



Comune di **Rimini**

Settore Infrastrutture e Qualità Ambientale
U.O. Infrastrutture

Interventi Ciclovie Urbane – Realizzazione di Ponte ciclo pedonale sul Deviatore Ausa

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA / DEFINITIVO

Relazione opere strutturali

IL DIRIGENTE e R.U.P.
Ing. Alberto Dellavalle

Collaboratori R.U.P.
arch. Stefano Teodorani

R04

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Progettista
Ing. Andrea Barocci

Collaboratore
Ing. Alberto Diotallevi



INGEGNERIA DELLE STRUTTURE
analisi - progettazione - consulenze

Sede legale e operativa:
via P. Tosi n° 318 47822 Santarcangelo di Romagna (RN)
+39 0541 391120 - info@ingegneriadellestrutture.it
www.ingegneriadellestrutture.it

Rimini li, 14 GIUGNO 2022

RIMINI



1	Premessa	3
2	Inquadramento generale	4
2.1	Descrizione dell'opera	4
2.2	Vincoli progettuali	6
3	Norme di riferimento	8
4	Materiali	9
4.1	Calcestruzzo	9
4.2	Acciaio di armatura	9
4.3	Acciaio per carpenteria metallica	10
5	Definizione dei carichi agenti	11
5.1	Carichi permanenti strutturali e non strutturali.....	11
5.2	Azione sismica	11
5.2.1	Vita nominale e classe d'uso	11
5.2.2	Valori di riferimento del sito.....	12
5.2.3	Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche.....	14
5.2.4	Fattore di comportamento.....	14
5.2.5	Spettri di risposta di progetto	15
5.3	Azioni del vento.....	19
5.4	Azioni della neve	19
5.5	Azioni della temperatura.....	19
6	Combinazioni di carico	20
7	Modello di calcolo	22
7.1	Modellazione Geometrica.....	22
7.1.1	Sovrastrutture	22
7.1.2	Sottostrutture.....	22
7.1.3	Vincolamento	23
7.2	Azioni.....	27
7.3	Combinazioni.....	27
8	Risultati dell'analisi lineare	31
8.1	Palo 1.....	31
8.1.1	Spostamenti massimi e minimi.....	31
8.1.2	Sollecitazioni massime e minime.....	31
8.2	Palo 2.....	33
8.2.1	Spostamenti massimi e minimi.....	33
8.2.2	Sollecitazioni massime e minime.....	34
8.3	Plinto.....	36





8.3.1	Spostamenti massimi e minimi.....	36
8.3.2	Sollecitazioni massime e minime.....	37
9	Misura della sicurezza	38
9.1	Pali.....	38
9.1.1	Verifica a flessione.....	39
9.1.2	Verifica a taglio.....	40
9.1.3	Verifica al carico limite	41
9.1.4	Verifica dei cedimenti.....	41
9.2	Plinto.....	42
9.2.1	Verifica a flessione.....	43
9.2.2	Verifica a taglio.....	45
10	Conclusioni	49



1 Premessa

La presente relazione tecnica è inerente le opere strutturali per il Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica / Definitivo del ponte ciclopedonale di nuova realizzazione in affiancamento all'esistente ponte carrabile lungo la Strada Consolare 72, Rimini - San Marino.

Le coordinate geografiche del manufatto sono le seguenti: 44.035937, 12.562168



Figura 1.1 Georeferenziazione del ponte in Strada Consolare 72 Rimini – San Marino



2 Inquadramento generale

2.1 Descrizione dell'opera

La passerella di nuova realizzazione ha l'obiettivo di stabilire una continuità con il percorso ciclopedonale esistente, che allo stato di fatto risulta interrotto in corrispondenza del Deviatore AUSA.

In questa fase si procede al dimensionamento in via definitiva del nuovo ponte, i dettagli costruttivi verranno analizzati nello specifico nella fase di progetto esecutivo.

L'intervento previsto dal progetto definitivo prevede la realizzazione di un ponte ciclopedonale composto da un impalcato con struttura metallica, fornita da Janson Bridging, e strutture di fondazione in c.a. gettate in opera.

L'impalcato avrà lunghezza e larghezza rispettivamente pari a circa 33,50 m e 3,50 m, ed è sostenuto agli estremi da due appoggi per lato. Le strutture di fondazione sono realizzate con la tecnologia di pali trivellati gettati in opera al di sotto di ogni appoggio, con diametro 1,00 m e lunghezza pari a 17 m; il collegamento tra i pali di fondazione è garantito da un cordolo in c.a. di dimensioni pari a 1,60 x 5,00 x 1,20 m.

