + 1,80 * 20) * (0,20/0,35)$	43,43kN/m <sup>2</sup>
		-----
	totale	<b>47,72kN/m<sup>2</sup></b>

### Piedritti

- peso proprio	$0,30 * 25$	<b>7,50kN/m<sup>2</sup></b>
----------------	-------------	-----------------------------

Tali carichi vengono considerati nella Condizione Elementare CDC 1.

### **8.3.2. Spinta del terreno**

Il rinterro a ridosso dello scatolare verrà realizzato tramite materiale da rilevato. Per tale materiale si assumono i seguenti parametri:

- peso specifico  $\gamma_t = 20 \text{ kN/m}^3$  ;
- angolo di attrito  $\phi = 38^\circ$ ;

da cui risulta un coefficiente di spinta attiva  $\lambda_a = 0,238$  ed un coefficiente di spinta a riposo  $\lambda_o = 0,384$ .

Vengono presi in considerazione i due coefficienti di spinta: il primo massimizza nelle varie combinazioni di carico il momento in mezzzeria, mentre il secondo all'incastro.

Si applicano, di conseguenza, i valori delle spinte secondo la profondità con

$$p_h = \lambda_a \gamma_t Z$$

e con il consueto diagramma trapezoidale delle pressioni orizzontali.

Le pressioni del terreno relative alla spinta a riposo, in corrispondenza dei nodi caratteristici dei piedritti, risultano essere le seguenti:

$$P_{\min} = [20 * 2,15] * 0,384 = \mathbf{16,51kN/m^2}$$

$$P_{\max} = P_{\min} + [20 * 1,8] * 0,384 = \mathbf{30,34kN/m^2}$$

Tali spinte vengono considerate nella Condizione Elementare (CDC 2) su entrambi i piedritti.

Le pressioni del terreno relative alla spinta attiva, in corrispondenza dei nodi caratteristici dei piedritti, risultano essere le seguenti:

$$P_{\min} = [20 * 2,15] * 0,238 = \mathbf{10,23kN/m^2}$$

$$P_{\max} = P_{\min} + [20 * 1,8] * 0,238 = 18,80 \text{ kN/m}^2$$

Tali spinte vengono considerate nelle seguenti Condizioni Elementari:

- a) agenti su entrambi i piedritti (spinta attiva) (CDC 3)
- b) agenti sul piedritto sinistro (spinta a riposo) e sul piedritto destro (spinta attiva) (CDC 4)

La condizione di carico CDC4, serve a mettere in conto possibili situazioni (anche temporanee) di disomogeneità nei costipamenti o altre condizioni che possano generare situazioni di spinte asimmetriche sull'opera.

Naturalmente queste spinte saranno opportunamente combinate, utilizzando i valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere nell'analisi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimi.

### **8.3.3. Acqua interna allo scatolare**

Si trascura tale azione in quanto non dimensionante per il dimensionamento strutturale.

Tali carichi vengono considerati nella Condizione Elementare CDC 5.

### **8.3.4. Carichi mobili verticali sulla soletta superiore**

Con riferimento alle norme vigenti (vedi paragrafo 5.1.3 del D.M. 14-01-2008, paragrafo 4.3 e 4.4 di EN 1991-2\_2005) come azioni variabili da traffico gravante sulla soletta superiore si assume lo schema di carico 1. Il carico di normativa applicato è il  $Q_{1,k}$ , ossia il mezzo convenzionale da 600kN a due assi da 300 kN ognuno (carico tandem), con interasse di 1,20m lungo il senso di marcia e di larghezza 2,40m (comprese le dimensioni delle impronte) e ove possibile, il carico ripartito  $q_{1,k}$  da 9kN/m<sup>2</sup>.

Tale carico viene posizionato ortogonalmente all'asse del sottopasso e considerato ripartito, sia in direzione longitudinale che trasversale, con un angolo di diffusione di 30° attraverso il rilevato stradale, e 45° sino al piano medio della soletta superiore.

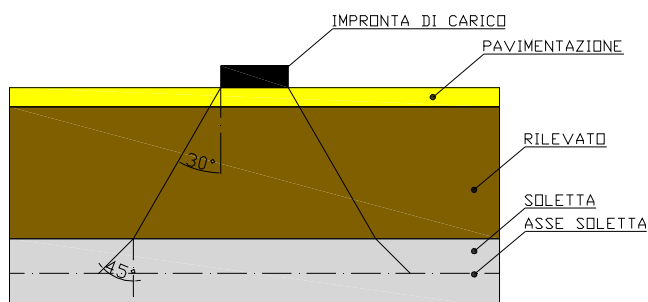


Figura 4 – Diffusione impronta di carico

In direzione trasversale, quale base collaborante viene considerato un valore pari alla larghezza di ingombro dello schema di carico uguale a 2,40m aumentata dello spessore di diffusione del carico.

Limitando la diffusione del carico lato seconda colonna di carico a 0,30m (come in Fig.5) la larghezza di diffusione trasversale diventa:

$$B_T = 2,40 + 0,3 + (2,00 \cdot \text{tg}30^\circ + 0,30/2) = \mathbf{4,00m}$$

Ingombro longitudinale:

$$L_L = 1,60 + 2 * (2,00 \cdot \text{tg}30^\circ + 0,30/2) = \mathbf{4,21m}$$

Carico medio uniforme:

$$Q_{1k,dis} = 600 / (4,00 * 4,21) = \mathbf{35,63kN/m^2}$$

Carico ripartito:

$$q_{1k,dis} = \mathbf{9 \text{ kN/m}^2}$$

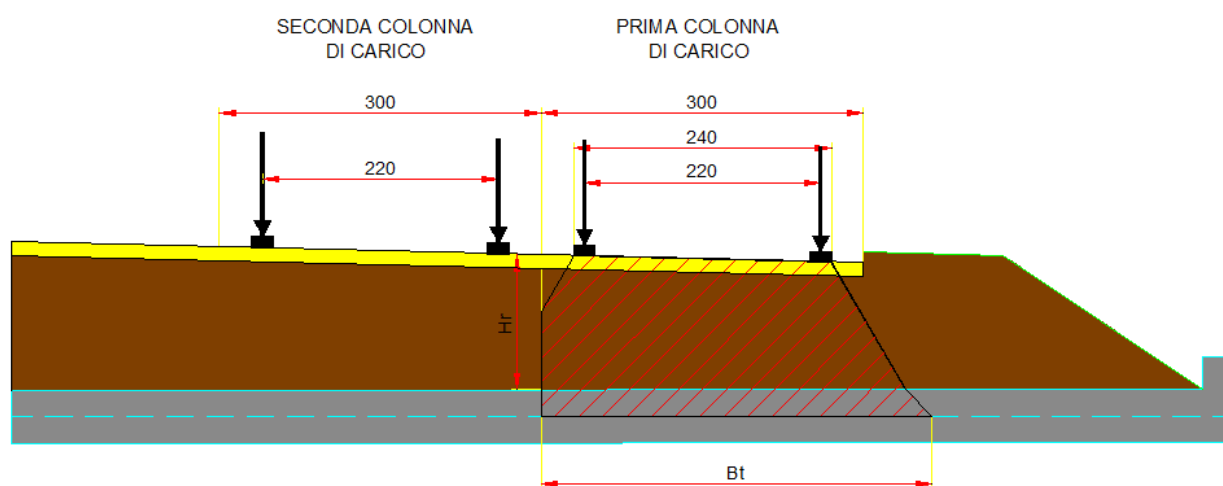


Figura 5 – Diffusione trasversale del carico mobile

Tali carichi vengono considerati nella Condizione Elementare CDC 6-7.

La CDC 6 prevede un carico  $Q_{1k,dis}$  centrato sulla soletta superiore.

La CDC 7 prevede un carico  $Q_{1k,dis}$  eccentrico (a filo piedritto) sulla soletta superiore.

Come carico accidentale gravante sulla soletta superiore, si ipotizza anche il caso in cui l'intera soletta sia gravata da un carico distribuito di intensità pari a  $20 \text{ kN/m}^2$  (Condizione Elementare CDC 8).

### 8.3.5. Spinta del sovraccarico sul rilevato

In accordo con quanto riportato nella circolare n°17 al §5.1.3.3.7.1, il sovraccarico da considerare sul terrapieno adiacente la parete dello scatolare, è quello generato dallo schema di carico 1, dove il carico tandem è sostituito da un carico uniformemente distribuito.

Il carico tandem trasformato in carico uniformemente distribuito assume il valore  $600/(3*2,2)=90,91 \text{ kN/m}^2$ .

Il carico uniformemente distribuito  $q_{ik}=9 \text{ kN/m}^2$  viene sommato al carico tandem distribuito.

Mettendo in conto il ricoprimento con rilevato della struttura, il quale contribuisce a diffondere il carico fino al piano di estradosso soletta, il carico distribuito da utilizzare per il calcolo delle spinte agenti sulle pareti dello scatolare risulta  $600/((3+2,00*\text{tg}30^\circ)*(2,2+2*2,00*\text{tg}30^\circ))=32,02 \text{ kN/m}^2$

Schema di carico utilizzato a ridosso del rilevato (direzione asse corsia)

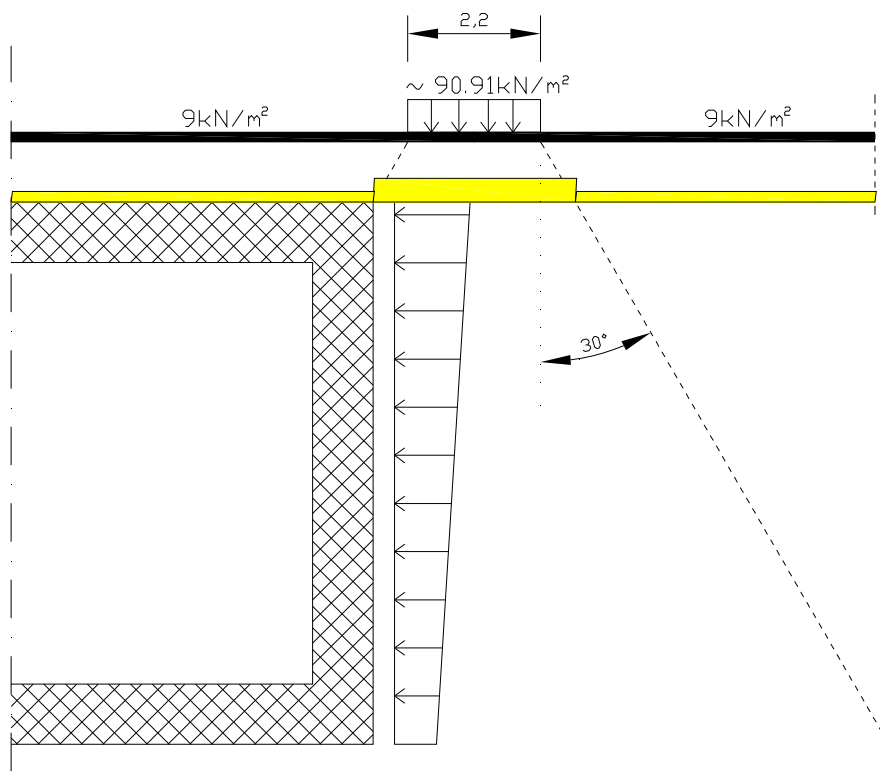
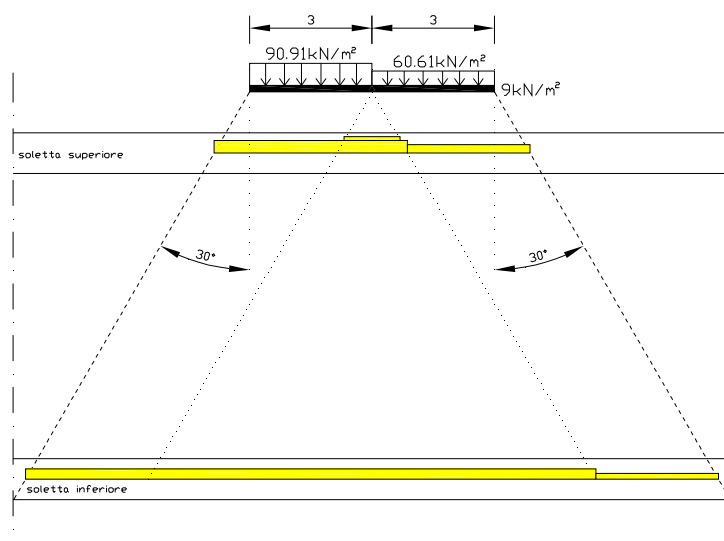
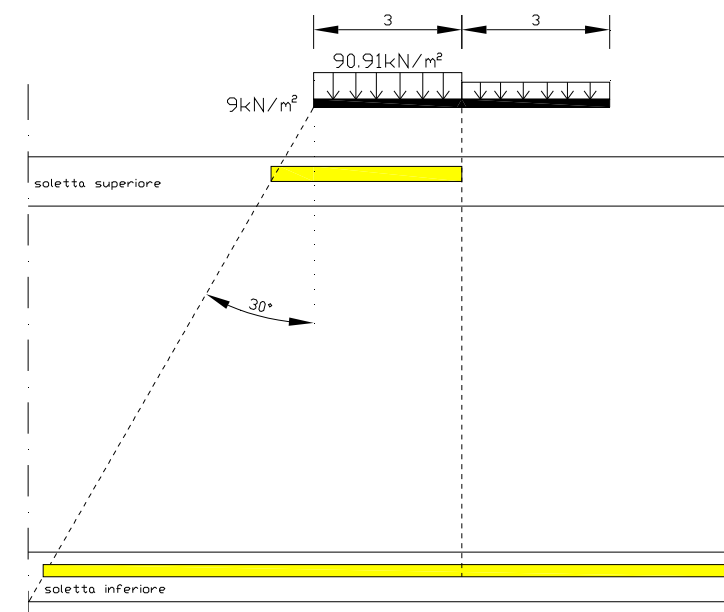


Figura 6 – Spinta del sovraccarico sul rilevato

Utilizzando due colonne di carico, e la ripartizione trasversale del carico di superficie distribuito, si ottiene quanto riportato nell'immagine seguente:



Per il calcolo delle azioni agenti sulle pareti dello scatolare, si considera il carico distribuito dovuto alla colonna di carico 1, limitando la diffusione del carico sul lato della seconda colonna di carico come schema seguente:





Tale distribuzione di carico fornisce alle pareti una spinta variabile lungo l'altezza, con intensità nei nodi superiore e inferiore pari a (asse solette):

$$\sigma_{1v,sup} = 600 / ((3 + 2,15 \cdot \text{tg}30^\circ) \cdot (2,2 + 2 \cdot 2,00 \cdot \text{tg}30^\circ + 0,15 \cdot \text{tg}30^\circ)) = 30,78 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{2v,sup} = (9 \cdot 3) / (3 + 2,15 \cdot \text{tg}30^\circ) = 6,37 \text{ kN/m}^2$$

$$q'_{acc,sup} = (\sigma_{1v,sup} + \sigma_{2v,sup}) \cdot 0,384 = 14,26 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{1v,inf} = 600 / ((3 + 3,95 \cdot \text{tg}30^\circ) \cdot (2,2 + 2 \cdot 2,00 \cdot \text{tg}30^\circ + 1,95 \cdot \text{tg}30^\circ)) = 18,18 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{2v,inf} = (9 \cdot 3) / (3 + 3,95 \cdot \text{tg}30^\circ) = 4,84 \text{ kN/m}^2$$

$$q'_{acc,inf} = (\sigma_{1v,inf} + \sigma_{2v,inf}) \cdot 0,384 = 8,84 \text{ kN/m}^2$$

Tali spinte vengono considerate nelle seguenti Condizioni Elementari:

- a) agenti sul piedritto sinistro (CDC 9)
- b) agenti sul piedritto destro (CDC 10)
- c) agenti su ambo i piedritti (CDC 11)

### 8.3.6. Frenatura

In accordo con il § 5.1.3.5 del D.M. 14-01-2008 e § 4.4.1 di UNI EN 1991-2:2005 il carico frenante di normativa ( $q_3$ ) è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n.1, il quale viene ripartito sulla larghezza collaborante (L) e sulla larghezza dello scatolare (CDC 13-14):

$$\text{Carico frenante} \quad q_3 = 0,60 \cdot 2 \cdot 300 + 0,10 \cdot q_{1k} \cdot w_l \cdot L = 371,37 \text{ kN}$$

L'azione di cui sopra, viene distribuita sulla soletta superiore dello scatolare; il valore della frenatura equivalente da applicare alla soletta, si ottiene distribuendo il valore del carico frenante, alla lunghezza della soletta e alla larghezza di diffusione del carico ( $L_{dt}$ ), con la seguente relazione:

$$q_{3,dis} = 371,37 / (4,21 \cdot 5,01) = 17,61 \text{ kN/m}^2$$

Tale carico viene considerato nelle seguenti Condizioni Elementari:

- a) agente verso sinistra (CDC 12)

b) agente verso destra

(CDC 13)

### 8.3.7. Azioni termiche

In accordo con il § 3.5 del D.M. 14-01-2008 sono stati considerati gli effetti dovuti alle variazioni termiche. In particolare, è stata considerata una variazione termica uniforme di  $\pm 10^{\circ}\text{C}$  sulla soletta superiore (CDC 14) ed un salto termico di  $5^{\circ}\text{C}$ , analizzando i due casi di intradosso più caldo dell'estradosso e viceversa, con andamento lineare nello spessore della soletta superiore (CDC 15-16).

