

**NUOVA LINEA TORINO LIONE - NOUVELLE LIGNE LYON TURIN  
PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE - PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE  
SEZIONE TRANSFRONTALIERA PARTE IN TERRITORIO ITALIANO  
SECTION TRANSFRONTALIERE PARTIE EN TERRITOIRE ITALIEN**

**LOTTO COSTRUTTIVO 1 / LOT DE CONSTRUCTION 1  
CANTIERE OPERATIVO 04C/CHANTIER DE CONSTRUCTION 04C  
SVINCOLO DI CHIOMONTE IN FASE DI CANTIERE  
ECHANGEUR DE CHIOMONTE DANS LA PHASE DE CHANTIER  
PROGETTO ESECUTIVO - ETUDES D'EXECUTION  
CUP C11J05000030001 - CIG 6823295927**

**SECURITY**

**RELAZIONE DI CALCOLO – SPALLE PONTE BAILEY**

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	30/04/2017	Première diffusion / Prima emissione	C.BELTRAMI (-)	L.BARBERIS (MUSINET ENG.)	C.GIOVANNETTI (MUSINET ENG.)
A	30/09/2017	Révision suite aux commentaires TELT/ Revisione a seguito commenti TELT	C.BELTRAMI (-)	L.BARBERIS (MUSINET ENG.)	C.GIOVANNETTI (MUSINET ENG.)
B	29/06/2018	Modifica titolo progetto/ Modifications titre du project	P.LESCE (MUSINET ENG.)	P.D'ALOISIO (MUSINET ENG.)	L.BARBERIS (MUSINET ENG.)
C	30/04/2020	Revision suite aux commentaires RINA/ Revisione a seguito commenti RINA Check	P.LESCE (MUSINET ENG.)	P.D'ALOISIO (MUSINET ENG.)	L.BARBERIS (MUSINET ENG.)
D	25/05/2020	Revision suite aux commentaires TELT/ Revisione a seguito commenti TELT	P.LESCE (MUSINET ENG.)	P.D'ALOISIO (MUSINET ENG.)	L.BARBERIS (MUSINET ENG.)

1	0	4	C	C	1	6	1	6	6	N	V	0	2	C	0	
Cat.Lav. Cat.Trav.	Lotto/Lot	Contratto/Contrat				Opera/Oeuvre			Tratto Tronçon	Parte Partie						

E	C	L	O	C	1	6	4	8	D
Fase Phase	Tipo documento Type de document		Oggetto Object		Numero documento Numéro de document		Indice Index		

**INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE/  
/INTEGRATION SPECIALISTE**



Dott. Ing. Piero D'ALOISIO  
Albo di Torino  
N° 5193 S

Empty box for specialist integration details.

**SCALA / ÉCHELLE**  
-

**IL PROGETTISTA/LE DESIGNER**



Dott. Arch. Corrado GIOVANNETTI  
Albo di Torino  
N° 2736

**L'APPALTATORE/L'ENTREPRENEUR**

Empty box for contractor details.

**IL DIRETTORE DEI LAVORI/LE MAÎTRE D'ŒUVRE**

Empty box for project manager details.

**SOMMAIRE / INDICE**

1. INTRODUZIONE .....	5
2. INDIVIDUAZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO .....	5
2.1 Descrizione generale dell'opera .....	5
3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	6
5. PRESTAZIONI ATTESE .....	7
6. MATERIALI .....	9
6.1 Calcestruzzo.....	9
6.2 Acciaio per cemento armato .....	9
7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	10
8. GEOMETRIE E IPOTESI DI CALCOLO.....	12
9. ANALISI CARICHI.....	14
9.1 Pesi propri strutturali (spalla) .....	14
9.2 Azione sismica.....	15
9.2.1 Caratterizzazione sismica.....	15
9.2.2 Inerzie sismiche .....	17
9.3 Spinta delle terre .....	18
9.4 Scarichi da impalcato.....	20
9.5 Frenatura (statica locale).....	21
10. COMBINAZIONI DI CARICO .....	22
11. AZIONI DI PROGETTO .....	24
11.1 Azioni globali .....	24
11.2 Azioni muro frontale (SEZ.DI BASE) .....	24
11.3 Azioni paraghiaia (SEZ.DI BASE).....	25
11.4 Platea.....	26
12. VERIFICHE .....	27
12.1 Muro frontale .....	27
12.1.1 SLU – Pressoflessione .....	27
12.1.2 SLU – Taglio .....	28
12.1.3 SLE – Fessurazione .....	29
12.2 Paraghiaia .....	30
12.2.1 SLU – Pressoflessione .....	30
12.2.2 SLU – Taglio .....	31
12.2.3 SLE – Fessurazione .....	31
12.3 Platea.....	32
12.3.1 Sbalzo di monte .....	32
12.3.2 Sbalzo di valle .....	34
12.4 Tirafondi .....	35
12.5 Ribaltamento.....	36
12.6 Scivolamento .....	36
12.7 Capacità portante lato terreno .....	37



**LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE**

Figura 1 – Sezione trasversale.....	5
Figura 2 profilo geotecnico in corrispondenza del Ponte Bailey .....	10
Figura 3 – Schemi di calcolo.....	13
Figura 4 - Tabella con le azioni sulle spalle (valori nominali da Fornitore).....	20
Figura 5 Schema di calcolo .....	35



### 3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

L'analisi della struttura in oggetto è stata effettuata applicando i metodi usuali della Scienza delle Costruzioni ed in conformità alle normative e leggi vigenti:

<b>L. 05/11/1971 n. 1086:</b>	“Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica”;
<b>D.M. 14 gennaio 2008:</b>	“Norme Tecniche per le Costruzioni”;
<b>Circ. Min. 02/02/2009 n.617:</b>	“Istruzione per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”;
<b>UNI EN 1992-2005:</b>	EC2 - “Progettazione delle strutture in calcestruzzo”;
<b>UNI EN 1997-2005:</b>	EC7 - “Progettazione geotecnica”;
<b>UNI EN 1998-2005:</b> sismica”;	EC8 - “Progettazione delle strutture per la resistenza
<b>UNI EN 206-1-2006:</b>	“Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
<b>UNI 11104-2004:</b>	“Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1”;

## 5. PRESTAZIONI ATTESE

### Classe di esposizione ambientale

Le condizioni di esposizione sono le condizioni chimiche e fisiche alle quali la struttura è esposta, in aggiunta alle azioni meccaniche. Le condizioni ambientali sono classificate secondo il prospetto 4.1 dell'Eurocodice 2, basato sulla EN 206-1.

Le strutture di fondazione sono soggette a corrosione indotta da carbonatazione per contatto con acqua in condizioni di bagnato-raramente asciutto. Condizioni queste che corrispondono alla classe XC2.

La norma UNI 206-1 e la UNI 11104:2004 indicano che la classe di resistenza minima corrispondente ad una classe di esposizione XC2 è C25/30.

	Nessun rischio di corrosione dell'armatura		Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione		
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4
Massimo rapporto $a/c$	-	0,60	0,55	0,50	
Minima classe di resistenza <sup>1)</sup>	C12/15	C25/30	C28/35	C32/40	
Minimo contenuto in cemento (kg/m <sup>3</sup> )	-	300	320	340	
Contenuto minimo in aria (%)					
Altri requisiti					

### Copriferro

Il copriferro è inteso come la distanza fra la superficie dell'armatura più vicina alla superficie del calcestruzzo (incluso moiette e staffe) e la più vicina superficie libera di calcestruzzo.

In accordo con l'EC2, il copriferro nominale di progetto connesso alla durabilità dell'opera vale:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

dove:

- $c_{min}$  rappresenta il massimo copriferro tra quello associato alla tensione di aderenza barra-calcestruzzo e quello associato alla durabilità;
- $\Delta c_{dev}$  rappresenta la tolleranza di posa delle barre di armatura.

	spalle	elemento strutturale
	trave	tipo elemento strutturale
	C25/30	Classe di resistenza strutturale
	XC2	Classe di esposizione
F <sub>max</sub> [mm]	26	Massimo diametro barre di armatura
c <sub>min,b</sub>	26	Copriferro minimo per aderenza
VN	50	Vita nominale
S	4	Classe strutturale base
ΔS1	0	Variazione classe strutturale per classe di resistenza
ΔS2	0	Variazione di classe strutturale per elemento a piastra
ΔS3	0	Variazione di classe strutturale per controllo speciale su produzione c/s
ΔS4	0	Variazione classe strutturale per vita nominale 100anni
S <sub>eff</sub>	4	Classe strutturale effettiva
c <sub>min,dur</sub> [mm]	25	Copriferro minimo per classe di esposizione e VN
Δc <sub>dur</sub> [mm]	0	Incremento per maggiore livello di protezione
Δc <sub>dur,at</sub> [mm]	0	Riduzione per uso di acciaio inox
Δc <sub>dur,agg</sub> [mm]	0	Riduzione per uso di protezioni aggiuntive
Δc <sub>dev</sub> [mm]	10	Tolleranza di posa delle barre
c <sub>dur</sub> [mm]	35	Copriferro minimo per durabilità
c <sub>fuoco</sub> [mm]	-	Copriferro minimo per resistenza al fuoco
c <sub>min,d</sub> [mm]	50	Copriferro minimo di progetto

## 6. MATERIALI

### 6.1 Calcestruzzo

*Per sottofondazioni*

Classe di resistenza:	C12/15
Contenuto minimo di cemento:	150 kg/m <sup>3</sup>

*Fondazioni e muri*

Classe di resistenza:	C25/30
Classe di esposizione:	XC2
Modulo elastico:	$E_c = 31.447 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica:	$f_{ck} = 24,90 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a compressione cilindrica:	$f_{cm} = 32,90 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione:	$f_{cd} = 14,11 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione (valore medio):	$f_{ctm} = 2,56 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione:	$f_{ctk} = 1,79 \text{ N/mm}^2$
Copriferro:	$c = 50 \text{ mm}$

### 6.2 Acciaio per cemento armato

Si utilizzano barre ad aderenza migliorata in acciaio con le seguenti caratteristiche meccaniche:

	B450C
Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di rottura:	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a trazione:	$f_{yd} = 391,30 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_s = 210.000 \text{ N/mm}^2$

## 7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Si riporta la stratigrafia del terreno in corrispondenza del nuovo ponte tipo Bailey, per il quale si è fatto riferimento al sondaggio in prossimità della nuova pila IP3.