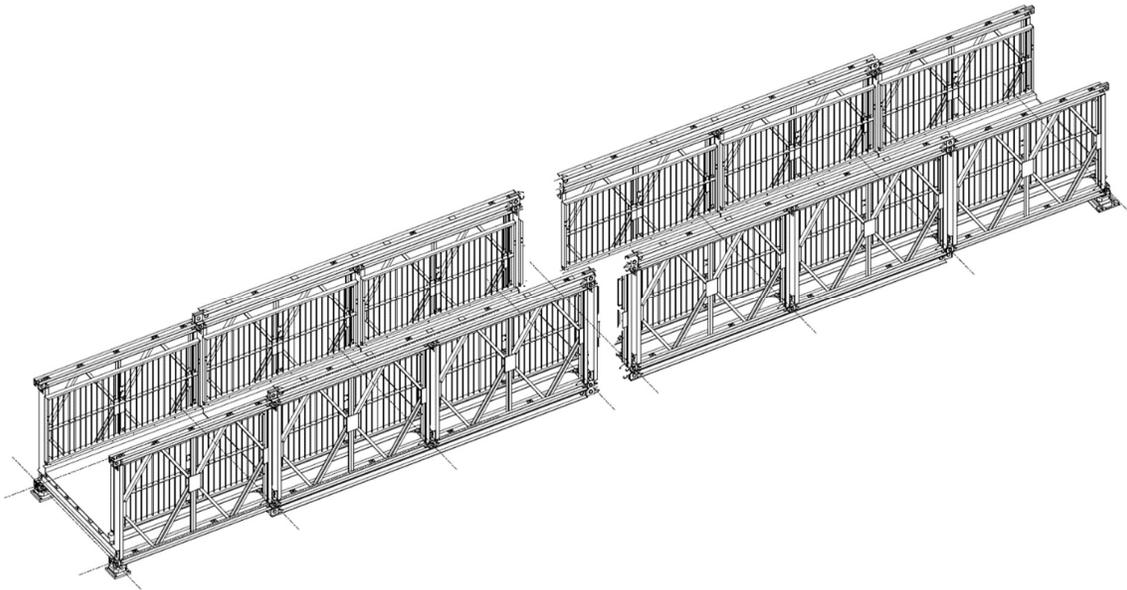


Figura 2.1 Tipologia di impalcato

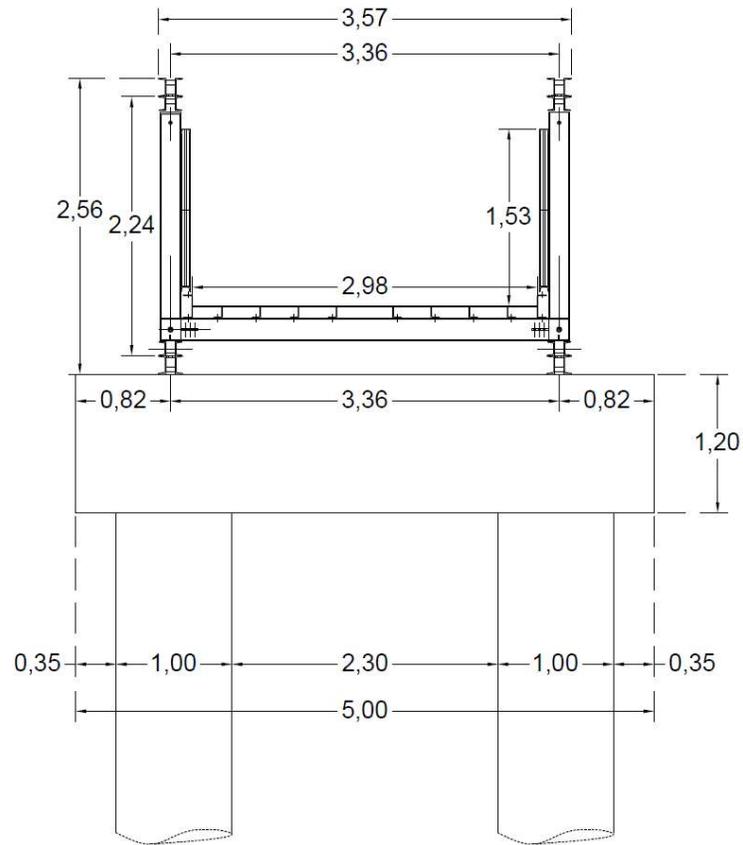


Figura 2.2 Sezione Trasversale Tipo in Appoggio

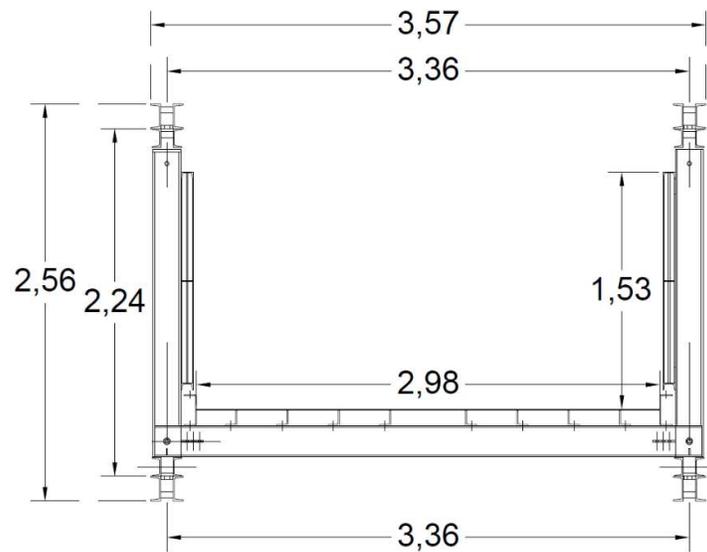


Figura 2.3 Sezione Trasversale Tipo in Mezzeria



2.2 Vincoli progettuali

In questa fase progettuale si è tenuto conto delle interferenze rilevate in loco. In particolare, sono state individuate le seguenti interferenze:

- Acquedotto Hera corrente parallela al canale lato Rimini, tubazione DN250;
- Fognatura acque bianche Hera corrente parallela al canale lato San Marino, tubazione DN600;
- Nuova adduttrice Hera DN700 in ghisa in fase di realizzazione;
- Linea Telecom interrata corrente parallela al canale lato San Marino nei pressi della recinzione presente;
- Linea della Media Tensione di E-distribuzione, individuata in loco ma non la precisa localizzazione.

Per maggiori dettagli sul posizionamento e sui sottoservizi si rimanda all'elaborato TAV. 08 – *Planimetria interferenze e sottoservizi*.

Si riporta uno stralcio della planimetria sopra citata.