Per il coefficiente di dilatazione termica si assume:

$$\alpha = 10 \cdot 10^{-6} = 0.00001 \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$$

### 8.3.8. Azione sismica

#### 1.1.1.1 Stato limite di salvaguardia della vita (SLV)

La risultante delle forze inerziali orizzontali indotte dal sisma viene valutata con la seguente espressione:

$$F_h = P \cdot k_h$$

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

$$\text{(SLV)} \quad k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{\max}}{g} = 0,159$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h = 0,08$$

P = peso proprio;

k = coefficienti sismici;

Si può ritenere che la struttura debba mantenere sotto l'azione sismica un comportamento elastico, assimilando l'opera scatolare alla categoria delle spalle da ponte e rientrando così tra le opere che si muovono con il terreno; queste categorie di opere non subiscono le amplificazioni dell'accelerazione del suolo.

Per tener conto dell'incremento di spinta del terreno dovuta al sisma si fa riferimento all'EC8, in cui l'incremento di spinta sismica  $\Delta P$  per la condizione a riposo viene valutato:

$$\Delta P_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{\text{tot}}^2$$

Ai fini delle azioni verticali

- sulla soletta superiore si ha:

Permanente	40,00	kN/m <sup>2</sup>
Soletta	7,50	kN/m <sup>2</sup>
Inerzia soletta+permanente (P*k <sub>v</sub> )	<b>3,80</b>	kN/m <sup>2</sup>

- sui piedritti si ha:

$$P^* k_v = 0,30 * 25 * 0,08 = \mathbf{0,6 \text{ kN/m}}$$

Ai fini delle azioni orizzontali :

- Spinta inerziale sulla soletta superiore:

$$P^* k_h = (47,50) * 0,159 = \mathbf{7,6 \text{ kN/m}}$$

- Spinta inerziale sui piedritti:

$$P^* k_h = 0,30 * 25 * 0,159 = \mathbf{1,2 \text{ kN/m}}$$

- Sovrappinta sismica :

$$S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{tot} = 0,159 * 20 * 4,10 = \mathbf{13,04 \text{ kN}}$$

Tali carichi vengono considerate nelle seguenti Condizioni Elementari:

- a) azioni sismiche orizzontali (CDC 17)
- b) azioni sismiche verticali (CDC 18)

## 8.4. CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

Le condizioni elementari di carico considerate sono di seguito riassunte:

CDCTipo	Descrizione
1 Gk	Peso proprio della struttura e carichi permanenti portati
2 Gk	Spinta delle terre in assenza di falda (spinta a riposo)
3 Gk	Spinta delle terre in assenza di falda (spinta attiva)
4 Gk	Spinta delle terre in assenza di falda (spinta a riposo-attiva)
5 Qk	Spinta acqua interna allo scatolare
6 Qk	Qik centrato

CDCTipo	Descrizione
7 Qk	Qik a filo piedritto
8 Qk	Accidentale 20kN/m <sup>2</sup>
9 Qk	Spinta sovraccarico accidentale sul piedritto sinistro
10 Qk	Spinta sovraccarico accidentale sul piedritto destro
11 Qk	Spinta sovraccarico accidentale su ambo i piedritti
12 Qk	Frenatura sinistra
13 Qk	Frenatura destra
14 Qk	Variazione termica a farfalla (estradosso più caldo)
15 Qk	Variazione termica a farfalla (intradosso più caldo)
16 Qk	Variazione termica uniforme
17 Qk	Sisma orizzontale
18 Qk	Sisma verticale

Al fine di determinare le combinazioni come da norma (§3.2), si definisce la classificazione delle azioni e le combinazioni allo SLU e SLE.

Classificazione delle azioni agenti sulla struttura.

<b>a</b>	PERMANENTI + PORTATI
<b>b</b>	SPINTE
<b>c</b>	ACCIDENTALI VERTICALI SU OPERA
<b>d</b>	ACCIDENTALI VERT. SU TERRAPIENO
<b>e</b>	FRENATURA
<b>f</b>	FORZA CENTRIFUGA
<b>g</b>	VENTO
<b>h</b>	ACCIDENTALI SU SOLETTA INFERIORE
<b>i</b>	ACCIDENTALI DIVERSI

<b>j</b>	AZIONI SISMICHE ORIZZONTALI
<b>k</b>	AZIONI SISMICHE VERTICALI
<b>l</b>	VARIAZIONI TERMICHE/ RITIRO: (num. variabile; viene considerata solo la peggiore col suo segno più gravoso)

Le precedenti combinazioni elementari di calcolo (CMB) sono combinate tra loro in modo da generare le massime sollecitazioni per lo SLU e SLE (combinazione 1 (A1+M1+R1)), come da seguente prospetto.

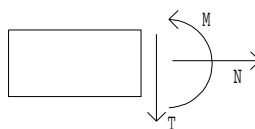
stradali		PERMANENTI #PORTATI+BALLAST CON COEFF. - 1,5:	SPINTE	ACCIDENTALI VERTICALI SU OPERA:	ACCIDENTALI VERT. SU TERRAPIENO:	FRENA-TURA:	FORZA CENTRIFUGA:	VENTO:	ACCIDENTALI SU SOLETTA INFERIORE:	ACCIDENTALI DIVERSI:	AZIONI SISMICHE ORIZZONTALI	AZIONI SISMICHE VERTICALI	VARIAZIONI TERMICHE/ RITIRO	RITIRO
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	l
gruppo 1	SLU.1	1 - 1.35	1 - 1.35	0.000	0.000	0.000	0.000	0.900	0.000	0.000	0.000	0.000	1.200	0 - 1.20
	SLU.2	1 - 1.35	1 - 1.35	1.350	1.350	0.000	0.000	1.500	1.125	1.125	0.000	0.000	0.720	0 - 1.20
	SLU.3	1 - 1.35	1 - 1.35	1.013	1.013	0.000	0.000	0.900	1.013	1.500	0.000	0.000	0.720	0 - 1.20
gruppo 2a	SLU.4	1 - 1.35	1 - 1.35	1.013	1.013	1.350	0.000	0.900	1.125	1.125	0.000	0.000	0.720	0 - 1.20
gruppo 2b	SLU.5	1 - 1.35	1 - 1.35	1.013	1.013	0.000	1.350	0.900	1.125	1.125	0.000	0.000	0.720	0 - 1.20
sisma	SISMA	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0 - 1.00
SLE	FR1	1.000	1.000	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.600	0 - 1.00
	FR2	1.000	1.000	0.750	0.750	0.750	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.600	0 - 1.00
	QP	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0 - 1.00
	RAR	1.000	1.000	1.000	1.000	0.750	0.750	0.600	0.750	0.000	0.000	0.000	0.600	0 - 1.00

I valori numerici riportati nelle colonne della tabella precedente indicano il coefficiente moltiplicativo con il quale la Combinazione Elementare è considerata. Tali valori sono il risultato dei prodotti tra coefficienti parziali operanti sulle azioni, così come precedentemente esposto e riassunto nella seguente tabella:

stradali		PERMANENTI #PORTATI+BALLAST CON COEFF. - 1,5:	SPINTE	ACCIDENTALI VERTICALI SU OPERA:	ACCIDENTALI VERT. SU TERRAPIENO:	FRENA-TURA:	FORZA CENTRIFUGA:	VENTO:	ACCIDENTALI SU SOLETTA INFERIORE:	ACCIDENTALI DIVERSI:	AZIONI SISMICHE ORIZZONTALI	AZIONI SISMICHE VERTICALI	VARIAZIONI TERMICHE	RITIRO
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	l
gruppo 1	SLU.1	1 - 1.35	1 - 1.35	0.000	0.000	0.000	0.000	1.5*0.6	0.000	0.000	0.000	0.000	1.200	0 - 1.20
	SLU.2	1 - 1.35	1 - 1.35	1*1.35	1*1.35	0.000	0.000	1.500	1.5*0.75	1.5*0.75	0.000	0.000	1.2*0.6	0 - 1.20
	SLU.3	1 - 1.35	1 - 1.35	0.75*1.35	0.75*1.35	0.000	0.000	1.5*0.6	1.35*0.75	1.500	0.000	0.000	1.2*0.6	0 - 1.20
gruppo 2a	SLU.4	1 - 1.35	1 - 1.35	0.75*1.35	0.75*1.35	1.350	0.000	1.5*0.6	1.5*0.75	1.5*0.75	0.000	0.000	1.2*0.6	0 - 1.20
gruppo 2b	SLU.5	1 - 1.35	1 - 1.35	0.75*1.35	0.75*1.35	0.000	1.350	1.5*0.6	1.5*0.75	1.5*0.75	0.000	0.000	1.2*0.6	0 - 1.20
sisma	SISMA	1.000	1.000	0.2*0	0.2*0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0 - 1.00
SLE	FR1	1.000	1.000	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.600	0 - 1.00
	FR2	1.000	1.000	0.750	0.750	0.750	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.600	0 - 1.00
	QP	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0 - 1.00
	RAR	1.000	1.000	1.000	1.000	0.750	0.750	0.600	0.750	0.000	0.000	0.000	0.600	0 - 1.00

Per un esame più dettagliato dei risultati del calcolo elettronico si rimanda agli output allegati.

Le convenzioni adottate per le sollecitazioni di segno positivo sono le seguenti:



Nelle verifiche di seguito riportate le combinazioni di calcolo considerate sono le seguenti:

	perm	rip_dx	rip_sx	att_dx	att_sx	w	q1cen	q1fil	q20	accsx	accdx	fre_sx	uni_-10	uni_+10	farf+/-	farf-/+	sis ori	sis verti
STR1 (campata SS)	1,35	0	0	1	1	1,125	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0,72	0	0	0
STR2 (attacco SS+attacco Sup piedritto)	1,35	1,35	0	0	1	0	1,013	0	0	0	1,013	1,35	0	0	0	0,72	0	0
STR3 (attacco SI+attacco Inf piedritto)	1,35	1,35	0	0	1	0	0	1,013	0	0	1,013	1,35	0	0	0,72	0	0	0
STR4 (campata piedritto)	1	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	1,35	1,35	0	0	0	0,72	0	0	0
STR5 (campata SI)	1,35	0	0	1	1	1,125	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0,72	0	0
STR6 (campata SS_inferiore)TAGLIO	1	1,35	0	0	1	0	0	0	0	0	1,013	1,35	0	0	0	0	0	0
STR7 (attacco SS_SI)TAGLIO	1,35	1,35	0	0	1	0	1,35	0	0	0	1,35	0	0	0	0	0	0	0
STR8 (attacco SS)TAGLIO	1,35	1,35	0	0	1	0	1,013	0	0	0	1,013	1,35	0	0	0	0	0	0
STR9 (attaccopiedritto sup)TAGLIO	1	1,35	1,35	0	0	0	1,013	0	0	1,013	1,013	1,35	0	0	0	0,72	0	0
STR10 (attaccopiedritto sup)TAGLIO	1	1,35	1,35	0	0	0	1,35	0	0	1,35	1,35	0	0	0	0	0,72	0	0
STR11 (attacco Inf piedritto)TAGLIO	1,35	1,35	0	0	1	0	0	0	0	0	1,013	1,35	0	0	0,72	0	0	0
STR12 (campata piedritto)TAGLIO	1	1,35	0	0	1	0	0	0	0	0	1,013	1,35	0	0	0,72	0	0	0
FR1 (campata SS)	1	0	0	1	1	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0
FR2 (attacco SS+attacco Sup piedritto)	1	1	0	0	1	0	0,75	0	0	0	0,75	0,75	0	0	0	0,6	0	0
FR3 (attacco SI+attacco Inf piedritto)	1	1	0	0	1	0	0	0,75	0	0	0,75	0,75	0	0	0,6	0	0	0
FR4 (campata piedritto)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0,75	0,75	0	0	0	0,6	0	0	0
FR5 (campata SI)	1	0	0	1	1	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0
TA1 (campata SS)	1	0	0	1	1	0,75	1	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0
TA2 (attacco SS+attacco Sup piedritto)	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0,75	0	0	0	0,6	0	0
TA3 (attacco SI+attacco Inf piedritto)	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0,75	0	0	0,6	0	0	0
TA4 (campata piedritto)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0,6	0	0	0
TA5 (campata SI)	1	0	0	1	1	0,75	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0
QP1 (campata SS)	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
QP2 (attacco SS+attacco Sup piedritto)	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0
QP3 (attacco SI+attacco Inf piedritto)	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
QP4 (campata piedritto)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
QP5 (campata SI)	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0
SISvcampsup esotto	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SISovattacchi e tagli	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
SISocampata piedritti	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
GEO1	1	1	0	0	1	0,975	1,15	0	0	0	1,15	0	0	0	0	0	0	0
GEO2	1	1	0	0	1	0,975	0,8625	0	0	0	0,8625	1,15	0	0	0	0	0	0
GEO3	1	1	0	0	1	1,3	0,8625	0	0	0	0,8625	0,8625	0	0	0	0	0	0

## 8.4.1. Schemi di carico



Figura 7 – PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA E CARICHI PERMANENTI PORTATI