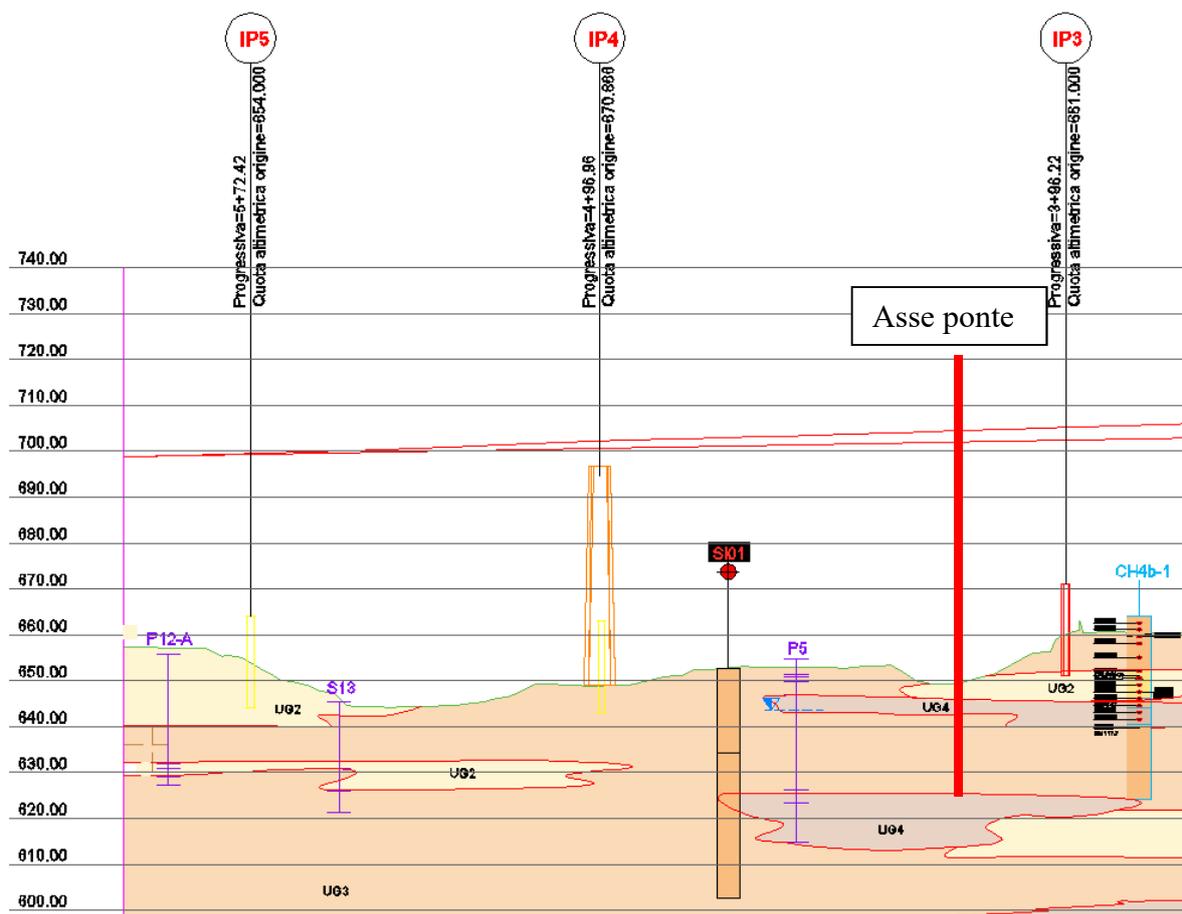


Figura 2 profilo geotecnico in corrispondenza del Ponte Bailey

Ai fini della verifica della portanza della fondazione, si fa riferimento alla stratigrafia Ug2, i cui parametri geotecnici di riferimento, assunti nel calcolo, sono i seguenti:

### Strato Ug2 (terreno di posa)

Peso dell'unità di volume	$\gamma =$	20 kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	$\varphi' =$	33°
Coesione	$c' =$	0 kN/m <sup>2</sup>
Angolo di attrito terra-fondazione	$\delta =$	33°

Eventuali strati sabbiosi / limosi andranno rimossi e sostituiti con materiale ghiaioso.

Per il terreno di riporto a tergo muro, si assumono invece i seguenti parametri:

**Terreno di rinterro**

Peso dell'unità di volume	$\gamma =$	20 kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	$\varphi' =$	35.0°
Coesione	$c' =$	0 kN/m <sup>2</sup>
Angolo di attrito terra-muro	$\delta =$	17.5°

Si avrà cura di fornire un terreno di riporto con le caratteristiche prescritte, opportunamente selezionato e costipato in sito.

## 8. GEOMETRIE E IPOTESI DI CALCOLO

### *Platea di fondazione*

- Si considera cautelativamente un comportamento monodimensionale dell'elemento assimilandolo ad una trave longitudinale, vincolata alla base del muro frontale e soggetto ai sovraccarichi agenti all'estradosso e all'intradosso, in accordo allo schema mostrato in figura.
- Per quanto riguarda la distribuzione delle pressioni sul terreno, per le verifiche SLU-SLV si considera un diagramma rettangolare mentre per quelle SLE triangolare/trapezio.
- Lo sbalzo “di monte” (verso rinterro) è assimilato ad una mensola soggetta al sovraccarico agente all'estradosso e alla reazione del terreno all'intradosso. Lo sbalzo “di valle” è invece trattato come elemento molto tozzo mediante schemi “tirante-puntone”.

### *Muro frontale*

- Si considera cautelativamente un comportamento monodimensionale dell'elemento assimilandolo ad una trave verticale, vincolata al piede e soggetta a carichi trasversali distribuiti sulla lunghezza (lato interno) ed eventualmente in testa (scarichi da impalcato).
- Il calcolo è riferito alla larghezza totale dell'elemento.

### *Paraghiaia*

- Si considera cautelativamente un comportamento monodimensionale dell'elemento assimilandolo ad una trave verticale, vincolata al piede e soggetta a carichi trasversali distribuiti sulla lunghezza (lato interno) ed eventualmente in testa (scarichi da impalcato).
- Il calcolo è riferito ad una striscia unitaria dell'elemento.

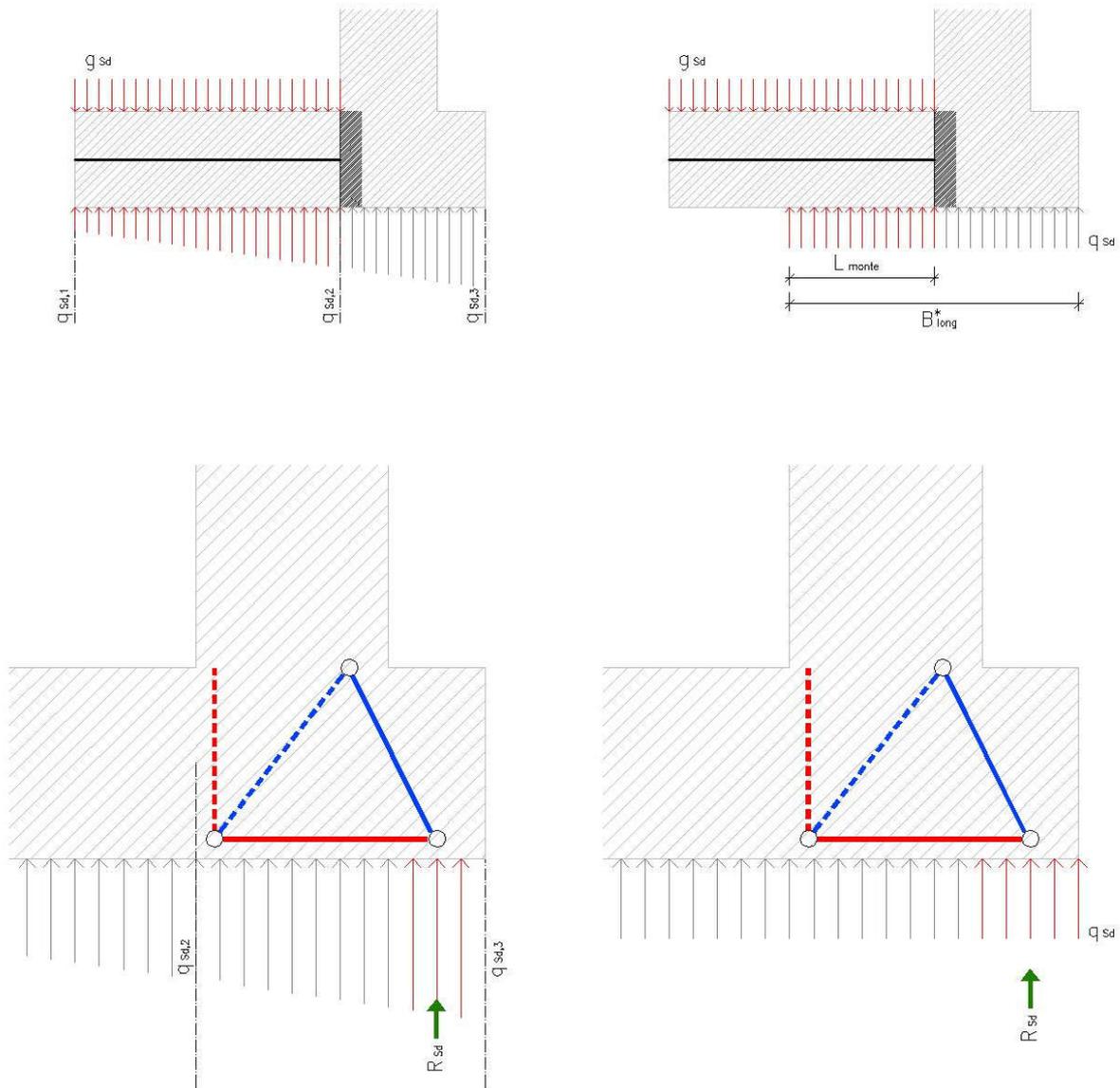


Figura 3 – Schemi di calcolo

## 9. ANALISI CARICHI

### 9.1 Pesì propri strutturali (spalla)

I pesì propri delle strutture sono valutati assumendo i seguenti pesì specifici di riferimento:

- strutture in calcestruzzo:  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$
- riempimento al di sopra della fondazione:  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

Sistema di riferimento locale		
Asse	Id.	
[-]	[-]	[m]
Longitudinale	$x_{0,loc}$	0.000
Trasversale	$y_{0,loc}$	0.000
Verticale	$z_{0,loc}$	0.000

#### SPALLA FISSA

Elemento	Id.	n	$L_{x,loc}$	$L_{y,loc}$	$L_{z,loc}$	$\gamma_{MAT.}$	$x_{loc,g}$	$y_{loc,g}$	$z_{loc,g}$	$G_{k(x1)}$	$G_{k(xn)}$
[-]	[-]	[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
Platea	1	1	5.000	12.200	1.200	25.0	0.000	0.000	0.600	1830	1830
Muro frontale (1/4)	2	1	1.200	12.200	4.650	25.0	0.250	0.000	3.525	1702	1702
Muro frontale (2/4)	3	0									
Muro frontale (3/4)	4	0									
Muro frontale (4/4)	5	0									
Paraghiaia (1/4)	6	1	0.350	12.200	1.150	25.0	-0.325	0.000	6.425	123	123
Paraghiaia (2/4)	7	1	0.500	7.400	0.500	25.0	0.100	0.000	6.750	46	46
Paraghiaia (3/4)	8	0									
Paraghiaia (4/4)	9	0									
Andatore (1/2)	10	0									
Andatore (2/2)	11	0									
Cordolo	12	0									
Veletta	13	0									
Tombamento (1/4)	14	1	2.000	12.200	5.800	20.0	-1.500	0.000	4.450	2830	2830
Tombamento (2/4)	15	1	1.500	12.200	2.650	20.0	1.750	0.000	2.525	970	970
Tombamento (3/4)	16	0									
Tombamento (4/4)	17	0									
<b>TOTALE</b>							-0.288	0.000	3.098		<b>7501</b>

## 9.2 Azione sismica

### 9.2.1 Caratterizzazione sismica

Si considera l'azione sismica in quanto l'opera anche se provvisoria avrà una vita nominale superiore ai due anni.

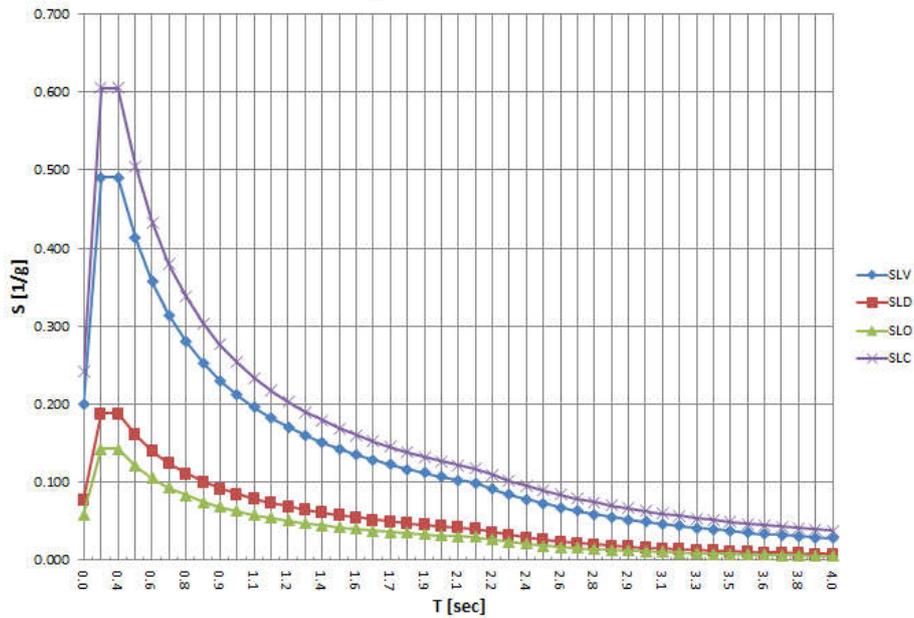
#### Dati progetto



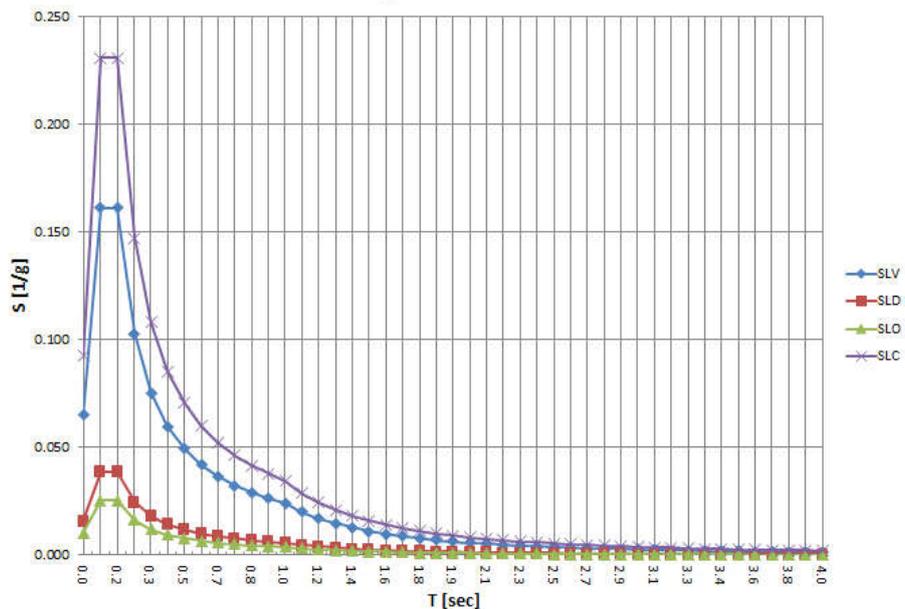
- Ponte sito in località CHIOMONTE (lat 45.129205 N, long 6.992417 E)
- Vita nominale dell'opera  $VN = 50$  anni
- Classe d'uso II
- Coefficiente d'uso  $C_U = 1,0$
- Categoria del suolo di fondazione = C
- Coeff. di amplificazione stratigrafica  $S_s = 1,5$
- Coeff. di amplificazione topografica  $S_T = 1,0$
- $S = 1,5$

STATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c$ [s]
SLO	30	0.039	2.436	0.207
SLD	50	0.052	2.412	0.228
SLV	475	0.133	2.460	0.265
SLC	975	0.168	2.491	0.273

spettri di progetto  
componenti orizzontali



spettri di progetto  
componenti verticali



### 9.2.2 Inerzie sismiche

Le masse strutturali vengono moltiplicate per l'accelerazione sismica, dove l'accelerazione di picco  $a_{max}$  è valutata come:

$$a_{max(SLV)} = \beta \times S \times a_g = \beta \times S_s \times S_T \times a_g = 0.31 \times 1.50 \times 1.00 \times 0.133 = 0.062g$$

Sistema di riferimento locale		
Asse	Id.	
[-]	[-]	[m]
Longitudinale	$x_{0,loc}$	0.000
Trasversale	$y_{0,loc}$	0.000
Verticale	$z_{0,loc}$	0.000

#### SPALLA "A"

Elemento	Id.	$G_{k(x,n)}$	$k_h$	$x_{loc,g}$	$y_{loc,g}$	$z_{loc,g}$	$E_{k(x,n)}$
[-]	[-]	[kN]	[1/g]	[m]	[m]	[m]	[kN]
Platea	1	1830	0.062	0.000	0.000	0.600	113
Muro frontale (1/4)	2	1702	0.062	0.250	0.000	3.525	106
Muro frontale (2/4)	3						
Muro frontale (3/4)	4						
Muro frontale (4/4)	5						
Paraghiaia (1/4)	6	123	0.062	-0.325	0.000	6.425	8
Paraghiaia (2/4)	7	46	0.062	0.100	0.000	6.750	3
Paraghiaia (3/4)	8						
Paraghiaia (4/4)	9						
Andatore (1/4)	10						
Andatore (2/4)	11						
Andatore (3/4)	12						
Andatore (4/4)	13						
Tombamento (1/4)	14	2830	0.062	-1.500	0.000	4.450	175
Tombamento (2/4)	15	970	0	1.750	0.000	2.525	60
Tombamento (3/4)	16						
Tombamento (4/4)	17						
<b>TOTALE</b>				-0.288	0.000	3.098	465

### 9.3 Spinta delle terre

Tenuto in conto della tipologia di manufatto si procede assumendo quanto segue:

- spinta attiva in condizioni statiche ( $k=k_A$ )

$$\sigma_H = k_A \times \sigma_V$$

- analisi pseudostatica con incremento sismico calcolato secondo formulazione di Mononobe-Okabe (condizioni di spinta attiva) per la statica globale del manufatto

$$\Delta\sigma_H = (k_{AE} - k_A) \times \sigma_V$$

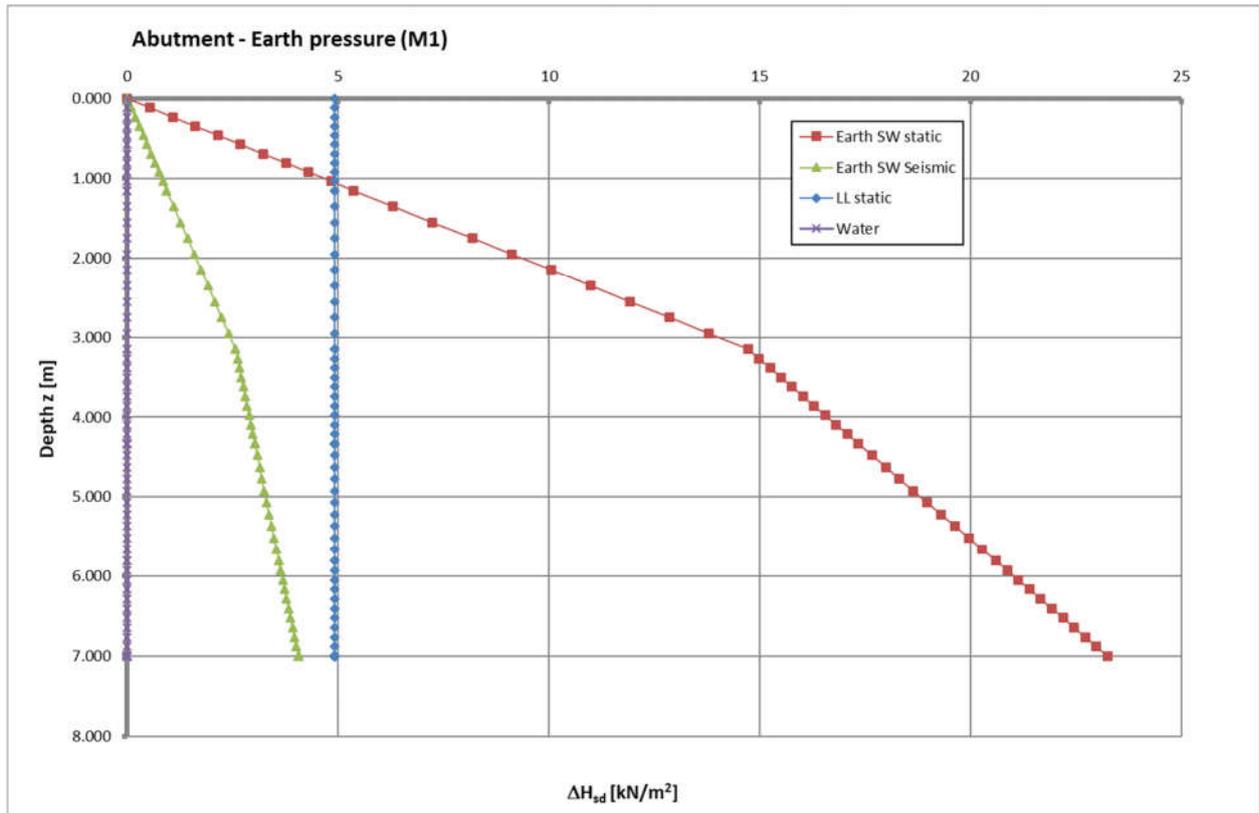
dove:

$\sigma_H$	=	pressione orizzontale
$\sigma_V$	=	pressione verticale
$k_0$	=	coefficiente di spinta a riposo
$k_A$	=	coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche
$k_{AE}$	=	coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche

Di seguito si riporta il calcolo di dettaglio dei coefficienti sismici. Cautelativamente l'incremento sismico è ipotizzato agente ad metà altezza della parete.

Accelerazione orizzontale a suolo rigido	$a_g$	=	0,133 g
Categoria di sottosuolo			C
Amplificazione stratigrafica	$S_S$	=	1,50
Accelerazione massima attesa	$a_{g,max}$	=	0,133 x 1,50 = 0,200g
Coefficiente di riduzione $a_{g,max}$	$\beta$	=	0,31
Coefficiente sismico orizzontale	$k_h$	=	$\beta_m \times a_{max} / g = 0,31 \times 0,200 = 0,062 g$
Coefficiente sismico verticale	$k_v$	=	0,50 x $k_h = 0,031g$

		M1	M1	Partial coefficient for parameters
$k_h$	[-]	0.0000	0.0620	Horizontal seismic coefficient
$k_v$	[-]	0.0000	-0.0310	Vertical seismic coefficient
$\phi$	[°]	35.0	35.0	Internal friction angle
$\theta$	[°]	0.0	0.0	Inclination of the wall back surface
$\delta$	[°]	17.5	17.5	Friction soil - wall
$\beta$	[°]	0.0	0.0	Backwall surface inclination
$\psi$	[°]	0.0	3.4	-
$K_{AE}$	[-]	0.2461	0.2803	Dynamic earth pressure coefficient for active state
<b><math>K^*_{AE}</math></b>	[-]	<b>0.2461</b>	<b>0.2890</b>	<b>Dynamic earth pressure coefficient for active state x (1-<math>k_v</math>)</b>
$K_{PE}$	[-]	7.3567	7.0140	Dynamic earth pressure coefficient for passive state
<b><math>K^*_{PE}</math></b>	[-]	<b>7.3567</b>	<b>7.2314</b>	<b>Dynamic earth pressure coefficient for passive state x (1-<math>k_v</math>)</b>



Sistema di riferimento locale		
Asse	Id.	
[-]	[-]	[m]
Longitudinale	X <sub>0,loc</sub>	-2.500
Trasversale	Y <sub>0,loc</sub>	0.000
Verticale	Z <sub>0,loc</sub>	0.000

## SPALLA "A"

Contributo	Id.	n	H	S <sub>H</sub>	S <sub>V</sub>	B	z <sub>loc,g</sub>	S <sub>H</sub>	S <sub>V</sub>
[-]	[-]	[-]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
Permanente	1	1	7.000	96	30	12.200	2.739	1175	370
Variabile	2	1	7.000	34	11	12.200	3.662	420	132
Sisma (Mononobe-Okabe)	3	1	7.000	17	5	12.200	2.739	205	65
Acqua	4	1	7.000	0	0	12.200	0.000	0	0

TOTALE

## 9.4 Scarichi da impalcato

Le azioni trasmesse dall'impalcato (pesi propri, variabili e traffico) sono desunte dalle tabelle sugli appoggi fornite produttore del ponte prefabbricato (vedi

Figura 4). Per quanto riguarda i carichi da traffico, il ponte è dimensionato come “ponte di 1.a categoria”.

Carichi sugli appoggi	appoggi fissi		appoggi scorrevoli	
	A [kN]	B [kN]	C [kN]	D [kN]
Reazione verticale CARICHI PERMANENTI	215	215	215	215
Reazione verticale CARICHI MOBILI	915	915	915	915
Reazione orizzontale longitudinale FRENAMENTO	263	263	–	–
Reazione orizzontale longitudinale ATTRITO	–	–	65	65
Reazione orizzontale trasversale VENTO	50	50	50	50

**Figura 4 - Tabella con le azioni sulle spalle (valori nominali da Fornitore)**

## 9.5 Frenatura (statica locale)

Ai fini delle sole verifiche locali del paraghiaia, in accordo al par. C5.1.3.3.5.2 della Circolare 21/01/2019 si considera un'azione longitudinale agente a livello del piano stradale pari a 180 kN, concomitante ad un carico verticale di 300 kN.

Trattandosi di carichi concentrati, si valutano i corrispondenti carichi distribuiti in corrispondenza della sezione di base dell'elemento, ipotizzando un angolo di diffusione pari a 45°.

$\alpha$	[°]	45.00	Angolo di diffusione
$B_0$	[m]	2.40	Larghezza impronta di carico
$H$	[m]	1.15	Altezza di diffusione
$B_{eff}$	[m]	4.70	Larghezza diffusa
$Q_{1k}$	[kN]	300.00	Carico verticale totale
$Q_{3k}$	[kN]	180.00	Carico longitudinale totale
$q_{1k}$	[kN]	<b>63.83</b>	<b>Carico verticale per unità di lunghezza</b>
$Q_{3k}$	[kN]	<b>38.30</b>	<b>Carico longitudinale per unità di lunghezza</b>