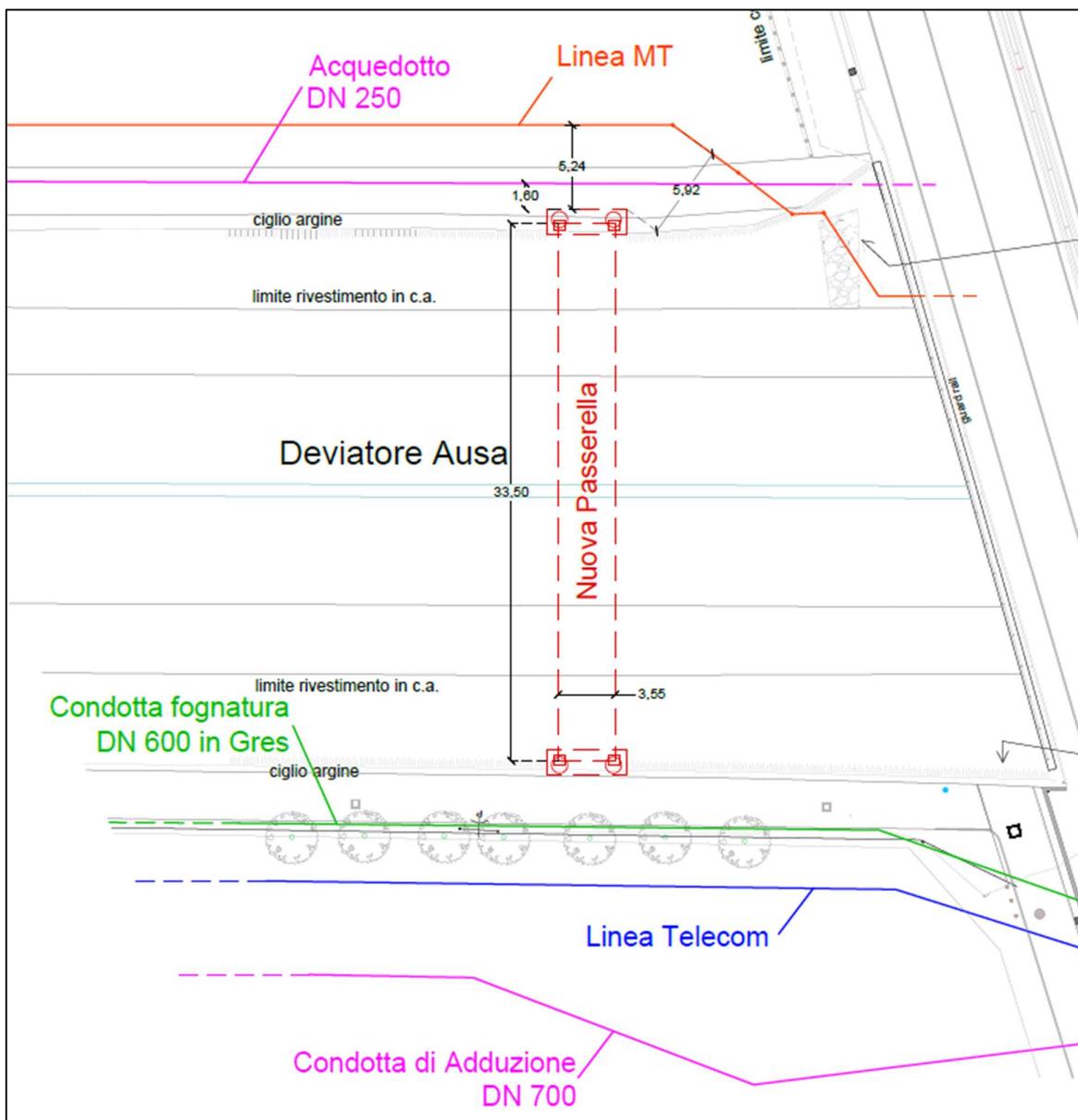


Figura 2.4 Posizionamento sottoservizi in Pianta





Dal punto di vista idraulico, è stata verificata la posizione della nuova passerella nei confronti delle cartografie PAI in merito alle aree esondabili con tempi di ritorno pari a 200, la quale si ritrova al di fuori di esse. La struttura della passerella poggia sulle fondazioni in calcestruzzo armato realizzate in opera in corrispondenza degli argini del canale, senza limitare la sezione utile al passaggio del torrente Ausa. Si riscontra che, la quota relativa all'intradosso della passerella ciclo-pedonale risulta inferiore rispetto all'intradosso del ponte carrabile esistente di 0.19 m. Per questo motivo si svolge anche una verifica di compatibilità idraulica apposita in termini di franco idraulico, confrontando l'altezza di pelo libero del torrente con l'altezza di intradosso della passerella. Nell'immagine di seguito si riporta il ponte esistente in grigio, il nuovo in rosso e il livello del pelo libero del torrente per una piena con tempo di ritorno pari a 200 anni.

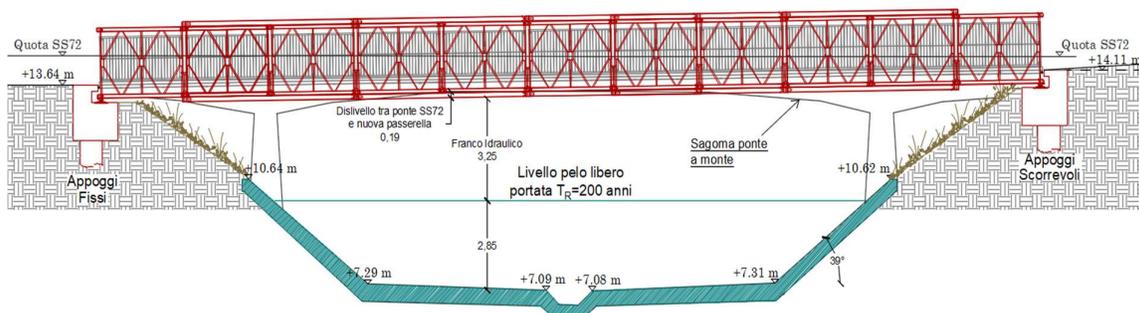


Figura 2.5 "Sovrapposizione" ponte esistente e nuova passerella



3 Norme di riferimento

Si è fatto riferimento alla Normativa Italiana.