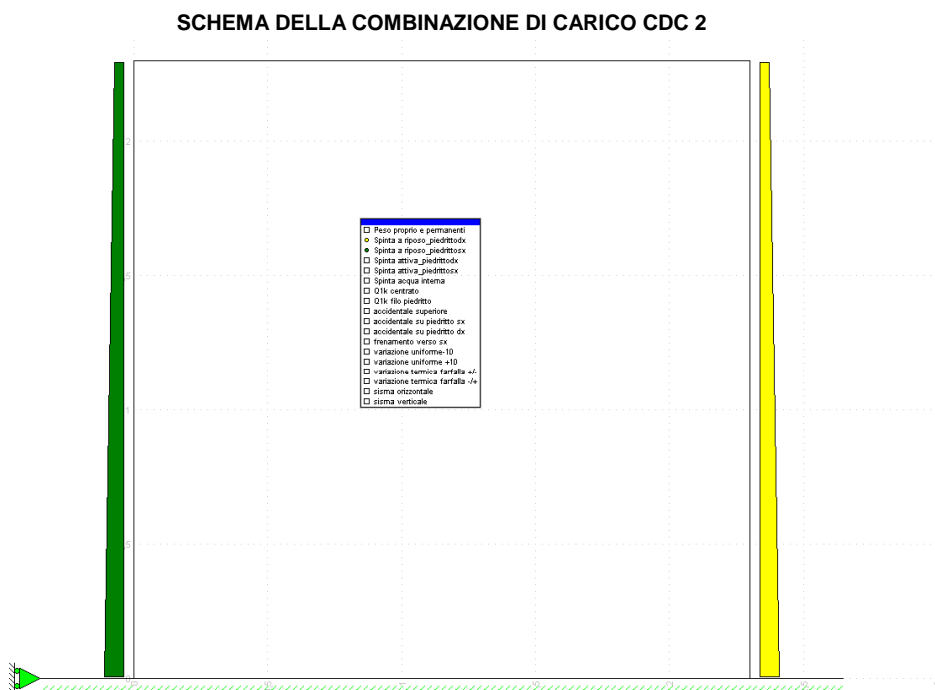




Figura 8 – SPINTA DELLE TERRE IN ASSENZA DI FALDA: spinta a riposo

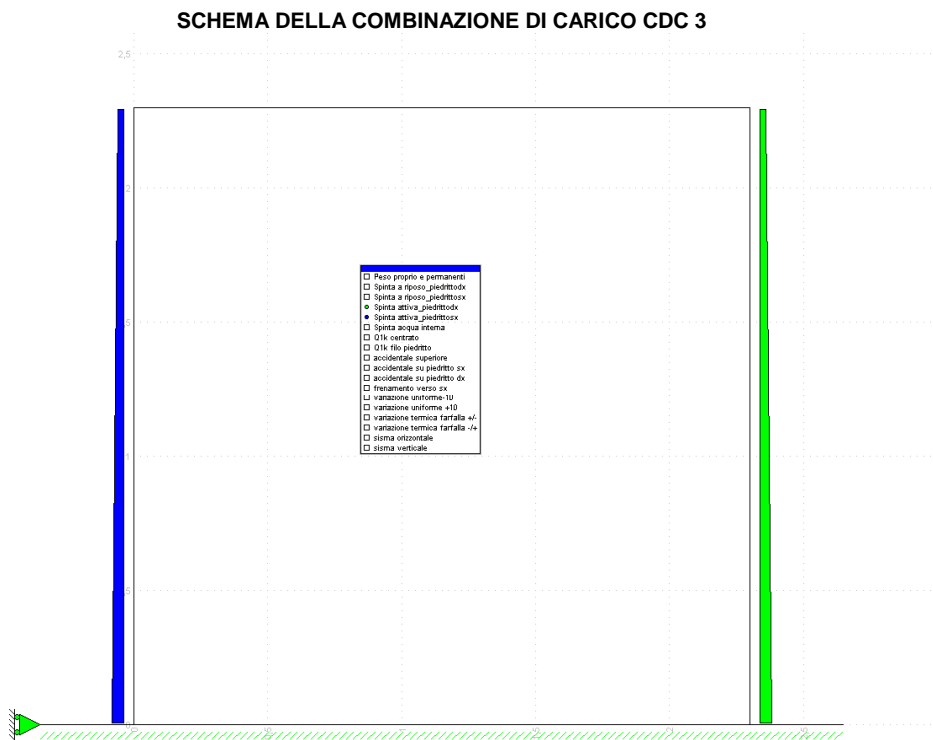


Figura 9 – SPINTA DELLE TERRE IN ASSENZA DI FALDA: spinta attiva

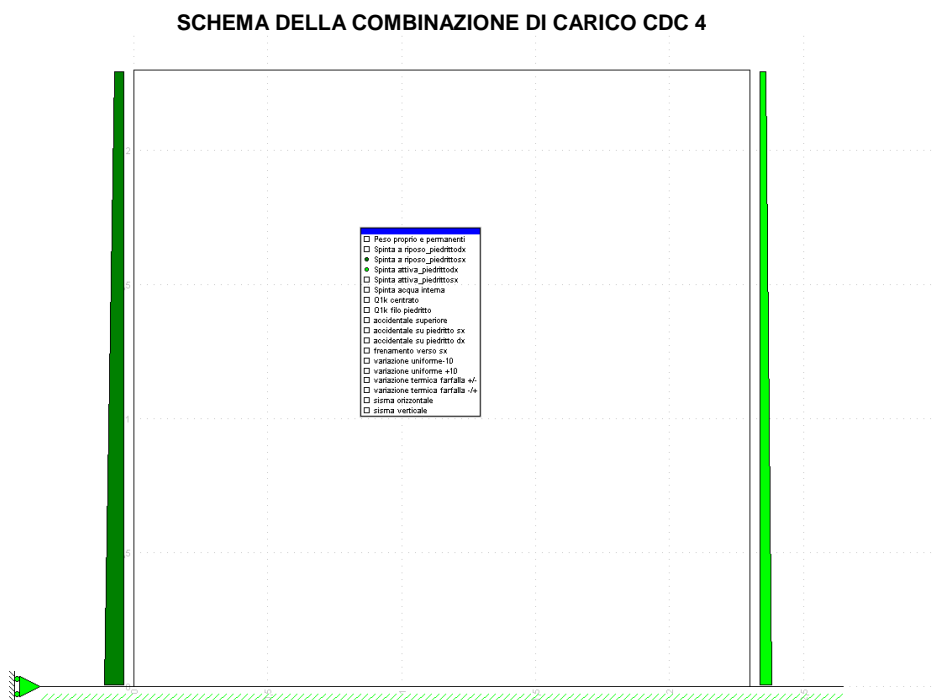


Figura 10 – SPINTA DELLE TERRE IN ASSENZA DI FALDA: spinta a riposo – attiva

### SCHEMA DELLA COMBINAZIONE DI CARICO CDC 5

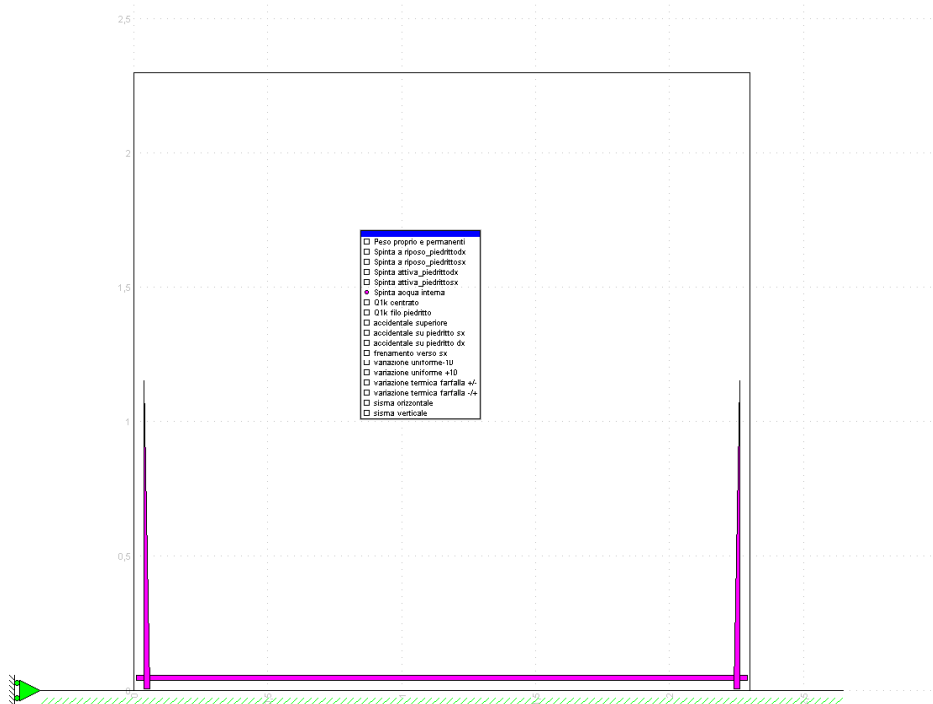


Figura 11 – SPINTA ACQUA INTERNA ALLO SCATOLARE

### SCHEMA DELLA COMBINAZIONE DI CARICO CDC 6

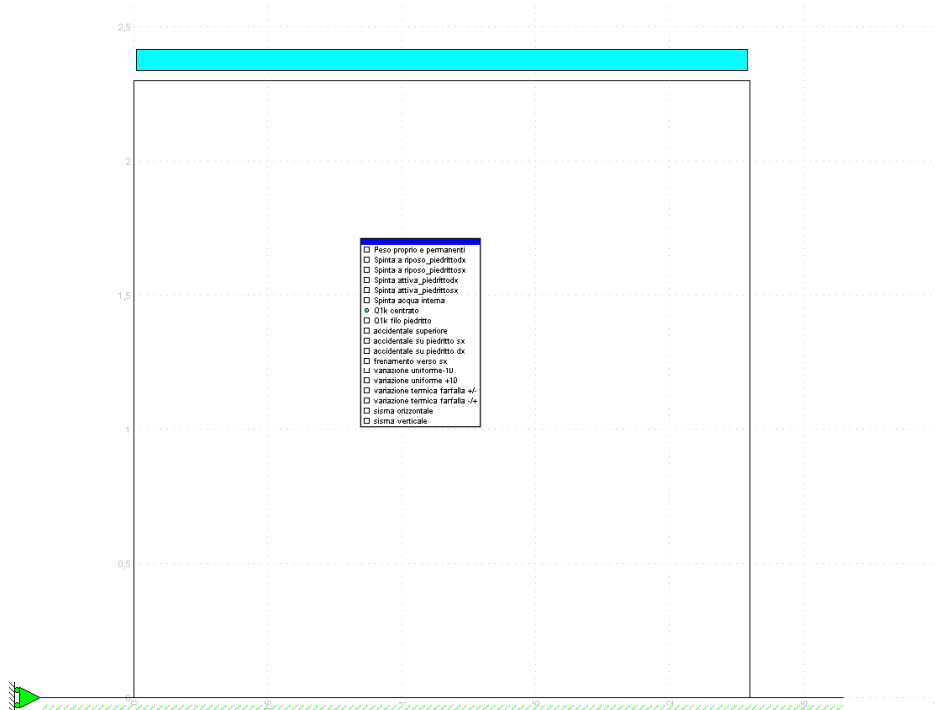


Figura 12 – Q1k CENTRATO

SCHEMA DELLA COMBINAZIONE DI CARICO CDC 7

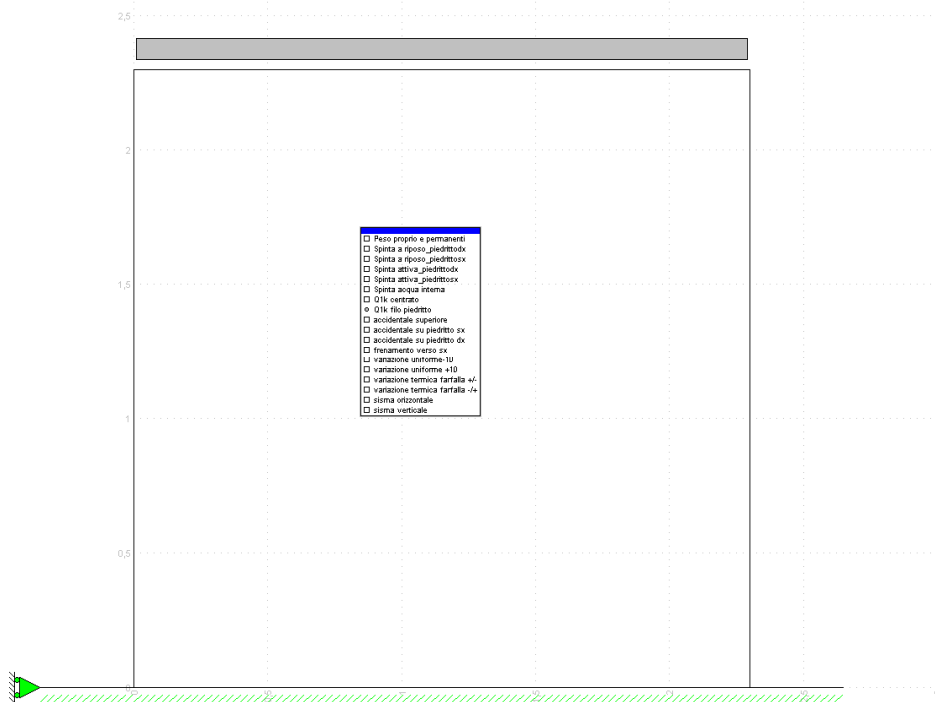


Figura 13 – Q1k a filo piedritto

### SCHEMA DELLA COMBINAZIONE DI CARICO CDC 8

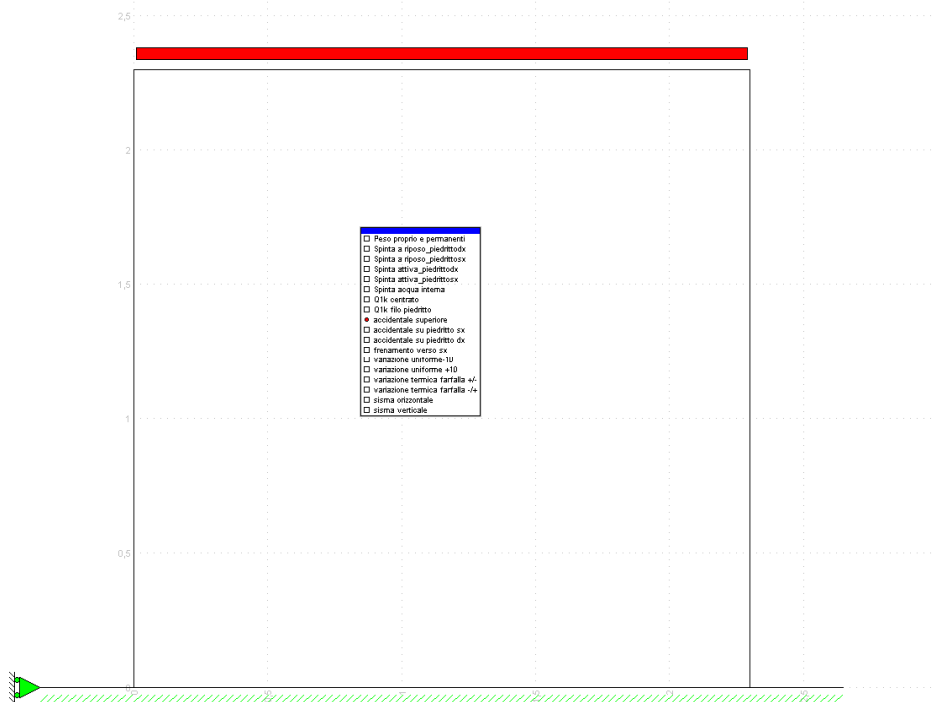


Figura 14 – ACCIDENTALE 20 kN/m2

### SCHEMA DELLA COMBINAZIONE DI CARICO CDC 9



Figura 15 – SPINTA SOVRACCARICO ACCIDENTALE SUL PIEDRITTO SINISTRO

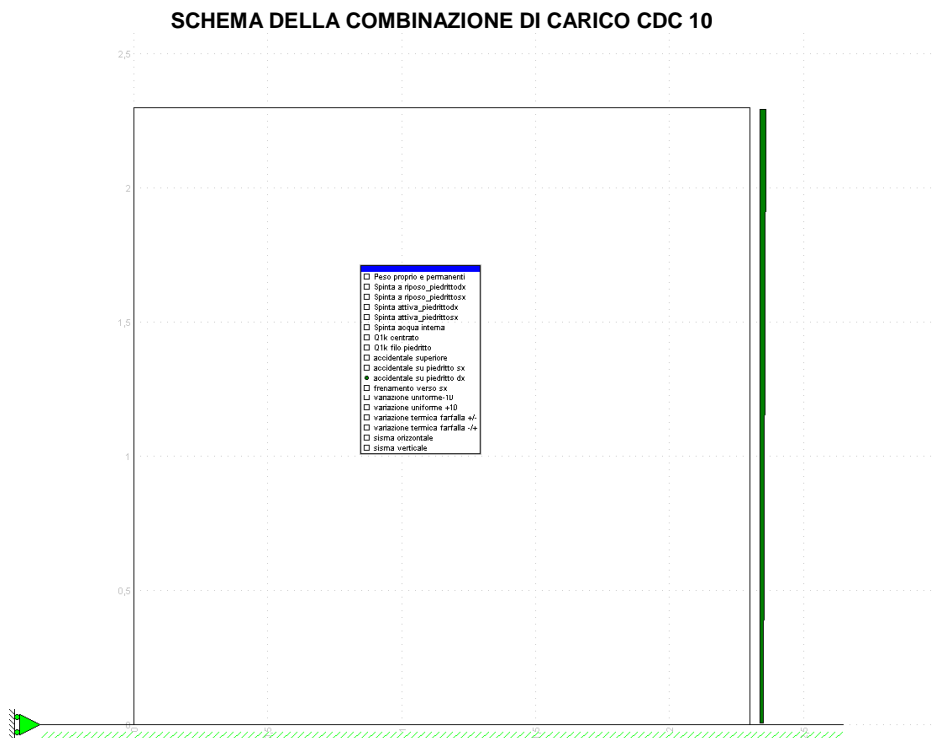


Figura 16 – SPINTA SOVRACCARICO ACCIDENTALE SUL PIEDRITTO DESTRO

**SCHEMA DELLA COMBINAZIONE DI CARICO CDC 11**

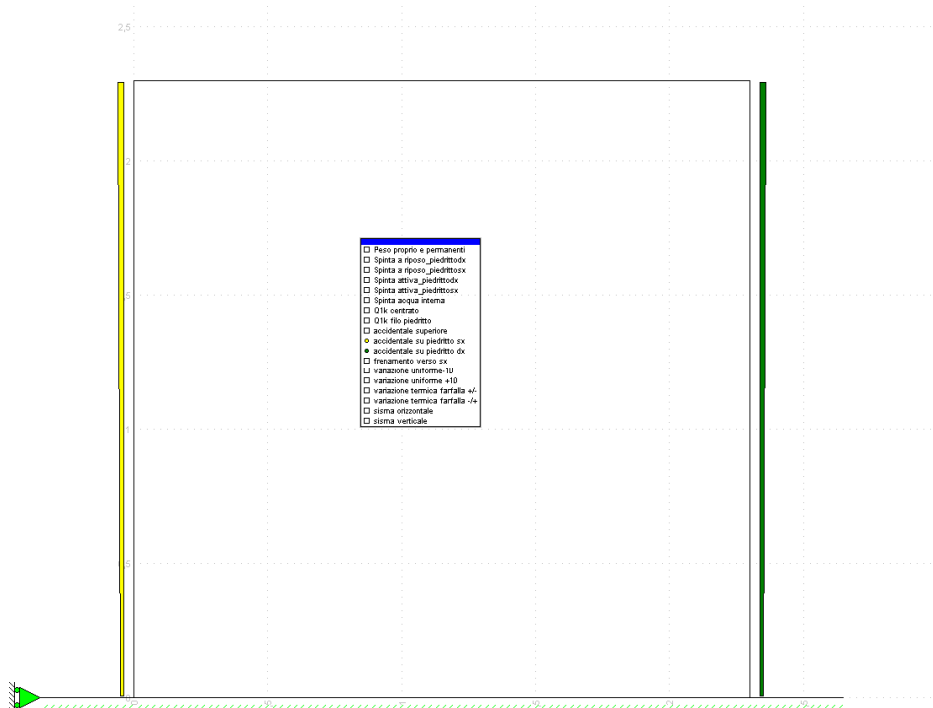


Figura 17 – SPINTA SOVRACCARICO ACCIDENTALE SU AMBO I PIEDRITTI

SCHEMA DELLA COMBINAZIONE DI CARICO CDC 12

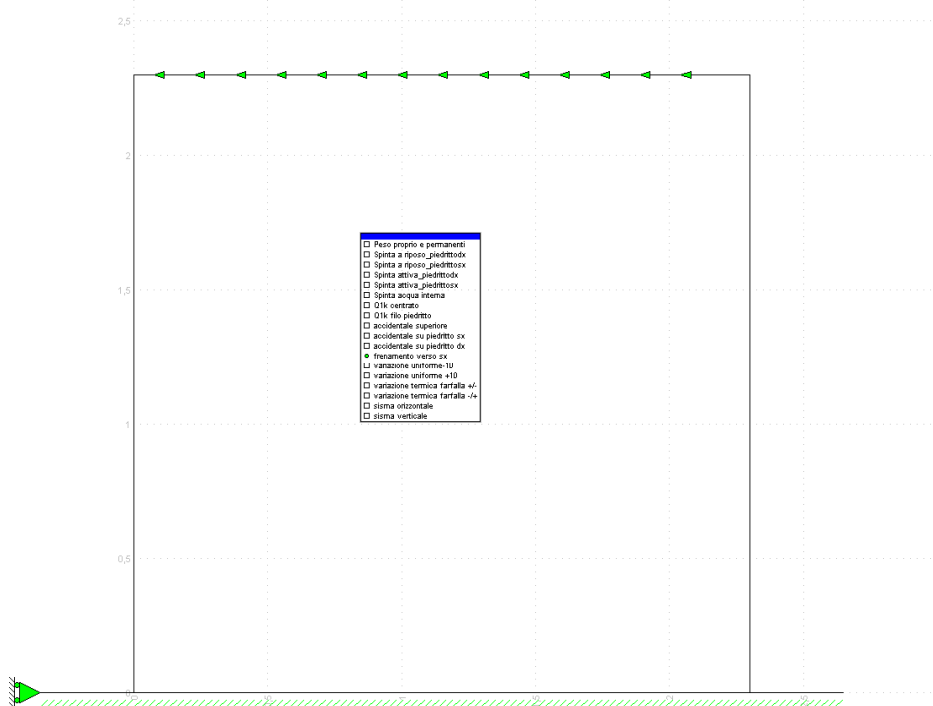


Figura 18 – FRENATURA SINISTRA

### SCHEMA DELLA COMBINAZIONE DI CARICO CDC 13

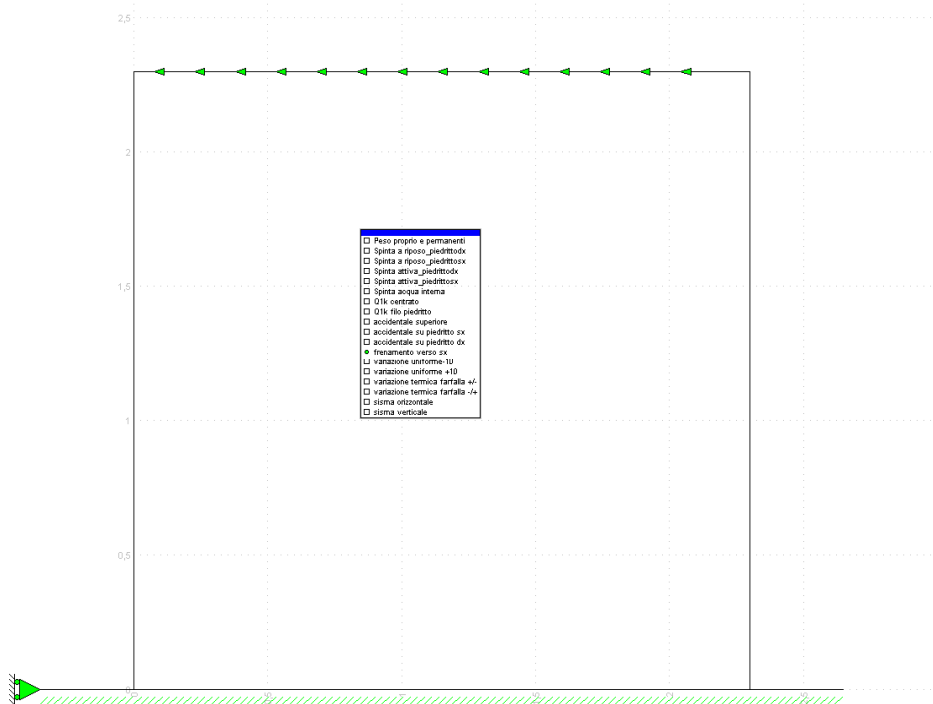


Figura 19 – FRENATURA DESTRA

### SCHEMA DELLA COMBINAZIONE DI CARICO CDC 17

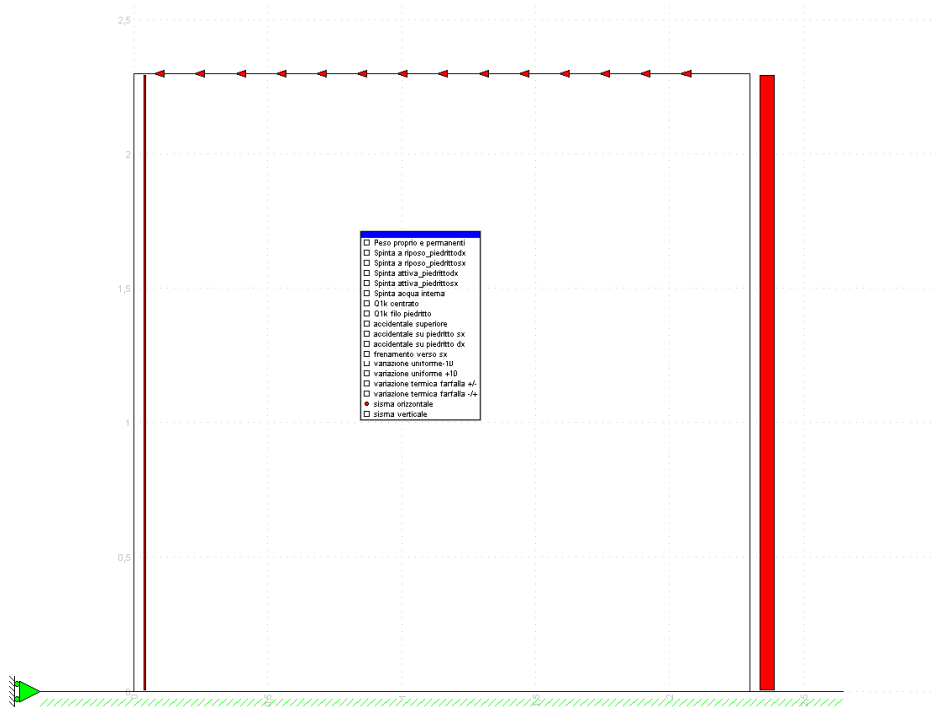


Figura 20 – SISMA ORIZZONTALE



Figura 21 – SISMA VERTICALE

## 8.5. VERIFICHE A SLU E SLE

Di seguito si riportano le verifiche delle sezioni per le aste più significative e per le Combinazioni di carico risultate più critiche.

Le verifiche a flessione sono effettuate rispettivamente:

- nella sezione ubicata a metà fra asse piedritto e sezione d'attacco piedritto-soletta nel caso delle verifiche della soletta;

- nella sezione ubicata a metà fra asse soletta e sezione d'attacco del piedritto nel caso delle verifiche del piedritto.

Le verifiche a fessurazione ed a taglio sono eseguite nelle sezioni di attacco soletta-piedritto.



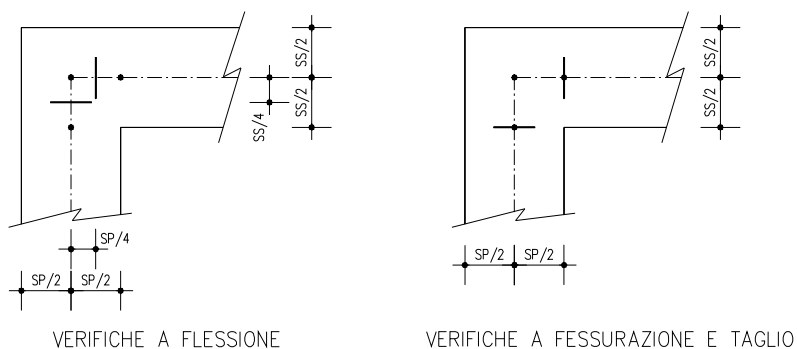


Figura 22 – Sezioni di riferimento per le verifiche

I calcoli di verifica sono effettuati con il metodo degli Stati Limite, applicando il combinato D. M.14.01.2008 con l'UNI EN 1992 (Eurocodice 2).

Le verifiche a fessurazione sono state condotte considerando:

Verifica di formazione delle fessure: la verifica si esegue per la sezione interamente reagente e per le sollecitazioni di esercizio si determina la massima trazione nel calcestruzzo  $\sigma_{ct}$ , confrontandola con la resistenza caratteristica a trazione per flessione  $f_{ctk}$ ; se risulta  $\sigma_{ct} < f_{ctk}$  la verifica è soddisfatta, altrimenti si procede alla verifica di apertura delle fessure.

Verifica di apertura delle fessure: l'apertura convenzionale delle fessure è calcolata con le modalità indicate nell'EC2, come richiesto dal D. M. Min. Il. TT. del 14 gennaio 2008, e valutata con le sollecitazioni relative alle Combinazioni FR o QP della normativa vigente sui ponti stradali". La massima apertura ammissibile risulta rispettivamente le strutture in ambiente aggressivo ed armature poco sensibili:

b.1) combinazione di carico Frequente:

$$w_k \leq w_2 = 0,30 \text{ mm}$$

b.2) combinazione di carico quasi permanente:

$$w_k \leq w_1 = 0,20 \text{ mm}$$

La massima apertura ammissibile risulta rispettivamente le strutture in ambiente ordinario ed armature poco sensibili:

b.1) combinazione di carico Frequente:

$$w_k \leq w_3 = 0,40 \text{ mm}$$

b.2) combinazione di carico quasi permanente:

$$w_k \leq w_2 = 0,30 \text{ mm}$$

Verifica delle tensioni di esercizio: le verifiche si eseguono per la condizione di carico Quasi Permanente e Rara, verificando rispettivamente che le tensioni di lavoro siano inferiori ai seguenti limiti:

- per la condizione QP si verifica che le massime tensioni presenti nel calcestruzzo siano inferiori a  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$ ;
- per la condizione rara si verifica che le massime tensioni presenti nel calcestruzzo siano inferiori a  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ , mentre quelle dell'acciaio  $\sigma_s < 0.80 f_{yk}$

A favore di sicurezza si trascura il contributo dello sforzo normale nelle verifiche delle sezioni di mezzeria delle solette orizzontali.

### 8.5.1. Soletta superiore

#### 1.1.1.2 Attacco piedritto

Le sollecitazioni per la sezione considerata sono:

COMB	M (kNm)	N (kN)	T (kN)