## 10.COMBINAZIONI DI CARICO

Design load	A1STR_Min vert_01	A1STR_Min vert_02	A1STR_Max vert_03	A1STR_Max vert_04	A1STR_Max vert_05	SLV_1.0+0.3+0.3_01	SLV_1.0+0.3+0.3_02
G1.1k Spalla Permanente	1.000	1.000	1.350	1.350	1.350	1.000	1.000
E1.1k Spalla Inerzia sismica	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000
E1.2k Spalla Inerzia sismica	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.300	0.300
E1.3k Spalla Inerzia sismica	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.300	-0.300
G2.1k Spinta X Permanente	1.350	1.350	1.350	1.350	1.350	1.000	1.000
Q2.1k Spinta X Variabile	1.350	1.350	1.350	1.350	1.350	0.000	0.000
E2.1k Spinta X Sismica	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000
G2.2k Spinta X Acqua	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
G3.1k Impalcato Permanente str.	1.000	1.000	1.350	1.350	1.350	1.000	1.000
G3.2k Impalcato Permanente nstr.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
e3.1k Impalcato Ritiro	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q3.1k Impalcato Traffico - Verticale - Max vert	0.000	0.000	0.000	1.013	1.350	0.000	0.000
Q3.2k Impalcato Traffico - Verticale - Max ecc	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q3.3k Impalcato Traffico - Frenatura	0.000	1.350	1.350	1.350	0.000	0.000	0.000
Q3.4k Impalcato Traffico - Centrifuga	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
e3.2k Impalcato Temperatura	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
e3.3k Impalcato Cedimenti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q3.5k Impalcato Vento	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.000	0.000
E3.1k Impalcato Sisma longitudinale	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000
E3.2k Impalcato Sisma trasversale	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.300	0.300
E3.3k Impalcato Sisma verticale	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.300	-0.300
-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Design load	SLV_0.3+1.0+0.3_01	SLV_0.3+1.0+0.3_02	SLV_0.3+0.3+1.0_01	SLV_0.3+0.3+1.0_02	SLE_RARA_01	SLE_RARA_02	SLE_RARA_03
G1.1k Spalla Permanente	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
E1.1k Spalla Inerzia sismica	0.300	0.300	0.300	0.300	0.000	0.000	0.000
E1.2k Spalla Inerzia sismica	1.000	1.000	0.300	0.300	0.000	0.000	0.000
E1.3k Spalla Inerzia sismica	0.300	-0.300	1.000	-1.000	0.000	0.000	0.000
G2.1k Spinta X Permanente	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Q2.1k Spinta X Variabile	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000
E2.1k Spinta X Sismica	0.300	0.300	0.300	0.300	0.000	0.000	0.000
G2.2k Spinta X Acqua	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
G3.1k Impalcato Permanente str.	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
G3.2k Impalcato Permanente nstr.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
e3.1k Impalcato Ritiro	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q3.1k Impalcato Traffico - Verticale - Max vert	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.750	1.000
Q3.2k Impalcato Traffico - Verticale - Max ecc	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q3.3k Impalcato Traffico - Frenatura	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000
Q3.4k Impalcato Traffico - Centrifuga	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
e3.2k Impalcato Temperatura	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
e3.3k Impalcato Cedimenti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q3.5k Impalcato Vento	0.000	0.000	0.000	0.000	0.600	0.600	0.600
E3.1k Impalcato Sisma longitudinale	0.300	0.300	0.300	0.300	0.000	0.000	0.000
E3.2k Impalcato Sisma trasversale	1.000	1.000	0.300	0.300	0.000	0.000	0.000
E3.3k Impalcato Sisma verticale	0.300	-0.300	1.000	-1.000	0.000	0.000	0.000
-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Design load	SLE_FREQ_01	SLE_QP_01	EQU_RIB_01	EQU_RIB_02	EQU_STAB_01	—	—
G1.1k Spalla Permanente	1.000	1.000	0.000	0.000	0.900	0.000	0.000
E1.1k Spalla Inerzia sismica	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000
E1.2k Spalla Inerzia sismica	0.000	0.000	0.000	0.300	0.000	0.000	0.000
E1.3k Spalla Inerzia sismica	0.000	0.000	0.000	0.300	0.000	0.000	0.000
G2.1k Spinta X Permanente	1.000	1.000	1.350	1.000	0.000	0.000	0.000
Q2.1k Spinta X Variabile	0.750	0.000	1.350	0.000	0.000	0.000	0.000
E2.1k Spinta X Sismica	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000
G2.2k Spinta X Acqua	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
G3.1k Impalcato Permanente str.	1.000	1.000	0.000	0.000	0.900	0.000	0.000
G3.2k Impalcato Permanente nstr.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
e3.1k Impalcato Ritiro	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q3.1k Impalcato Traffico - Verticale - Max vert	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q3.2k Impalcato Traffico - Verticale - Max ecc	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q3.3k Impalcato Traffico - Frenatura	0.000	0.000	1.350	0.000	0.000	0.000	0.000
Q3.4k Impalcato Traffico - Centrifuga	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
e3.2k Impalcato Temperatura	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
e3.3k Impalcato Cedimenti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q3.5k Impalcato Vento	0.000	0.000	0.900	0.000	0.000	0.000	0.000
E3.1k Impalcato Sisma longitudinale	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000
E3.2k Impalcato Sisma trasversale	0.000	0.000	0.000	0.300	0.000	0.000	0.000
E3.3k Impalcato Sisma verticale	0.000	0.000	0.000	0.300	0.000	0.000	0.000
-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

## 11.AZIONI DI PROGETTO

### 11.1 Azioni globali

Di seguito si riportano le azioni di calcolo riferite al baricentro della fondazione (quota di intradosso).

COMB.	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
A1STR_Min vert_01	2153	90	-6403	-527	2737	36
A1STR_Min vert_02	2863	90	-6403	-527	6891	36
A1STR_Max vert_03	2863	90	-9179	-527	6196	36
A1STR_Max vert_04	2863	90	-11032	-527	6937	36
A1STR_Max vert_05	2153	90	-11649	-527	3030	36
SLV_1.0+0.3+0.3_01	2275	204	-6731	-810	4662	-14
SLV_1.0+0.3+0.3_02	2275	204	-6731	-810	4662	-14
SLV_0.3+1.0+0.3_01	1505	680	-6686	-2699	1612	-48
SLV_0.3+1.0+0.3_02	1505	680	-6686	-2699	1612	-48
SLV_0.3+0.3+1.0_01	1505	204	-6686	-810	1612	-14
SLV_0.3+0.3+1.0_02	1505	204	-6686	-810	1612	-14
SLE_RARA_01	2121	60	-6799	-351	4590	24
SLE_RARA_02	2121	60	-8172	-351	5139	24
SLE_RARA_03	1595	60	-8629	-351	2245	24
SLE_FREQ_01	1490	0	-8138	0	1760	0
SLE_QP_01	1175	0	-6667	0	305	0
EQU_RIB_01	2863	90	1528	-527	8877	36
EQU_RIB_02	2275	204	-435	-810	6648	-14
EQU_STAB_01	0	0	-7138	0	-1787	0
_____	0	0	0	0	0	0

### 11.2 Azioni muro frontale (SEZ.DI BASE)

COMB.	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
A1STR_Min vert_01	2511	90	-2301	-419	6263	14
A1STR_Min vert_02	3221	90	-2301	-419	9565	14
A1STR_Max vert_03	3221	90	-3106	-419	9561	14
A1STR_Max vert_04	3221	90	-4959	-419	9839	14
A1STR_Max vert_05	2511	90	-5577	-419	6629	14
SLV_1.0+0.3+0.3_01	1945	99	-2301	-390	5482	8
SLV_1.0+0.3+0.3_02	1945	99	-2301	-390	5482	8
SLV_0.3+1.0+0.3_01	1473	331	-2301	-1301	3667	27
SLV_0.3+1.0+0.3_02	1473	331	-2301	-1301	3667	27
SLV_0.3+0.3+1.0_01	1473	99	-2301	-390	3667	8
SLV_0.3+0.3+1.0_02	1473	99	-2301	-390	3667	8
SLE_RARA_01	2386	60	-2301	-279	7082	9
SLE_RARA_02	2386	60	-3673	-279	7288	9
SLE_RARA_03	1860	60	-4131	-279	4911	9
SLE_FREQ_01	1713	0	-3673	0	4405	0
SLE_QP_01	1271	0	-2301	0	2889	0
_____	0	0	0	0	0	0

**11.3 Azioni paraghiaia (SEZ.DI BASE)**

COMB.	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
A1STR_Min vert_01	72	0	-102	0	54	0
A1STR_Min vert_02	72	0	-102	0	54	0
A1STR_Max vert_03	72	0	-108	0	55	0
A1STR_Max vert_04	72	0	-108	0	55	0
A1STR_Max vert_05	72	0	-108	0	55	0
SLV_1.0+0.3+0.3_01	7	0	-16	0	6	0
SLV_1.0+0.3+0.3_02	7	0	-16	0	6	0
SLV_0.3+1.0+0.3_01	6	1	-16	-1	5	0
SLV_0.3+1.0+0.3_02	6	1	-16	-1	5	0
SLV_0.3+0.3+1.0_01	6	0	-16	0	5	0
SLV_0.3+0.3+1.0_02	6	0	-16	0	5	0
SLE_RARA_01	53	0	-80	0	41	0
SLE_RARA_02	53	0	-80	0	41	0
SLE_RARA_03	53	0	-80	0	41	0
SLE_FREQ_01	13	0	-16	0	9	0
SLE_QP_01	5	0	-16	0	5	0
---	0	0	0	0	0	0

## 11.4 Platea

Dimensione longitudinale	[m]	5.000
Dimensione trasversale	[m]	12.200
Area	[m <sup>2</sup> ]	61.0
Inerzia longitudinale	[m <sup>4</sup> ]	127.1
Inerzia trasversale	[m <sup>4</sup> ]	756.6
X <sub>1</sub>	[m]	-2.500
Y <sub>1</sub>	[m]	-6.100
X <sub>2</sub>	[m]	-0.500
Y <sub>2</sub>	[m]	-6.100
X <sub>3</sub>	[m]	2.500
Y <sub>3</sub>	[m]	6.100

COMB.	B <sub>long</sub>	B <sub>trasm</sub>	e <sub>long</sub>	e <sub>trasm</sub>	B* <sub>long</sub>	B* <sub>trasm</sub>	L <sub>monte</sub>	q <sub>Sd</sub>	g <sub>Sd</sub>	M <sub>Sd</sub>	V <sub>Sd</sub>	R <sub>Sd</sub>
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]
A1STR_Min vert_01	5.000	12.200	0.428	0.082	4.145	12.036	1.145	128	119	154	92	193
A1STR_Min vert_02	5.000	12.200	1.076	0.082	2.847	12.036	0.000	187	119	239	239	280
A1STR_Max vert_03	5.000	12.200	0.675	0.057	3.650	12.085	0.650	208	161	278	187	312
A1STR_Max vert_04	5.000	12.200	0.629	0.048	3.742	12.105	0.742	244	161	255	141	365
A1STR_Max vert_05	5.000	12.200	0.260	0.045	4.480	12.110	1.480	215	161	87	4	322
SLV_1.0+0.3+0.3_01	5.000	12.200	0.693	0.120	3.615	11.959	0.615	156	119	209	143	234
SLV_1.0+0.3+0.3_02	5.000	12.200	0.693	0.120	3.615	11.959	0.615	156	119	209	143	234
SLV_0.3+1.0+0.3_01	5.000	12.200	0.241	0.404	4.518	11.393	1.518	130	119	89	41	195
SLV_0.3+1.0+0.3_02	5.000	12.200	0.241	0.404	4.518	11.393	1.518	130	119	89	41	195
SLV_0.3+0.3+1.0_01	5.000	12.200	0.241	0.121	4.518	11.958	1.518	124	119	96	51	186
SLV_0.3+0.3+1.0_02	5.000	12.200	0.241	0.121	4.518	11.958	1.518	124	119	96	51	186