La normativa cogente di riferimento è dunque la seguente:

- DECRETO MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE 17 GENNAIO 2018 - Norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018);
- CIRCOLARE MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE 21 GENNAIO 2019 - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”».
- D.P.R. 380/2001
- Decreto Legislativo 50/2016



4 Materiali

Si riportano nel seguito i tipi di materiali impiegati, con le caratteristiche rilevanti ai fini delle verifiche statiche.

4.1 Calcestruzzo

Calcestruzzo Sottostrutture

Classe cls	C32/40			(Tabella 4.1.1)	
Resistenza Cubica Caratt.	R_{ck}	=	40	N/mm ²	
Resistenza Cilindrica Caratt.	f_{ck}	=	32	N/mm ²	
Valore medio della resistenza c	f_{cm}	=	40	N/mm ²	$f_{cm} = f_{ck} + 8$ (11.2.10.1)
Resistenza di calcolo compr.	f_{cd}	=	18.13	N/mm ²	$f_{cd} = a_{cc} f_{ck} / \gamma_c$ (4.1.2.1.1.1)
Resistenza media a trazione se	f_{ctm}	=	3.02	N/mm ²	$f_{ctm} = 0,30 f_{ck}^{2/3}$ (11.2.10.2)
Resistenza a trazione caratt.	f_{ctk}	=	2.12	N/mm ²	$f_{ctk} = 0,7 f_{ctm}$ (11.2.10.2)
Resistenza media a trazione pe	f_{ctm}	=	3.63	N/mm ²	$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm}$ (11.2.10.2)
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	=	1.41	N/mm ²	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$ (4.1.2.1.1.2)
Coefficiente di Poisson	ν	=	0.15		(11.2.10.4)
Modulo Elastico a Taglio	G	=	14498.16	N/mm ²	
Modulo elastico	E_{cm}	=	33345.76446	N/mm ²	$E_{cm} = 22000 f_{cm}$ (11.2.10.3)

4.2 Acciaio di armatura

Acciaio in barre ad aderenza migliorata per le sottostrutture:

Proprietà	Sigla	Valore	Norma di riferimento
Tipo	B450C	/	DM 17.01.18
tensione caratt. di snervamento	f_{yk}	≥ 450 N/mm ²	DM 17.01.18
tensione caratt. di rottura	f_{tk}	≥ 540 N/mm ²	DM 17.01.18
Diametro	\emptyset	da 6 a 40 mm	DM 17.01.18

Acciaio Tipo	B450C			(11.3.2.1)	
Modulo elastico	E_s	=	210000	N/mm ²	
Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio	f_{yk}	=	450	N/mm ²	
Tensione caratteristica a rottura	f_{tk}	=	540	N/mm ²	(11.3.2.1)
Resistenza di calcolo dell'acciaio	f_{yd}	=	391.3	N/mm ²	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ (4.1.2.1.1.3)
Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza	f_{bk}	=	2.48	N/mm ²	$f_{bk} = 2,25 \eta f_{ctk}$ (4.1.2.1.1.4)
Resistenza tangenziale di calcolo di aderenza acciaio-cls	f_{bd}	=	1.65	N/mm ²	$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c$ (4.1.2.1.1.4)

L'acciaio B450C fornito deve rispettare i requisiti indicati nella seguente tabella estratta dalle NTC2018.





Tabella 11.3.Ib

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

4.3 Acciaio per carpenteria metallica

L'acciaio per la carpenteria metallica dell'impalcato viene definito da Janson Bridging, fornitore della sovrastruttura metallica.



5 Definizione dei carichi agenti

Di seguito si riportano le azioni agenti che saranno assunte per il PFTE.

5.1 Carichi permanenti strutturali e non strutturali

I carichi applicati sulle strutture di fondazione sono stati forniti dalla Janson Bridging. Si riporta di seguito una tabella riassuntiva.

Azioni sulle fondazioni [kN]									
Appoggi	Permanente		Traffico			Vento			
		Attrito	UDL	Attrito	Azione orizzontale				
	Z	X	Z	X	X	X	Y	Z	
A - 1	82	± 66	137	± 82	± 55	± 77	± 77	+ 25	- 25
A - 2	82		137					- 25	+ 25
B - 1	82	± 66	137	± 82	± 0	± 0	± 77	+ 25	- 25
B - 2	82		137					- 25	+ 25

Note

- Tutti i valori sono CARATTERISTICI (non fattorizzati)
- L'azione di attrito è dovuta allo scorrimento degli appoggi, lato appoggi scorrevoli; per equilibrio, l'azione sollecita anche il lato appoggi fissi; il fattore di attrito considerato è 0.4 (scorrimento acciaio su acciaio); l'azione d attrito è valutata sul valore caratteristico dell'azione verticale dei carichi permanenti e sul valore frequente (coefficiente $\gamma=0.75$) dell'azione verticale dei carichi da traffico pedonale
- L'azione longitudinale (X) è assunta pari al 10% dell'azione verticale totale relativa al traffico pedonale (EN1991-2, 5.4)
- Per la valutazione degli effetti dell'azione trasversale (Y) del vento si assumono i seguenti valori:
 $q_{vento}=1,2 \text{ kN/m}^2$ azione trasversale del vento
 $A_{esp}=3,5 \text{ m}^2/\text{m}$ area esposta (inclusa area dei carichi transitanti)
- L'azione longitudinale (X) del vento è assunta pari al 50% dell'azione trasversale (EN1991-1-4, 8.3.4)

5.2 Azione sismica

5.2.1 Vita nominale e classe d'uso

Ai sensi del cap. 2.4 NTC2018, si assume, in questa prima fase di valutazione, il ponte come ordinario. Le analisi sono svolte considerando la struttura in classe d'uso Classe II:

Vita nominale: $V_N \geq 50$ anni

Classe d'uso: **II (seconda)**

Da cui ne deriva un coefficiente d'uso $C_U = 1.0$

Periodo di riferimento per l'azione sismica: $V_R = V_N \cdot C_U = 50$ anni.