STR2	-72	-62	-
FR2	-47	-43	-
TA2	-50	-46	-
QP2	-19	-21	-
SIS2	-42	-43	81
STR8	-	-	149

Si prevede un'armatura a flessione pari a:

$\phi$  14 passo 20 cm a 6,7 cm da intradosso sezione (compressa)

$\phi$  16 passo 20 cm a 6,8 cm da estradosso sezione (tesa)

Si prevede un'armatura a taglio pari a:

staffe  $\phi$  10 passo 25 cm trasversale e passo 40 cm longitudinale

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver

S = combinazione verificata / N = combin. non verificata

N	Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 7,7 cm <sup>2</sup> Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 10,1 cm <sup>2</sup>

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	6200	-7200	6229	-10587	1,470	4,8		

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0,00260	-0,00438	0,0	-0,00104	6,7	-0,01000	23,2

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm <sup>2</sup> ])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm <sup>2</sup> ])



Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	32,5	0,0	-29,3	0,0	-229	6,7	0,0	0	10,1	0,0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm <sup>2</sup> ]
ScI_min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm <sup>2</sup> ]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm <sup>2</sup> ]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0,0	0,0	0,0		0,0	0,000000	0	0,000

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	30,5	0,0	-27,5	0,0	-216	6,7	0,0	0	10,1	0,0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0,0	0,0	0,0		0,0	0,000000	0	0,000

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw	Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	12,4	0,0	-11,0	0,0	-86	6,7	0,0	0	10,1	0,0	

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0,0	0,0	0,0		0,0	0,000000	0	0,000

**Elementi che non richiedono armatura a taglio**

$f_{ck} =$	28	Mpa	
$d =$	260	mm	altezza utile
$A_{sl} =$	1004,8	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale tesa
$b_w =$	1000	mm	larghezza minima della sezione in zona tesa
$A_c =$	260000	mm <sup>2</sup>	area sezione calcestruzzo
$N_{ed} =$	0	kN	forza assiale nella sezione (positive le compressioni)
$C_{rd,c} =$	0,12		
$k_1 =$	0,15		
$k =$	1,8771	≤	2
$\rho_1 =$	0,003864615	≤	0,02
$\sigma_{cp} =$	0,0000	<	3,6267
$V_{min} =$	0,5092		
$V_{Rd,c} =$	135,43	kN	formula estesa
$V_{Rd,c} =$	132,38	kN	valore minimo di resistenza

**Elementi che richiedono armatura a taglio**

precompresso?	no		
$\sigma_{cp} =$	-	Mpa	tensione media di compressione nel cls(positiva)
$\alpha =$	90	°	1,57 radianti
$\theta =$	21,8	°	0,38 radianti
$b_w =$	1000	mm	larghezza minima della sezione
$d =$	260	mm	altezza utile
$z =$	234	mm	braccio della coppia interna

$A_{sw} =$	<b>196,25</b>	mm <sup>2</sup>	area sezione trasversale armatura a taglio
$s =$	<b>250</b>	mm	passo staffe
$f_{ywd} =$	391,30	Mpa	tensione di progetto delle armature a taglio
$\alpha_{cw} =$	1,0000		
$v_1 =$	0,5232		
$f_{cd} =$	18,13	Mpa	
$V_{Rd,s} =$	179,71	kN	resistenza lato acciaio
$V_{Rd,max} =$	765,49	kN	resistenza lato calcestruzzo
0,307	$\leq$	4,74368	verifica di duttilità per rottura lato acciaio

### 1.1.1.3 Mezzeria

Le sollecitazioni per la sezione considerata sono:

COMB	M (kNm)	N (kN)	T (kN)
STR1	57	-	-
FR1	37	-	-
TA1	42	-	-
QP1	22	-	-
SIS1	21	-	-
SIS2	-	-	27
STR6	-	-	40

Si prevede un'armatura a flessione pari a:

$\phi$  16 passo 20 cm a 6,8 cm da estradosso sezione (compressa)

$\phi$  14 passo 20 cm a 6,7 cm da intradosso sezione (tesa)

Si prevede un'armatura a taglio pari a:

non occorre armatura a taglio

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 7,7 cm <sup>2</sup> Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 10,1 cm <sup>2</sup>

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	5700	2	8261	1,449	25,6	0,19	0,70

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0,00235	-0,00447	30,0	-0,00126	23,2	-0,01000	6,7

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm <sup>2</sup> ])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)



Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm <sup>2</sup> ]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	25,8	30,0	-26,1	30,0	-217	23,2	0,0	0	0,0	0,0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm <sup>2</sup> ]
ScI_min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm <sup>2</sup> ]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm <sup>2</sup> ]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0,0	0,0	0,0		0,0	0,000000	0	0,000

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	14,7	30,0	-14,9	30,0	-124	23,2	0,0	0	0,0	0,0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.