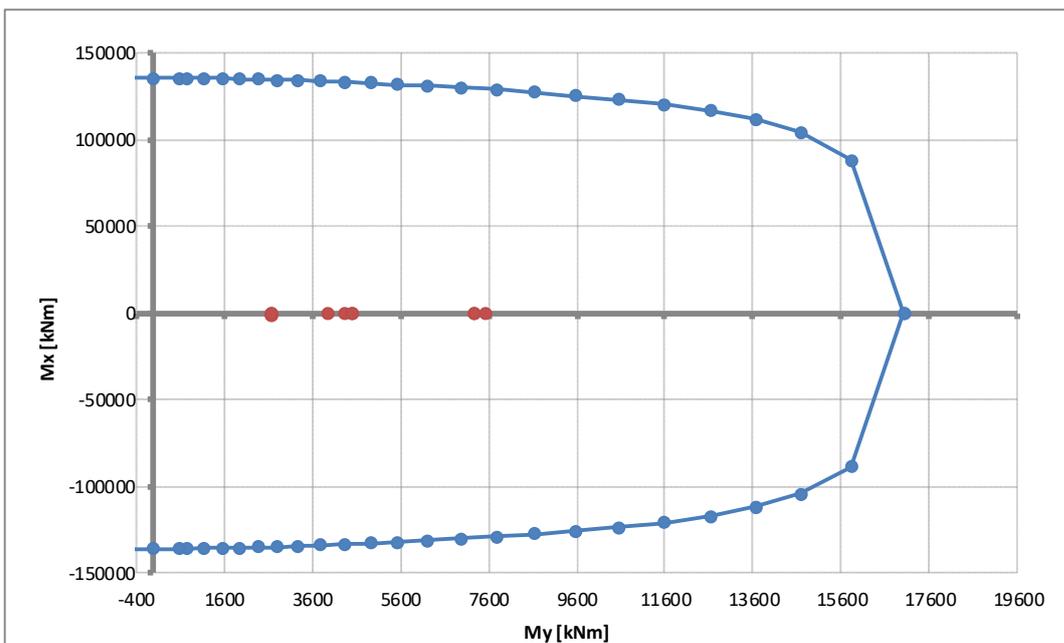
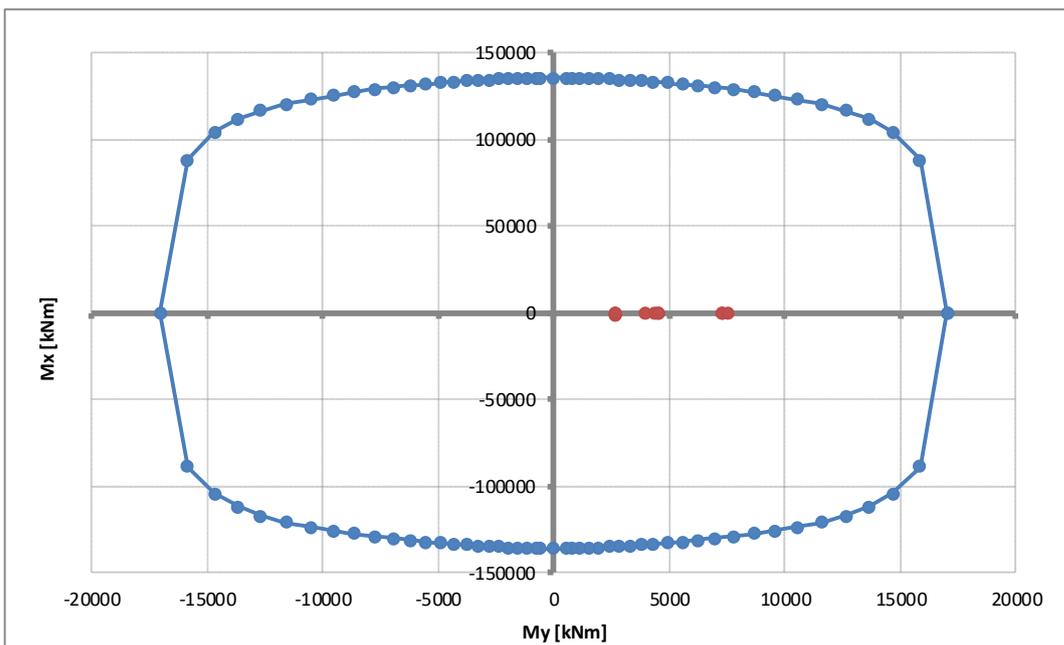
COMB.	q <sub>Sd,1</sub>	q <sub>Sd,2</sub>	q <sub>Sd,3</sub>	g <sub>Sd</sub>	M <sub>Sd</sub>	V <sub>Sd</sub>	R <sub>Sd</sub>
	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]
SLE_FREQ_01	99	126	168	119	22	13	252
SLE_QP_01	103	108	115	119	29	27	173

## 12. VERIFICHE

### 12.1 Muro frontale

#### 12.1.1 SLU – Pressoflessione

Resistance	$F_{s,min}$	$M_{Rd,y}$	$M_{Rd,x}$
[-]	[-]	[kN]	[kNm]
E=cost	2.254	17008	-943
My=cost	2.255	17015	-419
Mx=cost	103.518	2674	-134652



### 12.1.2 SLU – Taglio

La verifica è svolta facendo riferimento al caso di elementi privi di armatura a taglio, omettendo quella in direzione Y (trasversale) in quanto poco significativa.

#### **STRUTTURE IN C.A. - Resistenza a taglio elementi non armati - C.A.ORDINARIO**

(rif. NTC2008 par.4.1.2.1.3.1)

<b>ELEMENTO [-]</b>	<b>Muro frontale</b>	
<b>DIR. [-]</b>	<b>Longitudinale</b>	
$\gamma_c$	[-]	1.50
$R_{ck}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	30
$f_{ck}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	24.9
$f_{cd}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	14.1
$A_s$	[mm <sup>2</sup> ]	28024
$d$	[mm]	1440
$b_w$	[mm]	12200
$\rho_L$	[-]	0.0016
$k$	[-]	1.373
$\sigma_{cp}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	0.126
$V_{Rd,min}$	[kN]	5266
$V_{Rd,eff}$	[kN]	4914
<b><math>V_{Rd}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>5266</b>
<b><math>V_{sd}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>2275</b>
$F_s$	[-]	2.31

Coefficiente parziale per il calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica CLS

Resistenza caratteristica cilindrica CLS

Resistenza a compressione di progetto

Armatura longitudinale tesa

Altezza utile sezionale

Larghezza sezione

Rapporto geometrico di armatura

Vedi NTC2008

Sforzo medio di compressione

Resistenza minima

Resistenza effettiva

Resistenza di calcolo

Taglio sollecitante di progetto

Coefficiente di sicurezza

### 12.1.3 SLE – Fessurazione

#### STEP 1 - FORMAZIONE DELLE FESSURE

Combinazione	[-]	SLE_FREQ	-
Opera	[-]	SPALLA	-
Elemento	[-]	MURO FRONTALE	-
Direzione	[-]	VERT	-
Sezione	[-]	-	-
Tipo di sollecitazione	[-]	Flessione	-
B	[mm]	12200	Larghezza sezione
H	[mm]	1500	Altezza sezione
A	[mm <sup>2</sup> ]	1.830E+07	Sezione resistente (solo CLS)
W	[mm <sup>3</sup> ]	4.575E+09	Modulo resistente (solo CLS)
R <sub>ck</sub>	[N/mm <sup>2</sup> ]	30	Classe di resistenza a compressione CLS
f <sub>ctm</sub>	[N/mm <sup>2</sup> ]	2.61	Resistenza media a trazione
σ <sub>ct,amm</sub>	[N/mm <sup>2</sup> ]	2.61	Resistenza ammissibile a trazione (*)
N	[kN]	2301	Azione assiale concomitante
M <sub>max</sub>	[kNm]	2880	Momento massimo sollecitante
M <sub>ff</sub>	[kNm]	12501	Momento di formazione fessure
<b>Check</b>		<b>NO</b>	