5.2.2 Valori di riferimento del sito

Per poter valutare le azioni sismiche di progetto, nel rispetto dei diversi stati limite considerati, occorre definire, come riportato nelle NTC 2018 al paragrafo 3.2, «la pericolosità sismica di base» del sito di costruzione dell'opera in esame. Tale pericolosità è valutata in termini di accelerazione orizzontale massima attesa (a_g) in situazione di campo libero su suolo di riferimento rigido (Categoria A) con superficie orizzontale e in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R .

Nel seguito si riportano i valori di progetto per i parametri:

- “ a_g ” accelerazione orizzontale massima del terreno su sito di riferimento rigido orizzontale;
- “ F_0 ” fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima;
- “ T_c^* ” periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Tali valori sono stati ricavati utilizzando il software “SPETTRI.xls” distribuito dal C.S.LL.PP.

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* per i periodi di ritorno T_R

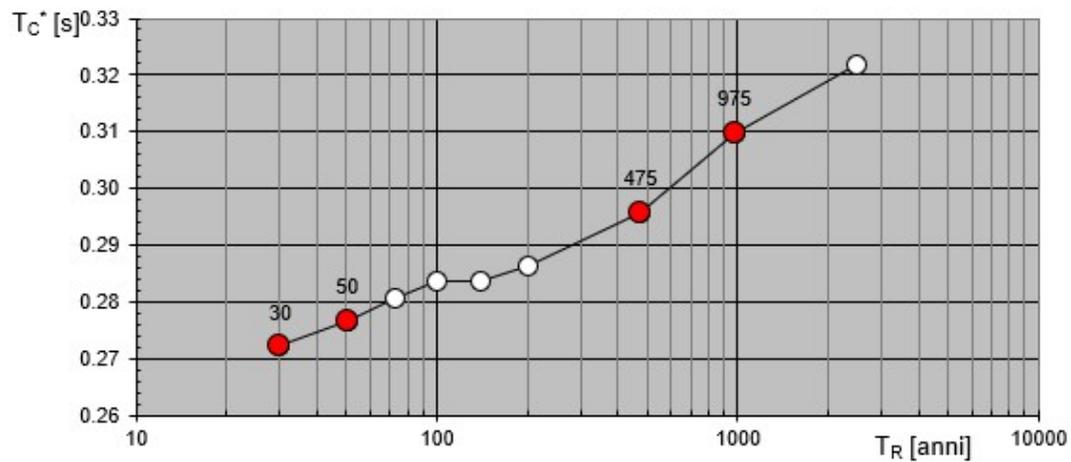
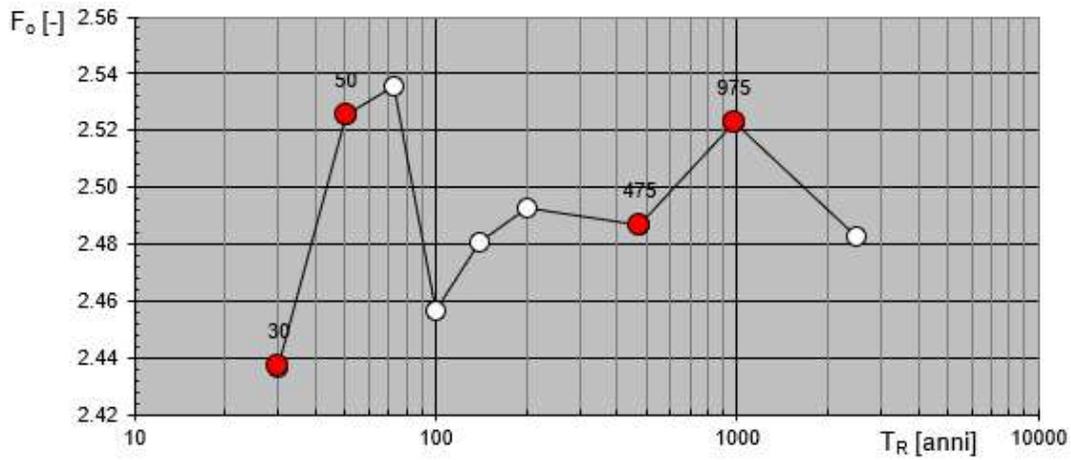
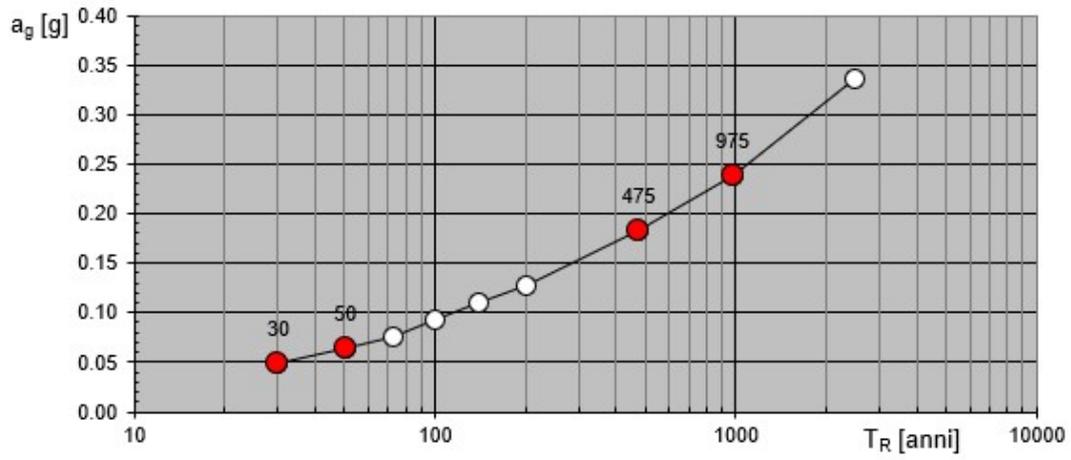
SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0.049	2.437	0.272
SLD	50	0.065	2.525	0.277
SLV	475	0.183	2.487	0.296
SLC	975	0.238	2.523	0.310