1	S	0,0	0,0	0,0		0,0	0,000000	0	0,000
---	---	-----	-----	-----	--	-----	----------	---	-------

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	13,5	30,0	-13,7	30,0	-114	23,2	0,0	0	0,0	0,0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0,0	0,0	0,0		0,0	0,000000	0	0,000

**Elementi che non richiedono armatura a taglio**

$f_{ck} =$	28	Mpa	
$d =$	260	mm	altezza utile
$A_{sl} =$	769,3	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale tesa
$b_w =$	1000	mm	larghezza minima della sezione in zona tesa
$A_c =$	260000	mm <sup>2</sup>	area sezione calcestruzzo
$N_{ed} =$	0	kN	forza assiale nella sezione (positive le compressioni)
$C_{rd,c} =$	0,12		
$k_1 =$	0,15		
$k =$	1,8771	≤	2
$\rho_1 =$	0,002958846	≤	0,02
$\sigma_{cp} =$	0,0000	<	3,6267
$v_{min} =$	0,5092		
$V_{Rd,c} =$	123,90	kN	formula estesa
$V_{Rd,c} =$	132,38	kN	valore minimo di resistenza

## 8.5.2. Soletta di fondazione

### 1.1.1.4 Attacco piedritto

Le sollecitazioni per la sezione considerata sono:

COMB	M (kNm)	N (kN)	T (kN)
STR3	74	-102	-
FR3	48	-68	-
TA3	51	-73	-
QP3	21	-40	-
SIS2	51	-83	78
STR7	-	-	135

Si prevede un'armatura a flessione pari a:

$\phi$  14 passo 20 cm a 6,7 cm da estradosso sezione (compressa)

$\phi$  16 passo 20 cm a 6,8 cm da intradosso sezione (tesa)

Si prevede un'armatura a taglio pari a:

staffe  $\phi$  10 passo 25 cm trasversale e passo 40 cm longitudinale

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 10,1 cm <sup>2</sup> Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 7,7 cm <sup>2</sup>

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	10200	7400	10184	11006	1,486	25,1		

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0,00269	-0,00434	30,0	-0,00097	23,3	-0,01000	6,8

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm <sup>2</sup> ])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm <sup>2</sup> ])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	68,8	30,0	0,0	30,0	-2046	23,3	18,0	1111	10,1	21,6

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm <sup>2</sup> ]

ScI_min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm <sup>2</sup> ]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm <sup>2</sup> ]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	33,9	-29,1	0,0	0,125	1,0	0,000409	252	0,175

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	64,8	30,0	0,0	30,0	-1930	23,3	11,1	1111	10,1	21,6

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	31,9	-27,4	-5,4	0,150	0,5	0,000432	269	0,198

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	28,2	30,0	0,0	30,0	-791	23,3	11,1	1096	10,1	21,6

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	14,3	-11,7	-2,1	0,147	0,5	0,000158	266	0,071

**Elementi che non richiedono armatura a taglio**

f <sub>ck</sub> =	28	Mpa
d =	260	mm altezza utile

$A_{sl} =$	<b>1004,8</b>	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale tesa
$b_w =$	<b>1000</b>	mm	larghezza minima della sezione in zona tesa
$A_c =$	<b>260000</b>	mm <sup>2</sup>	area sezione calcestruzzo
$N_{ed} =$	<b>0</b>	kN	forza assiale nella sezione (positive le compressioni)
$C_{rd,c} =$	<b>0,12</b>		
$k_1 =$	<b>0,15</b>		
$k =$	<b>1,8771</b>	≤	2
$\rho_1 =$	<b>0,003864615</b>	≤	0,02
$\sigma_{cp} =$	<b>0,0000</b>	<	3,1733
$v_{min} =$	<b>0,4763</b>		
$V_{Rd,c} =$	<b>129,53</b>	kN	formula estesa
$V_{Rd,c} =$	<b>123,83</b>	kN	valore minimo di resistenza

### Elementi che richiedono armatura a taglio

precompresso? **no**

$\sigma_{cp} =$	<b>-</b>	Mpa	tensione media di compressione nel cls(positiva)
$\alpha =$	<b>90</b>	°	1,57 radianti
$\theta =$	<b>21,8</b>	°	0,38 radianti
$b_w =$	<b>1000</b>	mm	larghezza minima della sezione
$d =$	<b>260</b>	mm	altezza utile
$z =$	<b>234</b>	mm	braccio della coppia interna
$A_{sw} =$	<b>196,25</b>	mm <sup>2</sup>	area sezione trasversale armatura a taglio
$s =$	<b>250</b>	mm	passo staffe
$f_{ywd} =$	<b>391,30</b>	Mpa	tensione di progetto delle armature a taglio
$\alpha_{cw} =$	<b>1,0000</b>		
$v_1 =$	<b>0,5328</b>		
$f_{cd} =$	<b>15,87</b>	Mpa	
$V_{Rd,s} =$	<b>179,71</b>	kN	resistenza lato acciaio
$V_{Rd,max} =$	<b>682,10</b>	kN	resistenza lato calcestruzzo
<b>0,307</b>	≤	<b>4,22688</b>	verifica di duttilità per rottura lato acciaio

#### 1.1.1.5 Mezzeria

Le sollecitazioni per la sezione considerata sono:

COMB	M (kNm)	N (kN)	T (kN)
------	---------	--------	--------

STR5	-51	-	-
FR5	-34	-	-
TA5	-37	-	-
QP5	-22	-	-
SIS1	-24	-	-
SIS2	-	-	44
STR6	-	-	61

Si prevede un'armatura a flessione pari a:

$\phi$  16 passo 20 cm a 6,8 cm da intradosso sezione (compressa)

$\phi$  14 passo 20 cm a 6,7 cm da estradosso sezione (tesa)

Si prevede un'armatura a taglio pari a:

non occorre armatura a taglio

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,0 sez.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 10,1 cm <sup>2</sup> Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 7,7 cm <sup>2</sup>

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	-5100	-23	-8260	1,620	4,4	0,19	0,70

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0,00234	-0,00447	0,0	-0,00126	6,8	-0,01000	23,3

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm <sup>2</sup> ])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm <sup>2</sup> ])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	22,7	0,0	-23,0	0,0	-191	6,8	0,0	0	0,0	0,0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm <sup>2</sup> ]
ScI_min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm <sup>2</sup> ]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm <sup>2</sup> ]

K3	Coeff. di normativa = $0,25 (Sc_{min} + Sc_{Eff}) / (2 Sc_{min})$
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza $Beta1 * Beta2$
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = $1,7 * Eps * Srm$

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0,0	0,0	0,0		0,0	0,000000	0	0,000

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw	Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	20,9	0,0	-21,1	0,0	-176	6,8	0,0	0	0,0	0,0	0,0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0,0	0,0	0,0		0,0	0,000000	0	0,000

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw	Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	13,5	0,0	-13,7	0,0	-114	6,8	0,0	0	0,0	0,0	0,0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0,0	0,0	0,0		0,0	0,000000	0	0,000

**Elementi che non richiedono armatura a taglio**

$f_{ck} =$	28	Mpa
$d =$	260	mm altezza utile
$A_{sl} =$	769,3	mm <sup>2</sup> armatura longitudinale tesa
$b_w =$	1000	mm larghezza minima della sezione in zona tesa



$A_c =$	260000	mm <sup>2</sup>	area sezione calcestruzzo
$N_{ed} =$	0	kN	forza assiale nella sezione (positive le compressioni)
$C_{rd,c} =$	0,12		
$k_1 =$	0,15		
$k =$	1,8771	$\leq$	2
$\rho_1 =$	0,002958846	$\leq$	0,02
$\sigma_{cp} =$	0,0000	$<$	3,1733
$v_{min} =$	0,4763		
$V_{Rd,c} =$	118,50	kN	formula estesa
$V_{Rd,c} =$	123,83	kN	valore minimo di resistenza

### 8.5.3. Piedritto

#### 1.1.1.6 Attacco soletta superiore

Le sollecitazioni per la sezione considerata sono:

COMB	M (kNm)	N (kN)	T (kN)
STR2	-78	-166	-
FR2	-52	-117	-
TA2	-56	-131	-
QP2	-22	-59	-
SIS2	-46	-90	-42
STR9	-	-	-75

Si prevede un'armatura a flessione pari a:

$\phi$  12 passo 20 cm a 6,6 cm interno sezione (compressa)

$\phi$  14 passo 20 cm a 6,7 cm esterno sezione (tesa)

Si prevede un'armatura a taglio pari a:

non occorre armatura a taglio

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 5,7 cm <sup>2</sup> Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 7,7 cm <sup>2</sup>

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	16600	-7800	16616	-9721	1,246	4,6		

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione						
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace						
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)						
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)						
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)						
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)						
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)						

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0,00247	-0,00441	0,0	-0,00107	6,6	-0,01000	23,3

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm <sup>2</sup> ])

Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm <sup>2</sup> ])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	82,1	0,0	0,0	0,0	-2511	6,6	16,5	1117	7,7	19,6

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm <sup>2</sup> ]
ScI_min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm <sup>2</sup> ]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm <sup>2</sup> ]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	39,5	-30,9	0,0	0,125	1,0	0,000502	261	0,223

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	76,4	0,0	0,0	0,0	-2363	6,6	11,2	1117	7,7	19,6

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
---------	-----	--------	--------	--------	----	--------	-----	-----	----------

-----  
1        S        36,5        -28,9        -4,5        0,145        0,5        0,000534        277        0,251

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N.Comb. Ver Sc max Yc max Sc min Yc min Sf min Yf min Dw Eff. Ac eff. Af eff. Dbarre  
-----  
1        S        32,0        0,0        0,0        0,0        -936        6,6        11,2        1105        7,7        19,6

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N.Comb. Ver ScImax ScImin Sc Eff K3 Beta12 Eps Srm Ap.Fess.  
-----  
1        S        15,8        -11,9        -1,6        0,142        0,5        0,000187        273        0,087

**Elementi che non richiedono armatura a taglio**

$f_{ck} = 28$  Mpa  
 $d = 260$  mm altezza utile  
 $A_{sl} = 769,3$  mm<sup>2</sup> armatura longitudinale tesa  
 $b_w = 1000$  mm larghezza minima della sezione in zona tesa  
 $A_c = 260000$  mm<sup>2</sup> area sezione calcestruzzo  
 $N_{ed} = 0$  kN forza assiale nella sezione (positive le compressioni)  
 $C_{rd,c} = 0,12$   
 $k_1 = 0,15$   
 $k = 1,8771 \leq 2$   
 $\rho_1 = 0,002958846 \leq 0,02$   
 $\sigma_{cp} = 0,0000 < 3,6267$   
 $v_{min} = 0,5092$

$V_{Rd,c} = 123,90$  kN formula estesa  
 $V_{Rd,c} = 132,38$  kN valore minimo di resistenza

**1.1.1.7 Attacco soletta inferiore**

Le sollecitazioni per la sezione considerata sono:

COMB	M (kNm)	N (kN)	T (kN)
STR3	-81	-109	-

FR3	-52	-87	-
TA3	-56	-98	-
QP3	-23	-68	-
SIS2	-55	-54	-76
STR11	-	-	-97

Si prevede un'armatura a flessione pari a:

$\phi$  12 passo 20 cm a 6,6 cm interno sezione (compressa)

$\phi$  14 passo 20 cm a 6,7 cm esterno sezione (tesa)

Si prevede un'armatura a taglio pari a:

non occorre armatura a taglio

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata								
N	Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)								
Mx	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico								
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)								
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico								
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$								
Yneutro	Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, O sez.								
x/d	Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)								
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 5,7 cm <sup>2</sup> Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 7,7 cm <sup>2</sup>								

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	10900	-8100	10928	-9092	1,122	4,4		

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0,00231	-0,00448	0,0	-0,00117	6,6	-0,01000	23,3

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm <sup>2</sup> ])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm <sup>2</sup> ])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	83,0	0,0	0,0	0,0	-2736	6,6	16,5	1136	7,7	19,6

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm <sup>2</sup> ]
ScI_min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm <sup>2</sup> ]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm <sup>2</sup> ]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)

Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	38,4	-32,0	0,0	0,125	1,0	0,000547	263	0,244

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw	Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	77,1	0,0	0,0	0,0	-2568	6,6	11,4	1136	7,7	19,6	

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	35,6	-29,8	-5,0	0,146	0,5	0,000623	280	0,297

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw	Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	33,3	0,0	0,0	0,0	-936	6,6	11,4	1095	7,7	19,6	

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	16,7	-12,3	-1,3	0,138	0,5	0,000187	269	0,086

**Elementi che non richiedono armatura a taglio**

f <sub>ck</sub> =	32	Mpa
d =	260	mm altezza utile
A <sub>sl</sub> =	769,3	mm <sup>2</sup> armatura longitudinale tesa
b <sub>w</sub> =	1000	mm larghezza minima della sezione in zona tesa
A <sub>c</sub> =	260000	mm <sup>2</sup> area sezione calcestruzzo

$N_{ed} =$	0	kN	forza assiale nella sezione (positive le compressioni)
$C_{rd,c} =$	0,12		
$k_1 =$	0,15		
$k =$	1,8771	$\leq$	2
$\rho_1 =$	0,002958846	$\leq$	0,02
$\sigma_{cp} =$	0,0000	$<$	3,6267
$V_{min} =$	0,5092		
$V_{Rd,c} =$	123,90	kN	formula estesa
$V_{Rd,c} =$	132,38	kN	valore minimo di resistenza

### 1.1.1.8 Mezzeria

Le sollecitazioni per la sezione considerata sono:

COMB	M (kNm)	N (kN)	T (kN)
STR4	13	-63	-
FR4	5	-63	-
TA4	7	-63	-
QP4	1	-63	-
SIS3	6	-36	-
SIS2	-	-	-31

Si prevede un'armatura a flessione pari a:

$\phi$  12 passo 20 cm a 6,6 cm interno sezione (tesa)

$\phi$  14 passo 20 cm a 6,7 cm esterno sezione (compressa)

Si prevede un'armatura a taglio pari a:

non occorre armatura a taglio

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)



Mx	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 5,7 cm <sup>2</sup> Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 7,7 cm <sup>2</sup>

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	6300	1300	6294	7105	5,489	25,9		

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0,00212	-0,00454	30,0	-0,00135	23,3	-0,01000	6,6

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm <sup>2</sup> ])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm <sup>2</sup> ])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]



Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	6,3	30,0	-2,4	30,0	-7	23,3	0,0	0	0,0	0,0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm <sup>2</sup> ]
ScI_min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm <sup>2</sup> ]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm <sup>2</sup> ]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0,0	0,0	0,0		0,0	0,000000	0	0,000

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	5,1	30,0	-1,2	30,0	3	23,3	0,0	0	0,0	0,0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0,0	0,0	0,0		0,0	0,000000	0	0,000

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	2,6	30,0	1,4	30,0	24	23,3	0,0	0	0,0	0,0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0,0	0,0	0,0		0,0	0,000000	0	0,000

**Elementi che non richiedono armatura a taglio**

$f_{ck} =$	28	Mpa	
$d =$	260	mm	altezza utile
$A_{sl} =$	565,2	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale tesa
$b_w =$	1000	mm	larghezza minima della sezione in zona tesa
$A_c =$	260000	mm <sup>2</sup>	area sezione calcestruzzo
$N_{ed} =$	0	kN	forza assiale nella sezione (positive le compressioni)
$C_{rd,c} =$	0,12		
$k_1 =$	0,15		
$k =$	1,8771	$\leq$	2
$\rho_1 =$	0,002173846	$\leq$	0,02
$\sigma_{cp} =$	0,0000	$<$	3,6267
$v_{min} =$	0,5092		
$V_{Rd,c} =$	111,80	kN	formula estesa
$V_{Rd,c} =$	132,38	kN	valore minimo di resistenza

## 8.6. VERIFICHE GEOTECNICHE SCATOLARE PRINCIPALE

La verifica di capacità portante viene effettuata secondo l'Approccio I combinazione 2 (GEO) sia in condizioni statiche che in condizioni sismiche.

Si fa notare che, essendo lo scatolare una struttura rigida, le azioni orizzontali comportano dal lato sfavorevole una rapida diminuzione di spinta (da regime di K0 a regime di Ka) che avviene per piccoli spostamenti, mentre dal lato resistente la spinta aumenta tendendo a Kp per cui, in definitiva, la struttura risulta autoequilibrata in direzione orizzontale. Ciò è particolarmente significativo nel caso in esame, considerando che per il terreno di rinterro il rapporto tra Kp e Ka è molto elevato (circa 10).

Poiché le verifiche di capacità portante sono eseguite allo stato limite ultimo (a cui corrispondono per definizione “grandi” spostamenti) si ritiene di poter considerare l’azione resistente massima in regime di spinta passiva.

Si tratta quindi di verificare che, per la combinazione di carico più gravosa, la massima spinta agente sia inferiore a quella resistente assicurando così l’equilibrio della struttura.

Nel caso in esame:

Il rinterro a ridosso dello scatolare verrà realizzato tramite materiale arido di buone caratteristiche meccaniche. Per tale materiale si assumono i seguenti parametri:

- peso specifico  $\gamma_t = 20 \text{ kN/m}^3$  ;
- angolo di attrito  $\phi=38^\circ \rightarrow$  per le verifiche geotecniche si riduce la tangente dell’angolo di attrito come da normativa ottenendo  $\phi=32^\circ$

da cui risulta un coefficiente di spinta attiva  $\lambda_a = 0,307$  ed un coefficiente di spinta a riposo  $\lambda_p = 3,255$ .

Si applicano, di conseguenza, i valori delle spinte secondo la profondità con  $p_h = \lambda \gamma_t z$  e con il consueto diagramma trapezoidale delle pressioni orizzontali.

Azione resistente massima:

$$p_{\min} = [20 * 2,15] * 3,255 = 139,97 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{\max} = p_{\min} + [20 * 1,80] * 3,255 = 257,15 \text{ kN/m}^2$$

da cui:

$$F_{\text{res}} = p_{\min} * 1,80 + [p_{\max} - p_{\min}] * 1,80/2 = 357,41 \text{ kN}$$

Azione agente massima spinta del terreno:

$$p_{\min} = [20 * 2,15] * 0,307 = 13,20 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{\max} = p_{\min} + [20 * 1,80] * 0,307 = 24,25 \text{ kN/m}^2$$

da cui:

$$F_{\text{agente\_ter}} = p_{\text{min}} * 1,80 + [p_{\text{max}} - p_{\text{min}}] * 1,80/2 = 33,71 \text{ kN}$$

Azione agente massima sovraccarico a tergo:

$$p_{\text{acc}} = 20 * 0,307 = 6,14 \text{ kN/m}^2$$

da cui:

$$F_{\text{agente\_acc}} = p_{\text{acc}} * 1,80 = 11,05 \text{ kN}$$

Dai calcoli sopra riportati si evince che la resistenza massima del terreno è largamente maggiore rispetto alle azioni agenti, per cui si ritiene la struttura equilibrata.

Ne consegue che per le verifiche di capacità portante si può ritenere nulla la risultante delle forze orizzontali e considerare unicamente l'azione verticale, che risulta massima per il caso statico per il quale si considerano agenti i carichi accidentali da traffico:

$$N_{\text{max}} = 319,20 \text{ kN}$$

Per il caso sismico si trascura secondo normativa la componente verticale della spinta.