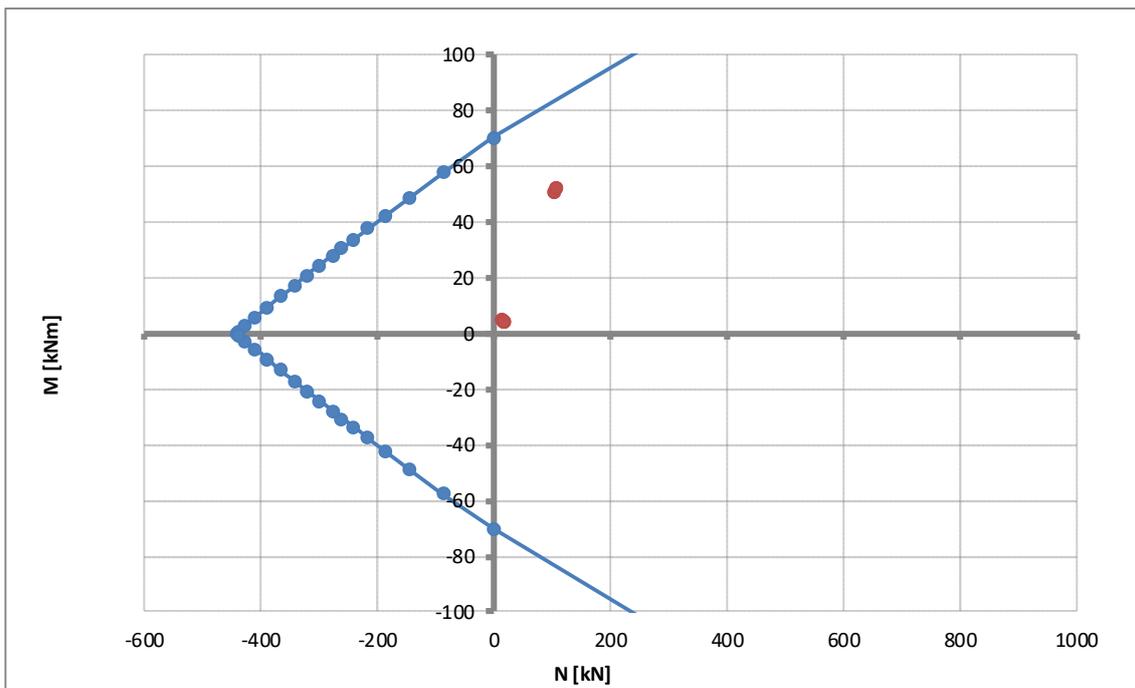
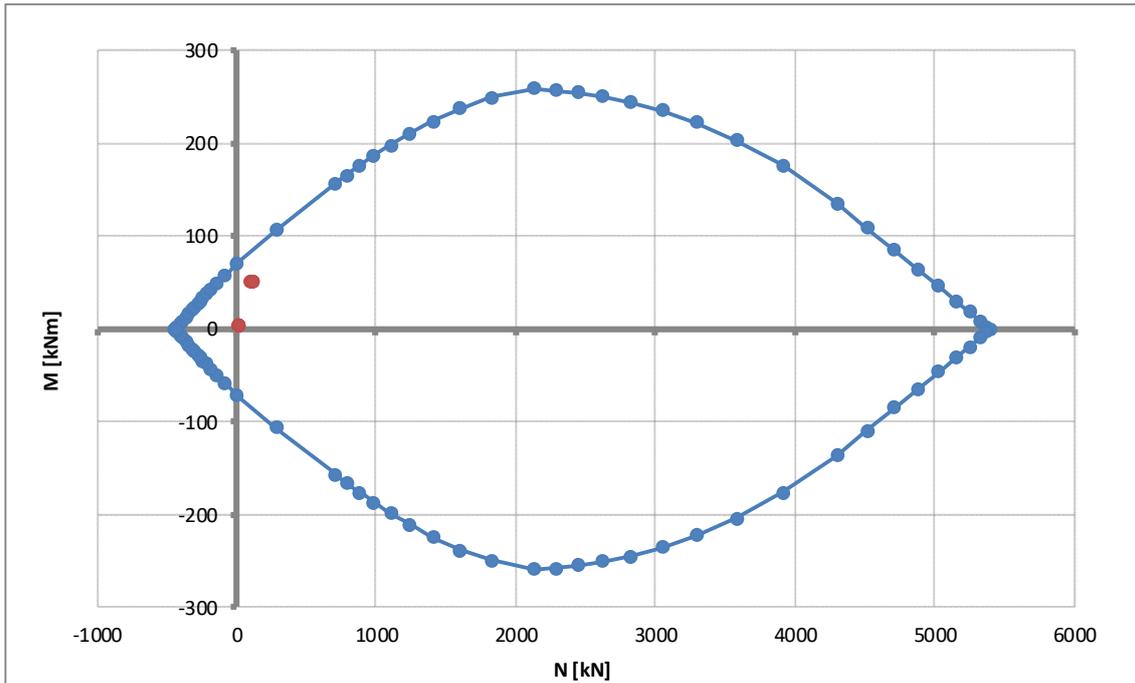
\* = $f_{ctm}/1.20$  per trazione, = $1.20 \times f_{ctm}/1.20$  per flessione

La verifica è quindi soddisfatta.

## 12.2 Paraghiaia

### 12.2.1 SLU – Pressoflessione

Resistance	$F_{s,min}$	$M_{Rd,y}$	$M_{Rd,x}$
[-]	[-]	[kN]	[kNm]
E=cost	1.835	199	95
N=cost	46.020	4979	52
M=cost	1.616	108	84



### 12.2.2 SLU – Taglio

La verifica è svolta facendo riferimento al caso di elementi privi di armatura a taglio.

#### **STRUTTURE IN C.A. - Resistenza a taglio elementi non armati - C.A.ORDINARIO**

(rif. NTC2008 par.4.1.2.1.3.1)

ELEMENTO [-]	Paraghiaia		
DIR. [-]	Longitudinale		
$\gamma_c$	[-]	1.50	Coefficiente parziale per il calcestruzzo
$R_{ck}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	30	Resistenza caratteristica cubica CLS
$f_{ck}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	24.9	Resistenza caratteristica cilindrica CLS
$f_{cd}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	14.1	Resistenza a compressione di progetto
$A_s$	[mm <sup>2</sup> ]	565	Armatura longitudinale tesa
$d$	[mm]	294	Altezza utile sezionale
$b_w$	[mm]	1000	Larghezza sezione
$\rho_L$	[-]	0.0019	Rapporto geometrico di armatura
$k$	[-]	1.825	Vedi NTC2008
$\sigma_{cp}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	0.000	Sforzo medio di compressione
$V_{Rd,min}$	[kN]	127	Resistenza minima
$V_{Rd,eff}$	[kN]	108	Resistenza effettiva
<b><math>V_{Rd}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>127</b>	Resistenza di calcolo
<b><math>V_{Sd}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>64</b>	Taglio sollecitante di progetto
$F_s$	[-]	1.98	Coefficiente di sicurezza

### 12.2.3 SLE – Fessurazione

#### **STEP 1 - FORMAZIONE DELLE FESSURE**

Combinazione	[-]	SLE_FREQ	-
Opera	[-]	SPALLA	-
Elemento	[-]	PARAGHIAIA	-
Direzione	[-]	VERT	-
Sezione	[-]	-	-
Tipo di sollecitazione	[-]	Flessione	-
B	[mm]	1000	Larghezza sezione
H	[mm]	350	Altezza sezione
A	[mm <sup>2</sup> ]	3.500E+05	Sezione resistente (solo CLS)
W	[mm <sup>3</sup> ]	2.042E+07	Modulo resistente (solo CLS)
$R_{ck}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	30	Classe di resistenza a compressione CLS
$f_{ctm}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	2.61	Resistenza media a trazione
$\sigma_{ct,amm}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	2.61	Resistenza ammissibile a trazione (*)
N	[kN]	16	Azione assiale concomitante
$M_{max}$	[kNm]	7	Momento massimo sollecitante
$M_{ff}$	[kNm]	54	Momento di formazione fessure
<b>Check</b>		<b>NO</b>	

\* = $f_{ctm}/1.20$  per trazione, = $1.20 \times f_{ctm}/1.20$  per flessione

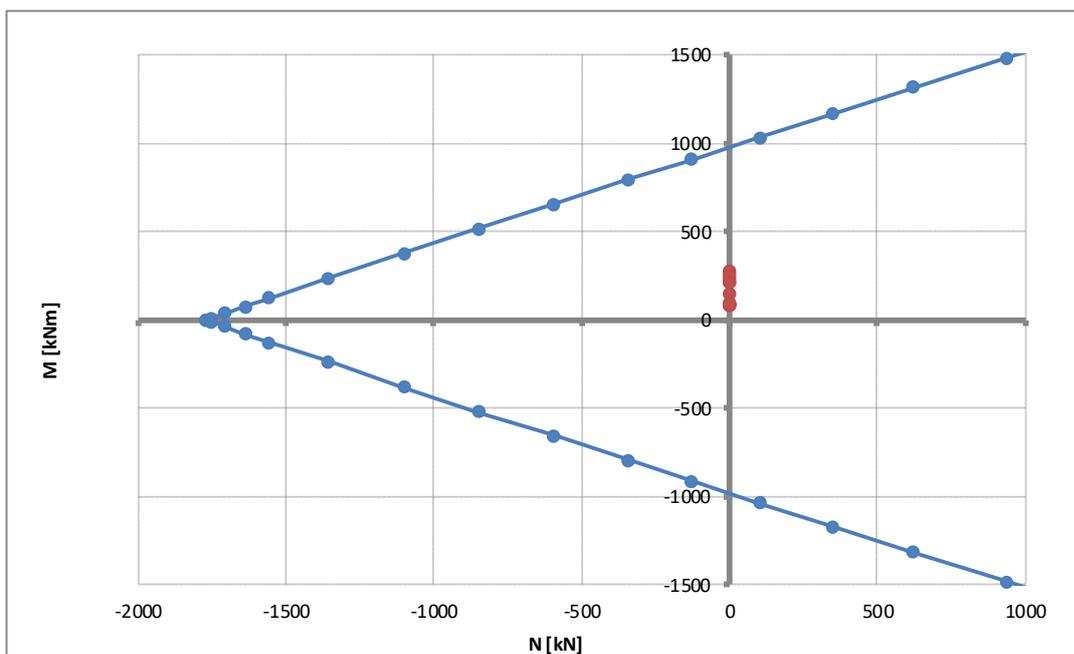
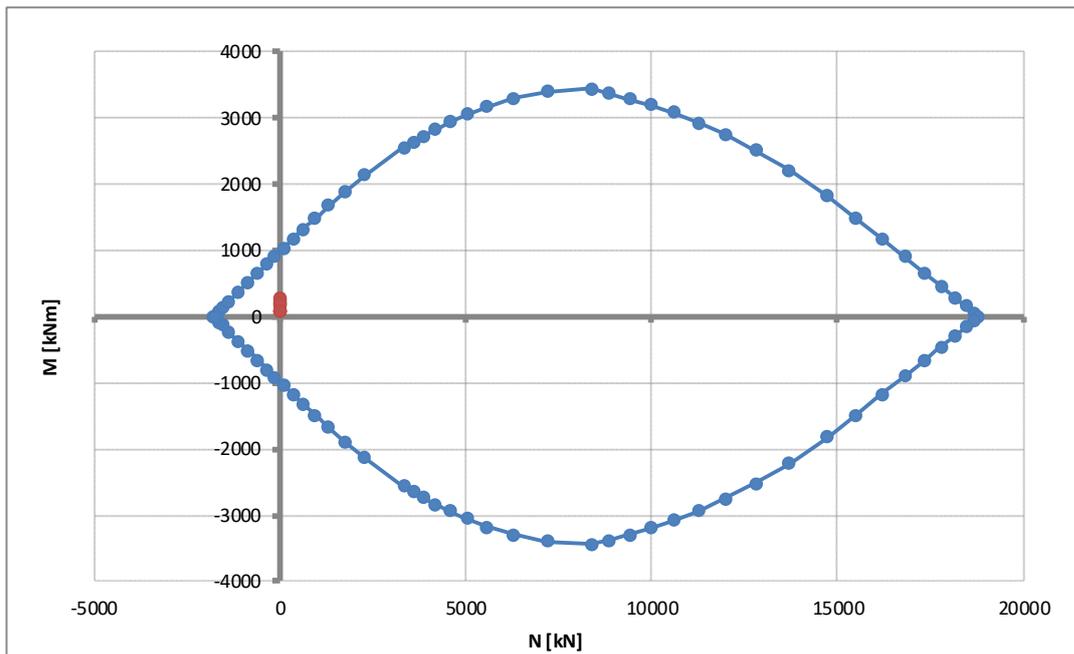
La verifica è quindi soddisfatta.