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
30	0.049	2.436	0.272
50	0.064	2.525	0.277
72	0.076	2.535	0.281
101	0.093	2.456	0.284
140	0.109	2.481	0.284
201	0.128	2.493	0.286
475	0.183	2.487	0.296
975	0.238	2.523	0.310
2475	0.335	2.483	0.322



Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R





5.2.3 Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche

Le caratteristiche del sottosuolo utilizzate sono in accordo con la relazione geologica redatta dal Geologo Rodolfo Baroncioni (vedere allegato A "Relazione Geologica"), la quale definisce il sottosuolo di categoria C e la superficie topografica di categoria T1.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Figura 5-1 Scelta categoria di sottosuolo

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Figura 5-2 Scelta categoria della superficie topografica

Il coefficiente di amplificazione topografica S_T viene assunto pari a **1,0**.

5.2.4 Fattore di comportamento

Ai sensi del §8.7.2.4 Circ617, il fattore di comportamento "q" in caso di analisi dinamica modale deve essere compreso tra 1,5 e 3 sulla base della regolarità nonché dei tassi di lavoro dei materiali sotto le azioni statiche.

Dovendo progettare la sottostruttura, si è ritenuto opportuno scegliere un **fattore di comportamento "q"** pari a **1,0**, per le azioni orizzontali e **q=1,0** per le azioni verticali.