## 9. ALLEGATO A - TABULATI DI OUTPUT

### Geometria struttura

#### Coordinate nodali e vincoli fissi :

nodo	X	Y	Wx	Wy	Rz
1	0,00	0,00	0	0	0
2	2,30	0,00	0	0	0
3	0,00	1,80	0	0	0
4	2,30	1,80	0	0	0
5	-0,35	0,00	1	0	0
6	2,65	0,00	0	0	0

#### Caratteristiche delle aste

##### SOLETTA SUPERIORE :

asta	nodo i	nodo j	lunghezza
4	3	4	2,30

asta	sezione	area	modulo J	modulo E
4	1	0,3000	0,002250	3.3924E7

##### PIEDRITTO :

asta	nodo i	nodo j	lunghezza
2	1	3	1,80
3	2	4	1,80

asta	sezione	area	modulo J	modulo E
2	1	0,3000	0,002250	3.3924E7
3	1	0,3000	0,002250	3.3924E7

SOLETTA INFERIORE :

asta	nodo i	nodo j	lunghezza
1	1	2	2,30
5	5	1	0,35
6	2	6	0,35

asta	sezione	area	modulo J	modulo E	K Winkler	base app.
1	1	0,3000	0,002250	3,3924E7	2000,0000	1,00
5	1	0,3000	0,002250	3,3924E7	2000,0000	1,00
6	1	0,3000	0,002250	3,3924E7	2000,0000	1,00

**Geometria delle sezioni**

Sezione 1 : base =1,00 altezza =0,30

**Carichi applicati alla struttura**

**Peso proprio e permanenti**

Carichi distribuiti :

descrizione	asta	qx iniz.	qx fin.	qy iniz.	qy fin.	riferim.
	4	0.00	0.00	-47.50	-47.50	GG
	1	0.00	0.00	-7.50	-7.50	GG
	2	-7.50	-7.50	0.00	0.00	LL
	3	-7.50	-7.50	0.00	0.00	LL
	5	0.00	0.00	-47.72	-47.72	GG
	6	0.00	0.00	-47.72	-47.72	GG

**Spinta a riposo\_piedrittodx**

Carichi distribuiti :

descrizione	asta	qx iniz.	qx fin.	qy iniz.	qy fin.	riferim.
	3	-30.34	-16.51	0.00	0.00	GG

## Spinta a riposo\_piedrittox

### Carichi distribuiti :

descrizione	asta	qx iniz.	qx fin.	qy iniz.	qy fin.	riferim.
	2	30.34	16.51	0.00	0.00	GG

## Spinta attiva\_piedrittox

### Carichi distribuiti :

descrizione	asta	qx iniz.	qx fin.	qy iniz.	qy fin.	riferim.
	3	-18.18	-10.23	0.00	0.00	GG

## Spinta attiva\_piedrittox

### Carichi distribuiti :

descrizione	asta	qx iniz.	qx fin.	qy iniz.	qy fin.	riferim.
	2	18.18	10.23	0.00	0.00	GG

## Spinta acqua interna

### Carichi distribuiti :

descrizione	asta	qx iniz.	qx fin.	qy iniz.	qy fin.	riferim.
	1	0.00	0.00	-10.00	-10.00	GG

### Carichi parziali :

descrizione	asta	q iniz.	q fin.	x' iniz.	x' fin.	comp.	riferim.
	3	-10.00	0.00	0.00	1.15	Y	LL
	2	10.00	0.00	0.00	1.15	Y	LL

## Q1k centrato

### Carichi distribuiti :

descrizione	asta	qx iniz.	qx fin.	qy iniz.	qy fin.	riferim.
	4	0.00	0.00	-9.00	-9.00	GG

### Carichi parziali :

descrizione	asta	q iniz.	q fin.	x' iniz.	x' fin.	comp.	riferim.
	4	-35.63	-35.63	0.00	2.30	Y	GG



## Q1k filo piedritto

### Carichi distribuiti :

descrizione	asta	qx iniz.	qx fin.	qy iniz.	qy fin.	riferim.
	4	0.00	0.00	-9.00	-9.00	GG

### Carichi parziali :

descrizione	asta	q iniz.	q fin.	x' iniz.	x' fin.	comp.	riferim.
	4	-35.63	-35.63	0.00	2.30	Y	GG

## accidentale superiore

### Carichi distribuiti :

descrizione	asta	qx iniz.	qx fin.	qy iniz.	qy fin.	riferim.
	4	0.00	0.00	-20.00	-20.00	GG

## accidentale su piedritto sx

### Carichi distribuiti :

descrizione	asta	qx iniz.	qx fin.	qy iniz.	qy fin.	riferim.
	2	8.84	14.26	0.00	0.00	GG

## accidentale su piedritto dx

### Carichi distribuiti :

descrizione	asta	qx iniz.	qx fin.	qy iniz.	qy fin.	riferim.
	3	-8.84	-14.26	0.00	0.00	GG

## frenamento verso sx

### Carichi distribuiti :

descrizione	asta	qx iniz.	qx fin.	qy iniz.	qy fin.	riferim.
	4	-17.61	-17.61	0.00	0.00	LL

## variazione uniforme-10

### Carichi termici :

descrizione	asta	DeltaT sup.	DeltaT inf.	Kt	H sezione
	4	-10.0000	-10.0000	0.0000100	0.30

## variazione uniforme +10

### Carichi termici :

descrizione	asta	DeltaT sup.	DeltaT inf.	Kt	H sezione
	4	10.0000	10.0000	0.0000100	0.30

## variazione termica farfalla +/-

### Carichi termici :

descrizione	asta	DeltaT sup.	DeltaT inf.	Kt	H sezione
	4	2.5000	-2.5000	0.0000100	0.30

## variazione termica farfalla -/+

### Carichi termici :

descrizione	asta	DeltaT sup.	DeltaT inf.	Kt	H sezione
	4	-2.5000	2.5000	0.0000100	0.30

## sisma orizzontale

### Carichi distribuiti :

descrizione	asta	qx iniz.	qx fin.	qy iniz.	qy fin.	riferim.
	4	-12.92	-12.92	0.00	0.00	LL
	4	-7.60	-7.60	0.00	0.00	GG
	2	-1.20	-1.20	0.00	0.00	GG
	3	-1.20	-1.20	0.00	0.00	GG
	3	-13.04	-13.04	0.00	0.00	GG

## sisma verticale

### Carichi distribuiti :

descrizione	asta	qx iniz.	qx fin.	qy iniz.	qy fin.	riferim.
	4	0.00	0.00	-3.80	-3.80	GG
	2	-0.60	-0.60	0.00	0.00	LL
	3	-0.60	-0.60	0.00	0.00	LL

### Combinazioni di carico :

	perm	rip_dx	rip_sx	att_dx	att_sx	w	q1cen	q1fil	q20	accsx	accdx	fre_sx	uni_-10	uni_+10	farf+/-	farf+/-	sis ori	sis verti
STR1 (campata SS)	1,35	0	0	1	1	1,125	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0,72	0	0	0
STR2 (attacco SS+attacco Sup piedritto)	1,35	1,35	0	0	1	0	1,013	0	0	0	1,013	1,35	0	0	0	0,72	0	0
STR3 (attacco SI+attacco Inf piedritto)	1,35	1,35	0	0	1	0	0	1,013	0	0	1,013	1,35	0	0	0,72	0	0	0
STR4 (campata piedritto)	1	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	1,35	1,35	0	0	0	0,72	0	0	0
STR5 (campata SI)	1,35	0	0	1	1	1,125	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0,72	0	0
STR6 (campata SS_inferiore)TAGLIO	1	1,35	0	0	1	0	0	0	0	0	1,013	1,35	0	0	0	0	0	0
STR7 (attacco SS_Si)TAGLIO	1,35	1,35	0	0	1	0	1,35	0	0	0	1,35	0	0	0	0	0	0	0
STR8 (attacco SS)TAGLIO	1,35	1,35	0	0	1	0	1,013	0	0	0	1,013	1,35	0	0	0	0	0	0
STR9 (attaccopiedritto sup)TAGLIO	1	1,35	1,35	0	0	0	1,013	0	0	1,013	1,013	1,35	0	0	0	0,72	0	0
STR10 (attaccopiedritto sup)TAGLIO	1	1,35	1,35	0	0	0	1,35	0	0	1,35	1,35	0	0	0	0	0,72	0	0
STR11 (attacco Inf piedritto)TAGLIO	1,35	1,35	0	0	1	0	0	0	0	0	1,013	1,35	0	0	0,72	0	0	0
STR12 (campata piedritto)TAGLIO	1	1,35	0	0	1	0	0	0	0	0	1,013	1,35	0	0	0,72	0	0	0
FR1 (campata SS)	1	0	0	1	1	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0
FR2 (attacco SS+attacco Sup piedritto)	1	1	0	0	1	0	0,75	0	0	0	0,75	0,75	0	0	0,6	0	0	0
FR3 (attacco SI+attacco Inf piedritto)	1	1	0	0	1	0	0	0,75	0	0	0,75	0,75	0	0	0,6	0	0	0
FR4 (campata piedritto)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0,75	0,75	0	0	0	0,6	0	0	0
FR5 (campata SI)	1	0	0	1	1	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0
TA1 (campata SS)	1	0	0	1	1	0,75	1	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0
TA2 (attacco SS+attacco Sup piedritto)	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0,75	0	0	0,6	0	0	0
TA3 (attacco SI+attacco Inf piedritto)	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0,75	0	0	0,6	0	0	0
TA4 (campata piedritto)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0,6	0	0	0
TA5 (campata SI)	1	0	0	1	1	0,75	1	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0
QP1 (campata SS)	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
QP2 (attacco SS+attacco Sup piedritto)	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
QP3 (attacco SI+attacco Inf piedritto)	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
QP4 (campata piedritto)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
QP5 (campata SI)	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
SIscampsup esotto	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SISovattacchi e tagli	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
SISocampata piedritti	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
GEO1	1	1	0	0	1	0,975	1,15	0	0	0	1,15	0	0	0	0	0	0	0
GEO2	1	1	0	0	1	0,975	0,8625	0	0	0	0,8625	1,15	0	0	0	0	0	0
GEO3	1	1	0	0	1	1,3	0,8625	0	0	0	0,8625	0,8625	0	0	0	0	0	0

### Spostamenti e reazioni

#### Condizione : Peso proprio e permanenti

nodo	Spost. Wx	Spost. Wy	Rotaz. Rz	Reaz. Wx	Reaz. Wy	Reaz. Rz
1	0.0000	-0.0312	0.00015	0.000	0.000	0.000
2	0.0000	-0.0312	-0.00015	0.000	0.000	0.000
3	0.0000	-0.0312	-0.00014	0.000	0.000	0.000
4	0.0000	-0.0312	0.00014	0.000	0.000	0.000
5	0.0000	-0.0313	0.00015	0.000	0.000	0.000
6	0.0000	-0.0313	-0.00015	0.000	0.000	0.000
Reazioni totali				0.000	0.000	0.000

#### Condizione : Spinta a riposo\_piedrittodx

nodo	Spost. Wx	Spost. Wy	Rotaz. Rz	Reaz. Wx	Reaz. Wy	Reaz. Rz
1	0.0000	-0.0087	0.00764	0.000	0.000	0.000
2	0.0000	0.0088	0.00768	0.000	0.000	0.000
3	-0.0138	-0.0087	0.00766	0.000	0.000	0.000
4	-0.0138	0.0088	0.00762	0.000	0.000	0.000
5	0.0000	-0.0114	0.00764	42.165	0.000	0.000
6	0.0000	0.0114	0.00768	0.000	0.000	0.000

Reazioni totali 42.165 0.000 0.000

**Condizione : Spinta a riposo\_piedrittoss**

nodo	Spost. Wx	Spost. Wy	Rotaz. Rz	Reaz. Wx	Reaz. Wy	Reaz. Rz
1	0.0000	0.0088	-0.00768	0.000	0.000	0.000
2	0.0000	-0.0087	-0.00764	0.000	0.000	0.000
3	0.0138	0.0088	-0.00762	0.000	0.000	0.000
4	0.0138	-0.0087	-0.00766	0.000	0.000	0.000
5	0.0000	0.0114	-0.00768	-42.165	0.000	0.000
6	0.0000	-0.0114	-0.00764	0.000	0.000	0.000
Reazioni totali				-42.165	0.000	0.000

**Condizione : Spinta attiva\_piedrittodx**

nodo	Spost. Wx	Spost. Wy	Rotaz. Rz	Reaz. Wx	Reaz. Wy	Reaz. Rz
1	0.0000	-0.0053	0.00466	0.000	0.000	0.000
2	0.0000	0.0053	0.00468	0.000	0.000	0.000
3	-0.0084	-0.0053	0.00467	0.000	0.000	0.000
4	-0.0084	0.0053	0.00464	0.000	0.000	0.000
5	0.0000	-0.0070	0.00466	25.569	0.000	0.000
6	0.0000	0.0070	0.00468	0.000	0.000	0.000
Reazioni totali				25.569	0.000	0.000

**Condizione : Spinta attiva\_piedrittoss**

nodo	Spost. Wx	Spost. Wy	Rotaz. Rz	Reaz. Wx	Reaz. Wy	Reaz. Rz
1	0.0000	0.0053	-0.00468	0.000	0.000	0.000
2	0.0000	-0.0053	-0.00466	0.000	0.000	0.000
3	0.0084	0.0053	-0.00465	0.000	0.000	0.000
4	0.0084	-0.0053	-0.00467	0.000	0.000	0.000
5	0.0000	0.0070	-0.00468	-25.569	0.000	0.000
6	0.0000	-0.0070	-0.00466	0.000	0.000	0.000
Reazioni totali				-25.569	0.000	0.000

**Condizione : Spinta acqua interna**

nodo	Spost. Wx	Spost. Wy	Rotaz. Rz	Reaz. Wx	Reaz. Wy	Reaz. Rz
1	0.0000	-0.0038	0.00000	0.000	0.000	0.000
2	0.0000	-0.0038	0.00000	0.000	0.000	0.000
3	0.0000	-0.0038	0.00000	0.000	0.000	0.000
4	0.0000	-0.0038	0.00000	0.000	0.000	0.000
5	0.0000	-0.0038	0.00000	0.000	0.000	0.000
6	0.0000	-0.0038	0.00000	0.000	0.000	0.000
Reazioni totali				0.000	0.000	0.000

### Condizione : Q1k centrato

nodo	Spost. Wx	Spost. Wy	Rotaz. Rz	Reaz. Wx	Reaz. Wy	Reaz. Rz
1	0.0000	-0.0171	0.00010	0.000	0.000	0.000
2	0.0000	-0.0171	-0.00010	0.000	0.000	0.000
3	0.0000	-0.0172	-0.00012	0.000	0.000	0.000
4	0.0000	-0.0172	0.00012	0.000	0.000	0.000
5	0.0000	-0.0172	0.00009	0.000	0.000	0.000
6	0.0000	-0.0172	-0.00009	0.000	0.000	0.000
Reazioni totali				0.000	0.000	0.000

### Condizione : Q1k filo piedritto

nodo	Spost. Wx	Spost. Wy	Rotaz. Rz	Reaz. Wx	Reaz. Wy	Reaz. Rz
1	0.0000	-0.0171	0.00010	0.000	0.000	0.000
2	0.0000	-0.0171	-0.00010	0.000	0.000	0.000
3	0.0000	-0.0172	-0.00012	0.000	0.000	0.000
4	0.0000	-0.0172	0.00012	0.000	0.000	0.000
5	0.0000	-0.0172	0.00009	0.000	0.000	0.000
6	0.0000	-0.0172	-0.00009	0.000	0.000	0.000
Reazioni totali				0.000	0.000	0.000

### Condizione : accidentale superiore

nodo	Spost. Wx	Spost. Wy	Rotaz. Rz	Reaz. Wx	Reaz. Wy	Reaz. Rz
1	0.0000	-0.0077	0.00004	0.000	0.000	0.000
2	0.0000	-0.0077	-0.00004	0.000	0.000	0.000
3	0.0000	-0.0077	-0.00005	0.000	0.000	0.000
4	0.0000	-0.0077	0.00005	0.000	0.000	0.000
5	0.0000	-0.0077	0.00004	0.000	0.000	0.000
6	0.0000	-0.0077	-0.00004	0.000	0.000	0.000
Reazioni totali				0.000	0.000	0.000

### Condizione : accidentale su piedritto sx

nodo	Spost. Wx	Spost. Wy	Rotaz. Rz	Reaz. Wx	Reaz. Wy	Reaz. Rz
1	0.0000	0.0052	-0.00453	0.000	0.000	0.000
2	0.0000	-0.0052	-0.00450	0.000	0.000	0.000
3	0.0082	0.0052	-0.00449	0.000	0.000	0.000
4	0.0082	-0.0052	-0.00451	0.000	0.000	0.000
5	0.0000	0.0067	-0.00452	-20.790	0.000	0.000
6	0.0000	-0.0067	-0.00450	0.000	0.000	0.000
Reazioni totali				-20.790	0.000	0.000

### Condizione : accidentale su piedritto dx

nodo	Spost. Wx	Spost. Wy	Rotaz. Rz	Reaz. Wx	Reaz. Wy	Reaz. Rz
------	-----------	-----------	-----------	----------	----------	----------



1	0.0000	-0.0052	0.00451	0.000	0.000	0.000
2	0.0000	0.0052	0.00452	0.000	0.000	0.000
3	-0.0082	-0.0052	0.00451	0.000	0.000	0.000
4	-0.0082	0.0052	0.00449	0.000	0.000	0.000
5	0.0000	-0.0067	0.00450	20.790	0.000	0.000
6	0.0000	0.0067	0.00452	0.000	0.000	0.000
Reazioni totali				20.790	0.000	0.000