## 12.3 Platea

### 12.3.1 Sbalzo di monte

#### *SLU - Verifica a flessione*

Resistance	$F_{s,min}$	$M_{Rd,y}$	$M_{Rd,x}$
[-]	[-]	[kN]	[kNm]
E=cost	3.527	0	981
M=cost	3.526	0	980



SLE – Fessurazione**STEP 1 - FORMAZIONE DELLE FESSURE**

Combinazione	[-]	SLE_FREQ	-
Opera	[-]	SPALLA	-
Elemento	[-]	SBALZO MONTE	-
Direzione	[-]	-	-
Sezione	[-]	-	-
Tipo di sollecitazione	[-]	Flessione	-
B	[mm]	1000	Diametro palo
H	[mm]	1200	Diametro palo
A	[mm <sup>2</sup> ]	1.200E+06	Sezione resistente (solo CLS)
W	[mm <sup>3</sup> ]	2.400E+08	Modulo resistente (solo CLS)
R <sub>ck</sub>	[N/mm <sup>2</sup> ]	30	Classe di resistenza a compressione CLS
f <sub>ctm</sub>	[N/mm <sup>2</sup> ]	2.61	Resistenza media a trazione
σ <sub>ct,amm</sub>	[N/mm <sup>2</sup> ]	2.61	Resistenza ammissibile a trazione (*)
N	[kN]	0	Azione assiale concomitante
M <sub>max</sub>	[kNm]	29	Momento massimo sollecitante
M <sub>ff</sub>	[kNm]	626	Momento di formazione fessure
<b>Check</b>		<b>NO</b>	

\* =f<sub>ctm</sub>/1.20 per trazione, =1.20xf<sub>ctm</sub>/1.20 per flessione

La verifica è quindi soddisfatta.

### 12.3.2 Sbalzo di valle

#### SLU - Verifica a flessione

Armatura tirante inferioe	$A_s$	=	$5\phi 24/1m = 2260 \text{ mm}^2/m$
Tensione di snervamento di proegtto	$f_{yd}$	=	$391 \text{ N/mm}^2$
Azione resistente	$N_{rd}$	=	$2260 \times 391 / 1000 = 884 \text{ kN/m}$
Azione sollecitante	$N_{sd}$	=	$365 \text{ kN/m}$
Coefficiente di sicurezza	$F_s$	=	$884 / 365 = 2.422 > 1.000$

La verifica è quindi soddisfatta.

#### SLE - Fessurazione

Armatura tirante inferioe	$A_s$	=	$5\phi 24/1m = 2260 \text{ mm}^2/m$
Azione sollecitante	$N_{sd}$	=	$265 \text{ kN/m}$
Sforzo massimo nel tirante inferiore	$\sigma_s$	=	$265000 / 2260 = 117 \text{ N/mm}^2$
Limite tensionale per verifica indiretta (rif.Circ.NTC2008) associato ad apertura di fessura $w=0.3\text{mm}$ , $\phi 24\text{mm}$ , $s=200\text{mm}$	$\sigma_{lim}$	=	$200 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_s < \sigma_s$$

La verifica è quindi soddisfatta.

## 12.4 Tirafondi

Si verifica la resistenza dei tirafondi per effetto dei massimi carichi orizzontali di progetto, in accordo allo schema resistente mostrato in figura, considerando una lunghezza di inflessione  $L = D + 10\text{mm} = 24 + 10 = 34$ .

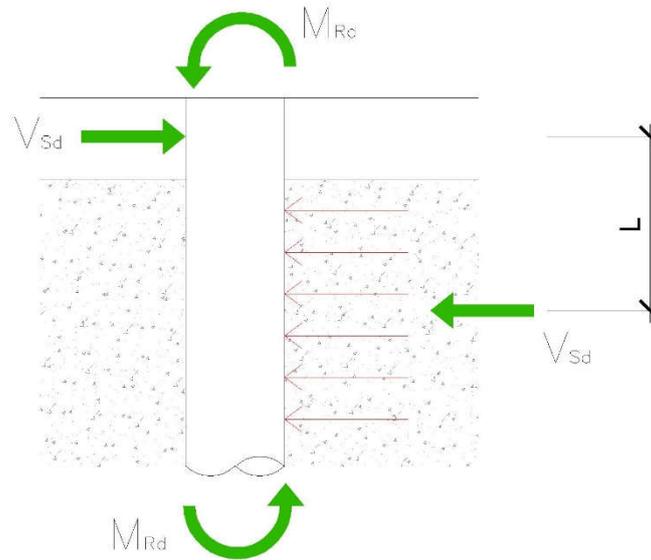


Figura 5 Schema di calcolo

Classe acciaio		S355
Tensione di snervamento di progetto	$f_{yd}$	$= 355 / 1.05 = 338 \text{ N/mm}^2$
Modulo resistente tondo $\phi 24$	$W_{pl}$	$= 2304 \text{ mm}^3$
Momento resistente	$M_{rd}$	$= 338 \times 2304 / 10^6 = 0.78 \text{ kNm}$
Luce di taglio	$L_v$	$= 0.034 / 2 = 0.017\text{m}$
Taglio resistente singola barra, associato a $M_{rd}$	$V_{rd}$	$= M_{rd} / L_v = 0.78 / 0.017 = 46 \text{ kN}$
Taglio resistente gruppo di barre	$V_{rd}$	$= 8 \times 46 = 368 \text{ kN}$
Taglio sollecitante	$V_{sd}$	$= 1.35 \times 263 = 355 \text{ kN}$
Coefficiente di sicurezza	$F_s$	$= 368 / 355 = 1.04 > 1.00$

## 12.5 Ribaltamento

Si procede confrontando azione ribaltante e stabilizzante, calcolate a partire dalle azioni di cui al par.11.1 riferendole allo spigolo di valle della fondazione.

Momento ribaltante	$M_{rib} = 12697 \text{ kNm}$
Momento stabilizzante	$M_{stab} = 19632 \text{ kNm}$
Coefficiente di sicurezza	$F_s = 19632 / 12697 = 1.546 > 1.000$

La verifica è quindi soddisfatta.

## 12.6 Scivolamento

Comb.	$H_x$	$H_y$	$H_{xy}$	$H_{Rd}$	$F_s$	
[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]	
A1STR_Min vert_01	2153	90	2155	3095	1.436	OK
A1STR_Min vert_02	2863	90	2864	3095	1.080	OK
A1STR_Max vert_03	2863	90	2864	4437	1.549	OK
A1STR_Max vert_04	2863	90	2864	5332	1.862	OK
A1STR_Max vert_05	2153	90	2155	5631	2.613	OK
SLV_1.0+0.3+0.3_01	2275	204	2284	3254	1.425	OK
SLV_1.0+0.3+0.3_02	2275	204	2284	3254	1.425	OK
SLV_0.3+1.0+0.3_01	1505	680	1651	3232	1.957	OK
SLV_0.3+1.0+0.3_02	1505	680	1651	3232	1.957	OK
SLV_0.3+0.3+1.0_01	1505	204	1518	3232	2.128	OK
SLV_0.3+0.3+1.0_02	1505	204	1518	3232	2.128	OK

## 12.7 Capacità portante lato terreno

Si verifica la combinazione associata alla massima eccentricità del carico verticale (A1STR\_Max vert\_02).

### Capacità portante fondazioni dirette in condizioni drenate

(formulazione di Brich-Hansen secondo EC.7)

$$R/A' = c' N_c b_c s_c i_c + q' N_q b_q s_q i_q + 0.5 \gamma' B' N_\gamma b_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

#### Dati generali

$\gamma_R$	[-]	1	Coefficiente di sicurezza
$\gamma'$	[kN/m <sup>3</sup> ]	9	Peso specifico efficace del terreno
Forma	[-]	rettangolare	
B	[m]	5.000	Dimensione minima della fondazione
L	[m]	12.200	Dimensione massima della fondazione
$e_B$	[m]	1.080	Eccentricità in direzione B
$e_L$	[m]	0.080	Eccentricità in direzione L
B'	[m]	2.840	Dimensione minima della fondazione, eventualmente parzializzata
L'	[m]	12.040	Dimensione massima della fondazione, eventualmente parzializzata
D	[m]		Affondamento del piano di posa della fondazione
q	[kN/m <sup>2</sup> ]	50.2	Sovraccarico geostatico agente al piano di fondazione
V	[kN]	6403	Carico verticale di progetto
R/A' (sd)	[kN/m <sup>2</sup> ]	187.3	Pressione di contatto di progetto
$H_{B'}$	[kN]	2863	Carico orizzontale di progetto agente in direzione B'
$H_{L'}$	[kN]	0	Carico orizzontale di progetto agente in direzione L'
$\alpha_{B'}$	[°]	0	Inclinazione del piano di posa in direzione B'
$\alpha_{L'}$	[°]	0	Inclinazione del piano di posa in direzione L'
$k_H$	[-]	0	Coefficiente sismico orizzontale

$\phi'$	$\phi'$	c'	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>γ</sub>	R/A' (B')	R/A' (L')	R/A'
[°]	[rad]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
28	0.489	0.00	14.7	25.8	10.9	305.5	950.7	306

La massima pressione di contatto (187 kN/m<sup>2</sup>) è superiore a quella resistente (306 kN/m<sup>2</sup>) e quindi la verifica risulta soddisfatta.