5.2.5 Spettri di risposta di progetto

5.2.5.1 Spettro di risposta (orizzontale e verticale) per lo SLV

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

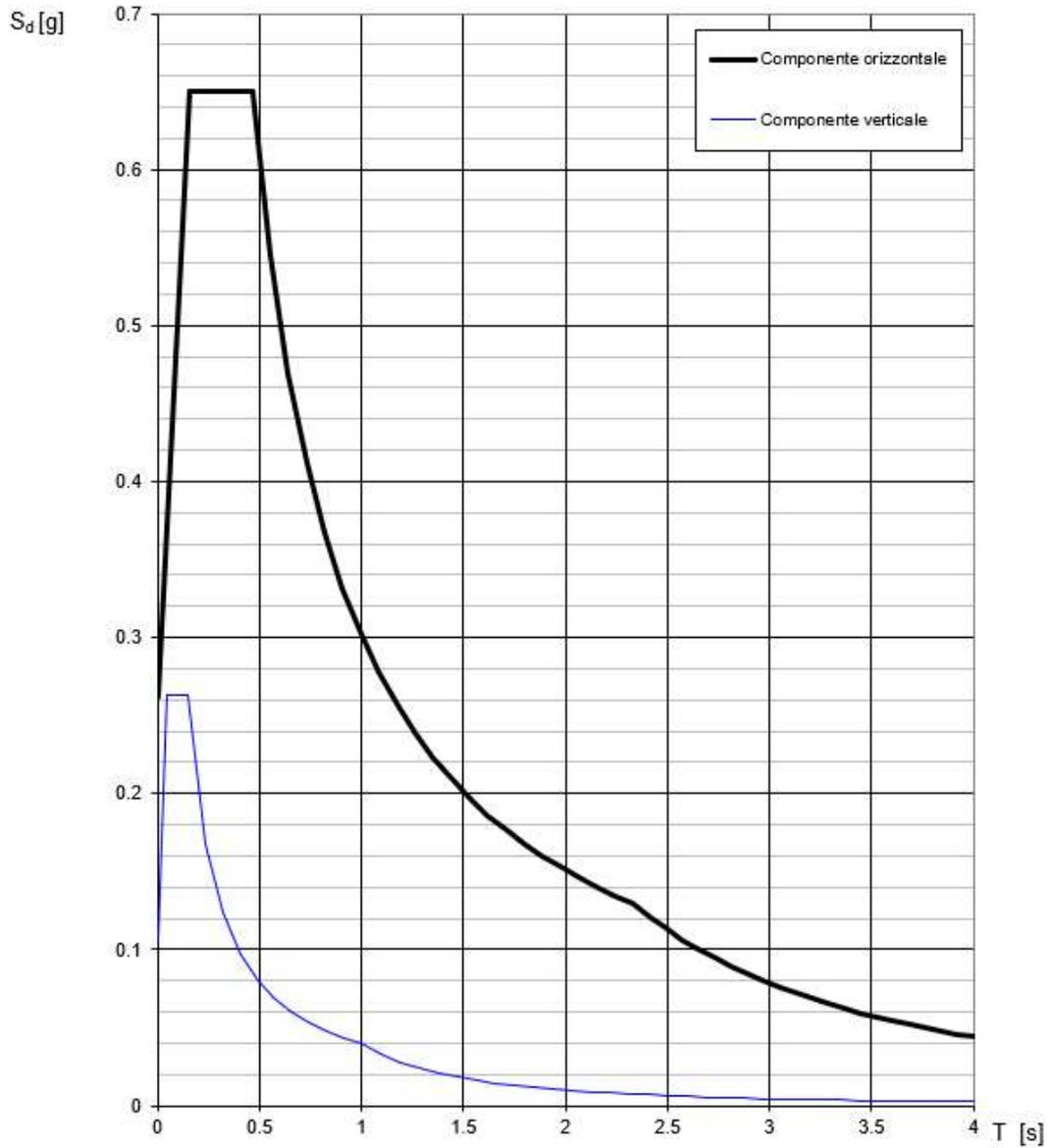


Figura 5.3 Spettri di risposta SLV



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.183 g
F_o	2.487
T_C	0.296 s
S_s	1.427
C_c	1.570
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.427
η	1.000
T_B	0.155 s
T_C	0.464 s
T_D	2.333 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.261
$T_B \leftarrow$	0.155	0.650
$T_C \leftarrow$	0.464	0.650
	0.553	0.546
	0.642	0.470
	0.731	0.413
	0.820	0.368
	0.909	0.332
	0.998	0.302
	1.087	0.278
	1.176	0.257
	1.265	0.239
	1.354	0.223
	1.443	0.209
	1.532	0.197
	1.621	0.186
	1.710	0.176
	1.799	0.168
	1.888	0.160
	1.977	0.153
	2.066	0.146
	2.155	0.140
	2.244	0.134
$T_D \leftarrow$	2.333	0.129
	2.412	0.121
	2.492	0.113
	2.571	0.106
	2.650	0.100
	2.730	0.094
	2.809	0.089
	2.889	0.084
	2.968	0.080
	3.047	0.076
	3.127	0.072
	3.206	0.068
	3.286	0.065
	3.365	0.062
	3.444	0.059
	3.524	0.057
	3.603	0.054
	3.682	0.052
	3.762	0.050
	3.841	0.048
	3.921	0.046
	4.000	0.044





5.2.5.2 Spettro di risposta (orizzontale e verticale) per lo SLD

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD

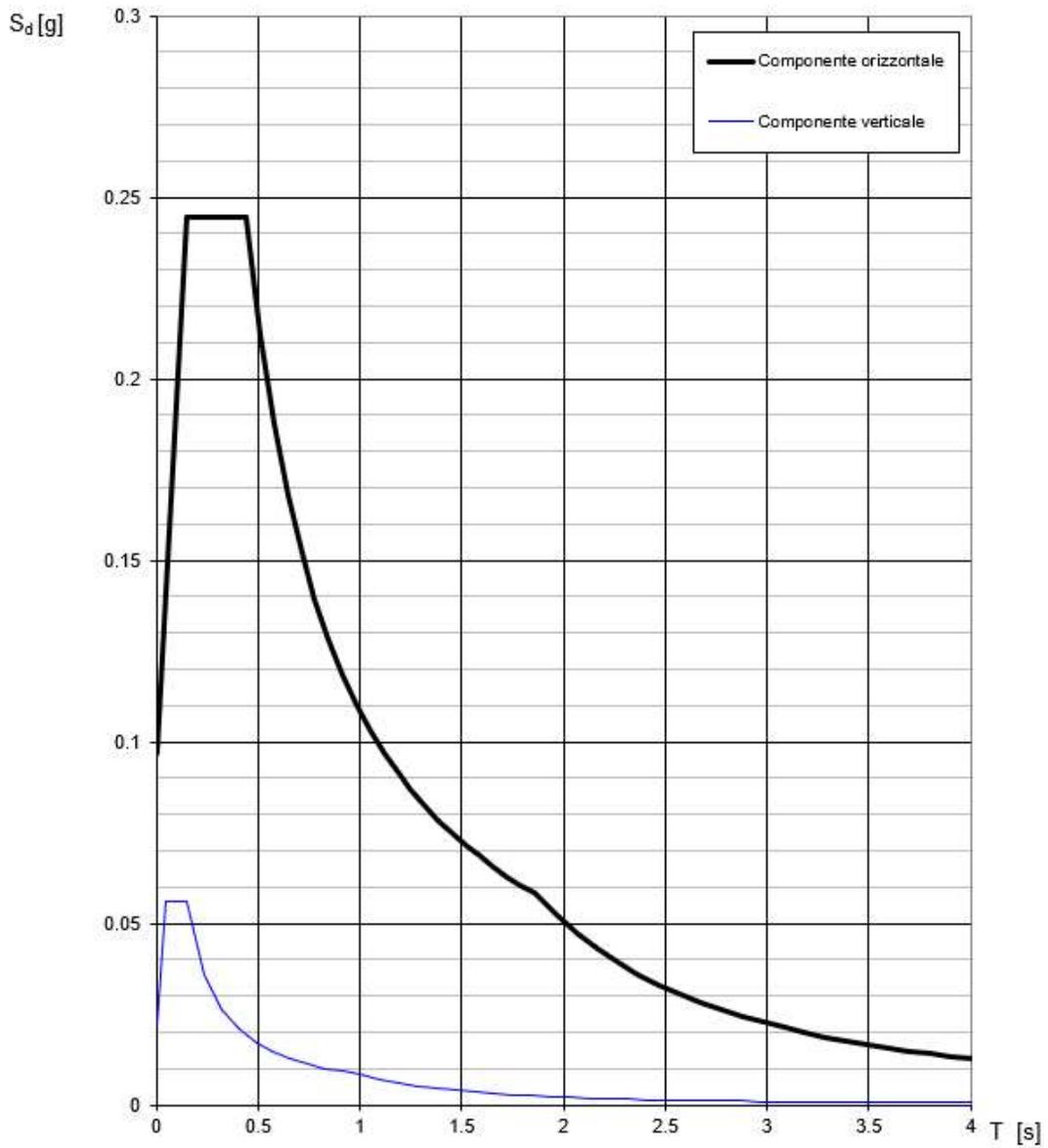


Figura 5.4 Spettri di risposta SLD



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato \$LD\$

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.065 g
F_o	2.525
T_c	0.277 s
S_s	1.500
C_c	1.605
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.148 s
T_C	0.444 s
T_D	1.858 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_c(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.097
$T_B \leftarrow$	0.148	0.244
$T_C \leftarrow$	0.444	0.244
	0.511	0.212
	0.579	0.188
	0.646	0.168
	0.713	0.152
	0.781	0.139
	0.848	0.128
	0.915	0.119
	0.983	0.110
	1.050	0.103
	1.117	0.097
	1.185	0.092
	1.252	0.087
	1.319	0.082
	1.387	0.078
	1.454	0.075
	1.521	0.071
	1.589	0.068
	1.656	0.066
	1.723	0.063
	1.791	0.061
$T_D \leftarrow$	1.858	0.058
	1.960	0.052
	2.062	0.047
	2.164	0.043
	2.266	0.039
	2.368	0.036
	2.470	0.033
	2.572	0.030
	2.674	0.028
	2.776	0.026
	2.878	0.024
	2.980	0.023
	3.082	0.021
	3.184	0.020
	3.286	0.019
	3.388	0.018
	3.490	0.017
	3.592	0.016
	3.694	0.015
	3.796	0.014
	3.898	0.013
	4.000	0.013