**Condizione : frenamento verso sx**

nodo	Spost. Wx	Spost. Wy	Rotaz. Rz	Reaz. Wx	Reaz. Wy	Reaz. Rz
1	0.0000	-0.0186	0.01630	0.000	0.000	0.000
2	0.0000	0.0186	0.01630	0.000	0.000	0.000
3	-0.0295	-0.0186	0.01630	0.000	0.000	0.000
4	-0.0295	0.0186	0.01629	0.000	0.000	0.000
5	0.0000	-0.0243	0.01629	40.503	0.000	0.000
6	0.0000	0.0243	0.01629	0.000	0.000	0.000
Reazioni totali				40.503	0.000	0.000

**Condizione : variazione uniforme-10**

nodo	Spost. Wx	Spost. Wy	Rotaz. Rz	Reaz. Wx	Reaz. Wy	Reaz. Rz
1	0.0000	0.0000	-0.00005	0.000	0.000	0.000
2	0.0000	0.0000	0.00005	0.000	0.000	0.000
3	0.0001	0.0000	-0.00005	0.000	0.000	0.000
4	-0.0001	0.0000	0.00005	0.000	0.000	0.000
5	0.0000	0.0000	-0.00005	0.000	0.000	0.000
6	0.0000	0.0000	0.00005	0.000	0.000	0.000
Reazioni totali				0.000	0.000	0.000

**Condizione : variazione uniforme +10**

nodo	Spost. Wx	Spost. Wy	Rotaz. Rz	Reaz. Wx	Reaz. Wy	Reaz. Rz
1	0.0000	0.0000	0.00005	0.000	0.000	0.000
2	0.0000	0.0000	-0.00005	0.000	0.000	0.000
3	-0.0001	0.0000	0.00005	0.000	0.000	0.000
4	0.0001	0.0000	-0.00005	0.000	0.000	0.000
5	0.0000	0.0000	0.00005	0.000	0.000	0.000
6	0.0000	0.0000	-0.00005	0.000	0.000	0.000
Reazioni totali				0.000	0.000	0.000

**Condizione : variazione termica farfalla +/-**

nodo	Spost. Wx	Spost. Wy	Rotaz. Rz	Reaz. Wx	Reaz. Wy	Reaz. Rz
1	0.0000	0.0000	-0.00002	0.000	0.000	0.000
2	0.0000	0.0000	0.00002	0.000	0.000	0.000
3	0.0000	0.0000	0.00006	0.000	0.000	0.000
4	0.0000	0.0000	-0.00006	0.000	0.000	0.000

5	0.0000	0.0000	-0.00002	0.000	0.000	0.000
6	0.0000	0.0000	0.00002	0.000	0.000	0.000
Reazioni totali				0.000	0.000	0.000

### Condizione : variazione termica farfalla +/-

nodo	Spost. Wx	Spost. Wy	Rotaz. Rz	Reaz. Wx	Reaz. Wy	Reaz. Rz
1	0.0000	0.0000	0.00002	0.000	0.000	0.000
2	0.0000	0.0000	-0.00002	0.000	0.000	0.000
3	0.0000	0.0000	-0.00006	0.000	0.000	0.000
4	0.0000	0.0000	0.00006	0.000	0.000	0.000
5	0.0000	0.0000	0.00002	0.000	0.000	0.000
6	0.0000	0.0000	-0.00002	0.000	0.000	0.000
Reazioni totali				0.000	0.000	0.000

### Condizione : sisma orizzontale

nodo	Spost. Wx	Spost. Wy	Rotaz. Rz	Reaz. Wx	Reaz. Wy	Reaz. Rz
1	0.0000	-0.0201	0.01755	0.000	0.000	0.000
2	0.0000	0.0201	0.01757	0.000	0.000	0.000
3	-0.0317	-0.0201	0.01755	0.000	0.000	0.000
4	-0.0317	0.0201	0.01753	0.000	0.000	0.000
5	0.0000	-0.0262	0.01754	57.508	0.000	0.000
6	0.0000	0.0262	0.01756	0.000	0.000	0.000
Reazioni totali				57.508	0.000	0.000

### Condizione : sisma verticale

nodo	Spost. Wx	Spost. Wy	Rotaz. Rz	Reaz. Wx	Reaz. Wy	Reaz. Rz
1	0.0000	-0.0018	0.00001	0.000	0.000	0.000
2	0.0000	-0.0018	-0.00001	0.000	0.000	0.000
3	0.0000	-0.0018	-0.00001	0.000	0.000	0.000
4	0.0000	-0.0018	0.00001	0.000	0.000	0.000
5	0.0000	-0.0018	0.00001	0.000	0.000	0.000
6	0.0000	-0.0018	-0.00001	0.000	0.000	0.000
Reazioni totali				0.000	0.000	0.000

## Sollecitazioni

### Condizione : Peso proprio e permanenti

#### SOLETTA SUPERIORE :

asta	x	M	T	N	P
------	---	---	---	---	---

4	0.00	-11.454	54.625	1.131	0.00
	0.50	9.921	30.875	1.131	0.00
	1.00	19.421	7.125	1.131	0.00
	1.50	17.046	-16.625	1.131	0.00
	2.00	2.796	-40.375	1.131	0.00
	2.30	-11.454	-54.625	1.131	0.00

PIEDRITTO :

asta	x	M	T	N	P
2	0.00	-13.490	1.131	-68.125	0.00
	0.50	-12.925	1.131	-64.375	0.00
	1.00	-12.359	1.131	-60.625	0.00
	1.50	-11.793	1.131	-56.875	0.00
	1.80	-11.454	1.131	-54.625	0.00
3	0.00	13.490	-1.131	-68.125	0.00
	0.50	12.925	-1.131	-64.375	0.00
	1.00	12.359	-1.131	-60.625	0.00
	1.50	11.793	-1.131	-56.875	0.00
	1.80	11.454	-1.131	-54.625	0.00

SOLETTA INFERIORE :

asta	x	M	T	N	P
1	0.00	14.395	-62.963	-1.131	-62.42
	0.50	-10.228	-35.544	-1.131	-62.26
	1.00	-21.162	-8.197	-1.131	-62.15
	1.50	-18.429	19.130	-1.131	-62.18
	2.00	-2.024	46.502	-1.131	-62.32
	2.30	14.395	62.963	-1.131	-62.42
5	0.00	0.000	0.000	0.000	-62.52
	0.35	0.904	5.162	0.000	-62.42
6	0.00	0.904	-5.162	0.000	-62.42
	0.35	0.000	0.000	0.000	-62.52

**Condizione : Spinta a riposo\_piedrittodx**

SOLETTA SUPERIORE :

asta	x	M	T	N	P
4	0.00	-7.834	5.565	-9.566	0.00
	0.50	-5.051	5.565	-9.566	0.00
	1.00	-2.268	5.565	-9.566	0.00
	1.50	0.514	5.565	-9.566	0.00
	2.00	3.297	5.565	-9.566	0.00
	2.30	4.966	5.565	-9.566	0.00

PIEDRITTO :



asta	x	M	T	N	P
2	0.00	9.385	-9.566	-5.565	0.00
	0.50	4.602	-9.566	-5.565	0.00
	1.00	-0.181	-9.566	-5.565	0.00
	1.50	-4.964	-9.566	-5.565	0.00
	1.80	-7.834	-9.566	-5.565	0.00
3	0.00	12.029	-32.599	5.565	0.00
	0.50	-0.638	-18.389	5.565	0.00
	1.00	-6.680	-6.101	5.565	0.00
	1.50	-7.059	4.267	5.565	0.00
	1.80	-4.966	9.566	5.565	0.00

SOLETTA INFERIORE :

asta	x	M	T	N	P
1	0.00	-8.096	1.489	-32.599	-17.48
	0.50	-5.485	8.323	-32.599	-9.87
	1.00	-0.406	11.359	-32.599	-2.28
	1.50	5.244	10.608	-32.599	5.29
	2.00	9.569	6.061	-32.599	12.90
	2.30	10.738	1.500	-32.599	17.50
5	0.00	0.000	0.000	-42.165	-22.83
	0.35	1.289	7.054	-42.165	-17.48
6	0.00	-1.291	7.066	0.000	17.50
	0.35	0.000	0.000	0.000	22.87

**Condizione : Spinta a riposo\_piedrittox**

SOLETTA SUPERIORE :

asta	x	M	T	N	P
4	0.00	5.109	-5.565	-9.409	0.00
	0.50	2.326	-5.565	-9.409	0.00
	1.00	-0.457	-5.565	-9.409	0.00
	1.50	-3.239	-5.565	-9.409	0.00
	2.00	-6.022	-5.565	-9.409	0.00
	2.30	-7.691	-5.565	-9.409	0.00

PIEDRITTO :

asta	x	M	T	N	P
2	0.00	-12.169	32.756	5.565	0.00
	0.50	0.576	18.546	5.565	0.00
	1.00	6.697	6.258	5.565	0.00
	1.50	7.154	-4.110	5.565	0.00
	1.80	5.109	-9.409	5.565	0.00
3	0.00	-9.245	9.409	-5.565	0.00
	0.50	-4.541	9.409	-5.565	0.00

1.00	0.164	9.409	-5.565	0.00
1.50	4.869	9.409	-5.565	0.00
1.80	7.691	9.409	-5.565	0.00

SOLETTA INFERIORE:

asta	x	M	T	N	P
1	0.00	10.878	-1.501	9.409	17.50
	0.50	8.259	-8.337	9.409	9.85
	1.00	3.176	-11.363	9.409	2.26
	1.50	-2.473	-10.599	9.409	-5.32
	2.00	-6.792	-6.045	9.409	-12.91
	2.30	-7.956	-1.488	9.409	-17.48
5	0.00	0.000	0.000	42.165	22.88
	0.35	-1.291	-7.066	42.165	17.50
6	0.00	1.289	-7.053	0.000	-17.48
	0.35	0.000	0.000	0.000	-22.82

**Condizione : Spinta attiva\_piedrittodx**

SOLETTA SUPERIORE:

asta	x	M	T	N	P
4	0.00	-4.781	3.401	-5.835	0.00
	0.50	-3.081	3.401	-5.835	0.00
	1.00	-1.380	3.401	-5.835	0.00
	1.50	0.320	3.401	-5.835	0.00
	2.00	2.020	3.401	-5.835	0.00
	2.30	3.040	3.401	-5.835	0.00

PIEDRITTO:

asta	x	M	T	N	P
2	0.00	5.721	-5.835	-3.401	0.00
	0.50	2.804	-5.835	-3.401	0.00
	1.00	-0.113	-5.835	-3.401	0.00
	1.50	-3.031	-5.835	-3.401	0.00
	1.80	-4.781	-5.835	-3.401	0.00
3	0.00	7.323	-19.734	3.401	0.00
	0.50	-0.364	-11.196	3.401	0.00
	1.00	-4.058	-3.763	3.401	0.00
	1.50	-4.310	2.567	3.401	0.00
	1.80	-3.040	5.835	3.401	0.00

SOLETTA INFERIORE:

asta	x	M	T	N	P
1	0.00	-4.935	0.901	-19.734	-10.66
	0.50	-3.346	5.069	-19.734	-6.02

	1.00	-0.252	6.921	-19.734	-1.39
	1.50	3.190	6.463	-19.734	3.23
	2.00	5.825	3.689	-19.734	7.87
	2.30	6.535	0.908	-19.734	10.67
5	0.00	0.000	0.000	-25.569	-13.92
	0.35	0.786	4.302	-25.569	-10.66
6	0.00	-0.788	4.309	0.000	10.67
	0.35	0.000	0.000	0.000	13.95

### Condizione : Spinta attiva\_piedrittox

#### SOLETTA SUPERIORE :

asta	x	M	T	N	P
4	0.00	3.127	-3.401	-5.740	0.00
	0.50	1.426	-3.401	-5.740	0.00
	1.00	-0.274	-3.401	-5.740	0.00
	1.50	-1.974	-3.401	-5.740	0.00
	2.00	-3.675	-3.401	-5.740	0.00
	2.30	-4.695	-3.401	-5.740	0.00

#### PIEDRITTO :

asta	x	M	T	N	P
2	0.00	-7.408	19.829	3.401	0.00
	0.50	0.326	11.292	3.401	0.00
	1.00	4.068	3.858	3.401	0.00
	1.50	4.368	-2.472	3.401	0.00
	1.80	3.127	-5.740	3.401	0.00
3	0.00	-5.637	5.740	-3.401	0.00
	0.50	-2.767	5.740	-3.401	0.00
	1.00	0.103	5.740	-3.401	0.00
	1.50	2.973	5.740	-3.401	0.00
	1.80	4.695	5.740	-3.401	0.00

#### SOLETTA INFERIORE :

asta	x	M	T	N	P
1	0.00	6.620	-0.909	5.740	10.67
	0.50	5.026	-5.078	5.740	6.01
	1.00	1.930	-6.923	5.740	1.38
	1.50	-1.512	-6.457	5.740	-3.24
	2.00	-4.142	-3.680	5.740	-7.87
	2.30	-4.851	-0.901	5.740	-10.66
5	0.00	0.000	0.000	25.569	13.95
	0.35	-0.788	-4.309	25.569	10.67
6	0.00	0.786	-4.301	0.000	-10.66
	0.35	0.000	0.000	0.000	-13.92

## Condizione : Spinta acqua interna

### SOLETTA SUPERIORE :

asta	x	M	T	N	P
4	0.00	0.106	0.000	0.509	0.00
	0.50	0.106	0.000	0.509	0.00
	1.00	0.106	0.000	0.509	0.00
	1.50	0.106	0.000	0.509	0.00
	2.00	0.106	0.000	0.509	0.00
	2.30	0.106	0.000	0.509	0.00

### PIEDRITTO :

asta	x	M	T	N	P
2	0.00	1.394	-5.241	0.000	0.00
	0.50	-0.157	-1.328	0.000	0.00
	1.00	-0.296	0.411	0.000	0.00
	1.50	-0.047	0.509	0.000	0.00
	1.80	0.106	0.509	0.000	0.00
3	0.00	-1.394	5.241	0.000	0.00
	0.50	0.157	1.328	0.000	0.00
	1.00	0.296	-0.411	0.000	0.00
	1.50	0.047	-0.509	0.000	0.00
	1.80	-0.106	-0.509	0.000	0.00

### SOLETTA INFERIORE :

asta	x	M	T	N	P
1	0.00	-0.925	2.682	5.241	-7.66
	0.50	0.124	1.515	5.241	-7.67
	1.00	0.590	0.349	5.241	-7.67
	1.50	0.474	-0.815	5.241	-7.67
	2.00	-0.225	-1.982	5.241	-7.67
	2.30	-0.925	-2.682	5.241	-7.66
5	0.00	0.000	0.000	0.000	-7.66
	0.35	0.469	2.682	0.000	-7.66
6	0.00	0.469	-2.682	0.000	-7.66
	0.35	0.000	0.000	0.000	-7.66

## Condizione : Q1k centrato

### SOLETTA SUPERIORE :

asta	x	M	T	N	P
4	0.00	-11.774	51.324	-2.850	0.00

0.50	8.309	29.009	-2.850	0.00
1.00	17.235	6.694	-2.850	0.00
1.50	15.004	-15.621	-2.850	0.00
2.00	1.615	-37.936	-2.850	0.00
2.30	-11.774	-51.325	-2.850	0.00

PIEDRITTO :

asta	x	M	T	N	P
2	0.00	-6.644	-2.850	-51.324	0.00
	0.50	-8.069	-2.850	-51.324	0.00
	1.00	-9.494	-2.850	-51.324	0.00
	1.50	-10.919	-2.850	-51.324	0.00
	1.80	-11.774	-2.850	-51.324	0.00
3	0.00	6.644	2.850	-51.325	0.00
	0.50	8.069	2.850	-51.325	0.00
	1.00	9.494	2.850	-51.325	0.00
	1.50	10.919	2.850	-51.325	0.00
	1.80	11.774	2.850	-51.325	0.00

SOLETTA INFERIORE :

asta	x	M	T	N	P
1	0.00	8.747	-39.311	2.850	-34.29
	0.50	-6.626	-22.192	2.850	-34.19
	1.00	-13.452	-5.118	2.850	-34.12
	1.50	-11.746	11.943	2.850	-34.14
	2.00	-1.504	29.033	2.850	-34.23
	2.30	8.747	39.311	2.850	-34.29
5	0.00	0.000	0.000	0.000	-34.36
	0.35	2.103	12.013	0.000	-34.29
6	0.00	2.103	-12.013	0.000	-34.29
	0.35	0.000	0.000	0.000	-34.36

**Condizione : Q1k filo piedritto**

SOLETTA SUPERIORE :

asta	x	M	T	N	P
4	0.00	-11.774	51.324	-2.850	0.00
	0.50	8.309	29.009	-2.850	0.00
	1.00	17.235	6.694	-2.850	0.00
	1.50	15.004	-15.621	-2.850	0.00
	2.00	1.615	-37.936	-2.850	0.00
	2.30	-11.774	-51.325	-2.850	0.00

PIEDRITTO :

asta	x	M	T	N	P
------	---	---	---	---	---

2	0.00	-6.644	-2.850	-51.324	0.00
	0.50	-8.069	-2.850	-51.324	0.00
	1.00	-9.494	-2.850	-51.324	0.00
	1.50	-10.919	-2.850	-51.324	0.00
	1.80	-11.774	-2.850	-51.324	0.00
3	0.00	6.644	2.850	-51.325	0.00
	0.50	8.069	2.850	-51.325	0.00
	1.00	9.494	2.850	-51.325	0.00
	1.50	10.919	2.850	-51.325	0.00
	1.80	11.774	2.850	-51.325	0.00

SOLETTA INFERIORE :

asta	x	M	T	N	P
1	0.00	8.747	-39.311	2.850	-34.29
	0.50	-6.626	-22.192	2.850	-34.19
	1.00	-13.452	-5.118	2.850	-34.12
	1.50	-11.746	11.943	2.850	-34.14
	2.00	-1.504	29.033	2.850	-34.23
	2.30	8.747	39.311	2.850	-34.29
5	0.00	0.000	0.000	0.000	-34.36
	0.35	2.103	12.013	0.000	-34.29
6	0.00	2.103	-12.013	0.000	-34.29
	0.35	0.000	0.000	0.000	-34.36

**Condizione : accidentale superiore**

SOLETTA SUPERIORE :

asta	x	M	T	N	P
4	0.00	-5.276	23.000	-1.277	0.00
	0.50	3.724	13.000	-1.277	0.00
	1.00	7.724	3.000	-1.277	0.00
	1.50	6.724	-7.000	-1.277	0.00
	2.00	0.724	-17.000	-1.277	0.00
	2.30	-5.276	-23.000	-1.277	0.00

PIEDRITTO :

asta	x	M	T	N	P
2	0.00	-2.977	-1.277	-23.000	0.00
	0.50	-3.616	-1.277	-23.000	0.00
	1.00	-4.255	-1.277	-23.000	0.00
	1.50	-4.893	-1.277	-23.000	0.00
	1.80	-5.276	-1.277	-23.000	0.00
3	0.00	2.977	1.277	-23.000	0.00
	0.50	3.616	1.277	-23.000	0.00
	1.00	4.255	1.277	-23.000	0.00
	1.50	4.893	1.277	-23.000	0.00

1.80                      5.276                      1.277                      -23.000                      0.00

SOLETTA INFERIORE :

asta	x	M	T	N	P
1	0.00	3.920	-17.616	1.277	-15.37
	0.50	-2.969	-9.945	1.277	-15.32
	1.00	-6.028	-2.293	1.277	-15.29
	1.50	-5.264	5.352	1.277	-15.30
	2.00	-0.674	13.011	1.277	-15.34
	2.30	3.920	17.616	1.277	-15.37
5	0.00	0.000	0.000	0.000	-15.40
	0.35	0.942	5.384	0.000	-15.37
6	0.00	0.942	-5.384	0.000	-15.37
	0.35	0.000	0.000	0.000	-15.40

**Condizione : accidentale su piedritto sx**

SOLETTA SUPERIORE :

asta	x	M	T	N	P
4	0.00	3.322	-3.466	-5.588	0.00
	0.50	1.589	-3.466	-5.588	0.00
	1.00	-0.145	-3.466	-5.588	0.00
	1.50	-1.878	-3.466	-5.588	0.00
	2.00	-3.611	-3.466	-5.588	0.00
	2.30	-4.651	-3.466	-5.588	0.00

PIEDRITTO :

asta	x	M	T	N	P
2	0.00	-6.795	15.202	3.466	0.00
	0.50	-0.361	10.406	3.466	0.00
	1.00	3.486	4.857	3.466	0.00
	1.50	4.370	-1.445	3.466	0.00
	1.80	3.322	-5.588	3.466	0.00
3	0.00	-5.407	5.588	-3.466	0.00
	0.50	-2.614	5.588	-3.466	0.00
	1.00	0.180	5.588	-3.466	0.00
	1.50	2.974	5.588	-3.466	0.00
	1.80	4.651	5.588	-3.466	0.00

SOLETTA INFERIORE :

asta	x	M	T	N	P
1	0.00	6.033	-0.700	5.588	10.32
	0.50	4.582	-4.730	5.588	5.81
	1.00	1.677	-6.516	5.588	1.33
	1.50	-1.561	-6.066	5.588	-3.13

	2.00	-4.016	-3.381	5.588	-7.61
	2.30	-4.647	-0.693	5.588	-10.31
5	0.00	0.000	0.000	20.790	13.49
	0.35	-0.761	-4.166	20.790	10.32
6	0.00	0.760	-4.159	0.000	-10.31
	0.35	0.000	0.000	0.000	-13.46

### Condizione : accidentale su piedritto dx

#### SOLETTA SUPERIORE :

asta	x	M	T	N	P
4	0.00	-4.721	3.466	-5.665	0.00
	0.50	-2.988	3.466	-5.665	0.00
	1.00	-1.255	3.466	-5.665	0.00
	1.50	0.479	3.466	-5.665	0.00
	2.00	2.212	3.466	-5.665	0.00
	2.30	3.251	3.466	-5.665	0.00

#### PIEDRITTO :

asta	x	M	T	N	P
2	0.00	5.477	-5.665	-3.466	0.00
	0.50	2.644	-5.665	-3.466	0.00
	1.00	-0.189	-5.665	-3.466	0.00
	1.50	-3.021	-5.665	-3.466	0.00
	1.80	-4.721	-5.665	-3.466	0.00
3	0.00	6.726	-15.125	3.466	0.00
	0.50	0.331	-10.328	3.466	0.00
	1.00	-3.477	-4.779	3.466	0.00
	1.50	-4.323	1.523	3.466	0.00
	1.80	-3.251	5.665	3.466	0.00

#### SOLETTA INFERIORE :

asta	x	M	T	N	P
1	0.00	-4.716	0.694	-15.125	-10.31
	0.50	-3.269	4.724	-15.125	-5.82
	1.00	-0.366	6.514	-15.125	-1.35
	1.50	2.873	6.070	-15.125	3.12
	2.00	5.331	3.388	-15.125	7.61
	2.30	5.964	0.699	-15.125	10.32
5	0.00	0.000	0.000	-20.790	-13.46
	0.35	0.760	4.160	-20.790	-10.31
6	0.00	-0.761	4.165	0.000	10.32
	0.35	0.000	0.000	0.000	13.48



**Condizione : frenamento verso sx**

SOLETTA SUPERIORE :

asta	x	M	T	N	P
4	0.00	-18.391	15.932	-20.327	0.00
	0.50	-10.424	15.932	-11.522	0.00
	1.00	-2.458	15.932	-2.717	0.00
	1.50	5.508	15.932	6.088	0.00
	2.00	13.474	15.932	14.893	0.00
	2.30	18.254	15.932	20.176	0.00

PIEDRITTO :

asta	x	M	T	N	P
2	0.00	18.198	-20.327	-15.932	0.00
	0.50	8.034	-20.327	-15.932	0.00
	1.00	-2.129	-20.327	-15.932	0.00
	1.50	-12.293	-20.327	-15.932	0.00
	1.80	-18.391	-20.327	-15.932	0.00
3	0.00	18.063	-20.176	15.932	0.00
	0.50	7.975	-20.176	15.932	0.00
	1.00	-2.113	-20.176	15.932	0.00
	1.50	-12.201	-20.176	15.932	0.00
	1.80	-18.254	-20.176	15.932	0.00

SOLETTA INFERIORE :

asta	x	M	T	N	P
1	0.00	-15.449	-0.892	-20.176	-37.27
	0.50	-11.915	13.676	-20.176	-21.02
	1.00	-3.124	20.139	-20.176	-4.84
	1.50	6.878	18.524	-20.176	11.31
	2.00	14.052	8.822	-20.176	27.51
	2.30	15.315	-0.893	-20.176	37.27
5	0.00	0.000	0.000	-40.503	-48.67
	0.35	2.748	15.040	-40.503	-37.27
6	0.00	-2.748	15.040	0.000	37.27
	0.35	0.000	0.000	0.000	48.67

**Condizione : variazione uniforme-10**

SOLETTA SUPERIORE :

asta	x	M	T	N	P
4	0.00	3.435	0.000	3.786	0.00
	0.50	3.435	0.000	3.786	0.00
	1.00	3.435	0.000	3.786	0.00

1.50	3.435	0.000	3.786	0.00
2.00	3.435	0.000	3.786	0.00
2.30	3.435	0.000	3.786	0.00

PIEDRITTO:

asta	x	M	T	N	P
2	0.00	-3.381	3.786	0.000	0.00
	0.50	-1.488	3.786	0.000	0.00
	1.00	0.406	3.786	0.000	0.00
	1.50	2.299	3.786	0.000	0.00
	1.80	3.435	3.786	0.000	0.00
3	0.00	3.381	-3.786	0.000	0.00
	0.50	1.488	-3.786	0.000	0.00
	1.00	-0.406	-3.786	0.000	0.00
	1.50	-2.299	-3.786	0.000	0.00
	1.80	-3.435	-3.786	0.000	0.00

SOLETTA INFERIORE:

asta	x	M	T	N	P
1	0.00	3.378	-0.015	-3.786	0.03
	0.50	3.369	-0.017	-3.786	-0.01
	1.00	3.363	-0.005	-3.786	-0.03
	1.50	3.365	0.011	-3.786	-0.03
	2.00	3.372	0.019	-3.786	0.00
	2.30	3.378	0.015	-3.786	0.03
5	0.00	0.000	0.000	0.000	0.06
	0.35	-0.003	-0.015	0.000	0.03
6	0.00	-0.003	0.015	0.000	0.03
	0.35	0.000	0.000	0.000	0.06

**Condizione : variazione uniforme +10**

SOLETTA SUPERIORE:

asta	x	M	T	N	P
4	0.00	-3.435	0.000	-3.786	0.00
	0.50	-3.435	0.000	-3.786	0.00
	1.00	-3.435	0.000	-3.786	0.00
	1.50	-3.435	0.000	-3.786	0.00
	2.00	-3.435	0.000	-3.786	0.00
	2.30	-3.435	0.000	-3.786	0.00

PIEDRITTO:

asta	x	M	T	N	P
2	0.00	3.381	-3.786	0.000	0.00
	0.50	1.488	-3.786	0.000	0.00

	1.00	-0.406	-3.786	0.000	0.00
	1.50	-2.299	-3.786	0.000	0.00
	1.80	-3.435	-3.786	0.000	0.00
3	0.00	-3.381	3.786	0.000	0.00
	0.50	-1.488	3.786	0.000	0.00
	1.00	0.406	3.786	0.000	0.00
	1.50	2.299	3.786	0.000	0.00
	1.80	3.435	3.786	0.000	0.00

SOLETTA INFERIORE :

asta	x	M	T	N	P
1	0.00	-3.378	0.015	3.786	-0.03
	0.50	-3.369	0.017	3.786	0.01
	1.00	-3.363	0.005	3.786	0.03
	1.50	-3.365	-0.011	3.786	0.03
	2.00	-3.372	-0.019	3.786	0.00
	2.30	-3.378	-0.015	3.786	-0.03
5	0.00	0.000	0.000	0.000	-0.06
	0.35	0.003	0.015	0.000	-0.03
6	0.00	0.003	-0.015	0.000	-0.03
	0.35	0.000	0.000	0.000	-0.06

**Condizione : variazione termica farfalla +/-**

SOLETTA SUPERIORE :

asta	x	M	T	N	P
4	0.00	8.846	0.000	5.724	0.00
	0.50	8.846	0.000	5.724	0.00
	1.00	8.846	0.000	5.724	0.00
	1.50	8.846	0.000	5.724	0.00
	2.00	8.846	0.000	5.724	0.00
	2.30	8.846	0.000	5.724	0.00

PIEDRITTO :

asta	x	M	T	N	P
2	0.00	-1.457	5.724	0.000	0.00
	0.50	1.405	5.724	0.000	0.00
	1.00	4.267	5.724	0.000	0.00
	1.50	7.129	5.724	0.000	0.00
	1.80	8.846	5.724	0.000	0.00
3	0.00	1.457	-5.724	0.000	0.00
	0.50	-1.405	-5.724	0.000	0.00
	1.00	-4.267	-5.724	0.000	0.00
	1.50	-7.129	-5.724	0.000	0.00
	1.80	-8.846	-5.724	0.000	0.00

SOLETTA INFERIORE :

asta	x	M	T	N	P
1	0.00	1.456	-0.007	-5.724	0.01
	0.50	1.452	-0.007	-5.724	-0.01
	1.00	1.450	-0.002	-5.724	-0.01
	1.50	1.450	0.005	-5.724	-0.01
	2.00	1.454	0.008	-5.724	0.00
	2.30	1.456	0.007	-5.724	0.01
5	0.00	0.000	0.000	0.000	0.03
	0.35	-0.001	-0.007	0.000	0.01
6	0.00	-0.001	0.007	0.000	0.01
	0.35	0.000	0.000	0.000	0.03

**Condizione : variazione termica farfalla +/-**

SOLETTA SUPERIORE :

asta	x	M	T	N	P
4	0.00	-8.846	0.000	-5.724	0.00
	0.50	-8.846	0.000	-5.724	0.00
	1.00	-8.846	0.000	-5.724	0.00
	1.50	-8.846	0.000	-5.724	0.00
	2.00	-8.846	0.000	-5.724	0.00
	2.30	-8.846	0.000	-5.724	0.00

PIEDRITTO :

asta	x	M	T	N	P
2	0.00	1.457	-5.724	0.000	0.00
	0.50	-1.405	-5.724	0.000	0.00
	1.00	-4.267	-5.724	0.000	0.00
	1.50	-7.129	-5.724	0.000	0.00
	1.80	-8.846	-5.724	0.000	0.00
3	0.00	-1.457	5.724	0.000	0.00
	0.50	1.405	5.724	0.000	0.00
	1.00	4.267	5.724	0.000	0.00
	1.50	7.129	5.724	0.000	0.00
	1.80	8.846	5.724	0.000	0.00

SOLETTA INFERIORE :

asta	x	M	T	N	P
1	0.00	-1.456	0.007	5.724	-0.01
	0.50	-1.452	0.007	5.724	0.01
	1.00	-1.450	0.002	5.724	0.01
	1.50	-1.450	-0.005	5.724	0.01
	2.00	-1.454	-0.008	5.724	0.00
	2.30	-1.456	-0.007	5.724	-0.01

5	0.00	0.000	0.000	0.000	-0.03
	0.35	0.001	0.007	0.000	-0.01
6	0.00	0.001	-0.007	0.000	-0.01
	0.35	0.000	0.000	0.000	-0.03

### Condizione : sisma orizzontale

#### SOLETTA SUPERIORE :

asta	x	M	T	N	P
4	0.00	-19.153	15.895	-20.843	0.00
	0.50	-11.205	15.895	-14.383	0.00
	1.00	-3.257	15.895	-7.923	0.00
	1.50	4.690	15.895	-1.463	0.00
	2.00	12.638	15.895	4.997	0.00
	2.30	17.407	15.895	8.873	0.00

#### PIEDRITTO :

asta	x	M	T	N	P
2	0.00	20.309	-23.003	-15.895	0.00
	0.50	8.957	-22.403	-15.895	0.00
	1.00	-2.094	-21.803	-15.895	0.00
	1.50	-12.846	-21.203	-15.895	0.00
	1.80	-19.153	-20.843	-15.895	0.00
	3	0.00	21.633	-34.505	15.895
0.50		6.161	-27.385	15.895	0.00
1.00		-5.751	-20.265	15.895	0.00
1.50		-14.104	-13.145	15.895	0.00
1.80		-17.407	-8.873	15.895	0.00

#### SOLETTA INFERIORE :

asta	x	M	T	N	P
1	0.00	-17.350	0.297	-34.505	-40.12
	0.50	-12.916	15.982	-34.505	-22.63
	1.00	-2.822	22.943	-34.505	-5.22
	1.50	8.578	21.207	-34.505	12.17
	2.00	16.934	10.764	-34.505	29.62
	2.30	18.673	0.303	-34.505	40.13
5	0.00	0.000	0.000	-57.508	-52.40
	0.35	2.959	16.192	-57.508	-40.12
6	0.00	-2.960	16.198	0.000	40.13
	0.35	0.000	0.000	0.000	52.43

### Condizione : sisma verticale

SOLETTA SUPERIORE :

asta	x	M	T	N	P
4	0.00	-0.971	4.370	-0.122	0.00
	0.50	0.739	2.470	-0.122	0.00
	1.00	1.499	0.570	-0.122	0.00
	1.50	1.309	-1.330	-0.122	0.00
	2.00	0.169	-3.230	-0.122	0.00
	2.30	-0.971	-4.370	-0.122	0.00

PIEDRITTO :

asta	x	M	T	N	P
2	0.00	-0.751	-0.122	-5.450	0.00
	0.50	-0.813	-0.122	-5.150	0.00
	1.00	-0.874	-0.122	-4.850	0.00
	1.50	-0.935	-0.122	-4.550	0.00
	1.80	-0.971	-0.122	-4.370	0.00
3	0.00	0.751	0.122	-5.450	0.00
	0.50	0.813	0.122	-5.150	0.00
	1.00	0.874	0.122	-4.850	0.00
	1.50	0.935	0.122	-4.550	0.00
	1.80	0.971	0.122	-4.370	0.00

SOLETTA INFERIORE :

asta	x	M	T	N	P
1	0.00	0.975	-4.175	0.122	-3.64
	0.50	-0.658	-2.357	0.122	-3.63
	1.00	-1.383	-0.544	0.122	-3.62
	1.50	-1.202	1.268	0.122	-3.63
	2.00	-0.114	3.083	0.122	-3.63
	2.30	0.975	4.175	0.122	-3.64
	5	0.00	0.000	0.000	0.000
0.35		0.223	1.275	0.000	-3.64
6	0.00	0.223	-1.275	0.000	-3.64
	0.35	0.000	0.000	0.000	-3.65