5.3 Azioni del vento

Il carico da vento è stato definito dalla Janson Bridging come riportato al paragrafo 5.1.

5.4 Azioni della neve

Si è fatto riferimento al capitolo 3.4 delle NTC2018. Il carico da neve che grava sul ponte viene calcolato attraverso una combinazione di coefficienti nella forma seguente:

$$q_s = \mu_i * q_{sk} * C_E * C_t$$

dove:

- q_s è il carico neve sulla copertura
- μ_i è il coefficiente di forma della copertura
- q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/mq]
- C_E è il coefficiente di esposizione
- C_t è il coefficiente termico.

Questi fattori sono legati alle condizioni locali di clima ed all'esposizione dell'opera.

Nel caso in esame si sono assunti i seguenti valori:

valore caratteristico del carico neve al suolo:

zona I Mediterranea; $a_s < 200$ m s.l.m; $q_{sk} = 1,50$ kN/m²

coefficiente di esposizione:

topografia normale; $C_E = 1$

coefficiente termico:

assenza di studio specifico; $C_t = 1$

coefficiente di forma:

pendenza $< 30^\circ$; $\mu_1 = 0,8$

carico da neve sull'opera

$$q_s = \mu_1 * q_{sk} * C_E * C_t = 1,20 \text{ kN/m}^2$$

5.5 Azioni della temperatura

L'azione della temperatura è stata definita dalla Janson Bridging come riportato al paragrafo 5.1.



6 Combinazioni di carico

Ai fini delle verifiche agli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

Nelle combinazioni si intende che vengano omissi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

- Combinazione fondamentale – *SLU*

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica (rara) – *SLE IRREVERSIBILI*

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente – *SLE REVERSIBILI*

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente – *SLE EFFETTI A LUNGO TERMINE*

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica – *SLU (SLV) e SLE (SLD)*

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

- Combinazione eccezionale

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{G1} e γ_{Qi} sono indicati nel § 2.6.1 e nella Tab. 5.1.V delle NTC 2018. I valori dei coefficienti ψ_{0j} , ψ_{1j} e ψ_{2j} sono indicati nella Tab. 2.5.I e nella Tab. 5.1.VI.

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

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti g_1 e g_3	favorevoli	γ_{G1} e γ_{G3}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}$, $\gamma_{\epsilon 3}$, $\gamma_{\epsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

Figura 6.1 Coefficienti parziali per le combinazioni agli SLU

Tab. 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente Ψ_0 di combi- nazione	Coefficiente Ψ_1 (valori frequent)	Coefficiente Ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

Figura 6.2 Coefficienti Ψ per le azioni variabili



7 Modello di calcolo

In questo capitolo vengono esplicitati tutti i dati utili alla comprensione della modellazione e delle verifiche effettuate con l'ausilio del solutore, per giungere alla definizione della sicurezza sulla struttura oggetto della presente.

Nota bene: Se non diversamente specificato le unità di misura sono [kN, m].

7.1 Modellazione Geometrica

7.1.1 Sovrastrutture

Le sovrastrutture sono state fornite dalla Janson Bridging.

7.1.2 Sottostrutture

Le sottostrutture sono state modellate con elementi di tipo beam utilizzati come segue:

Pali e Cordoli. I pali vengono modellati come elementi beam a sezione circolare con diametro pari a 1,00 m e lunghezza 17 m. I due pali che compongono la fondazione sono collegati tra di loro in sommità mediante un cordolo in c.a.

Il cordolo ha dimensioni pari a 1,60 x 5,00 x 1,20 m, sul quale vengono posizionati i due appoggi della sovrastruttura disallineati rispetto ai pali di fondazione sottostanti. Di seguito si riportano le immagini del programma di calcolo.

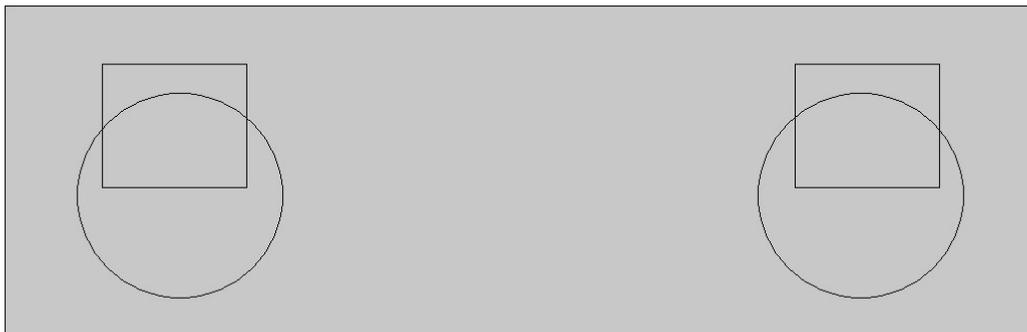


Figura 7.1 Vista in Pianta

L'appoggio della sovrastruttura è indicato con forma rettangolare, mentre il palo di fondazione con forma circolare.

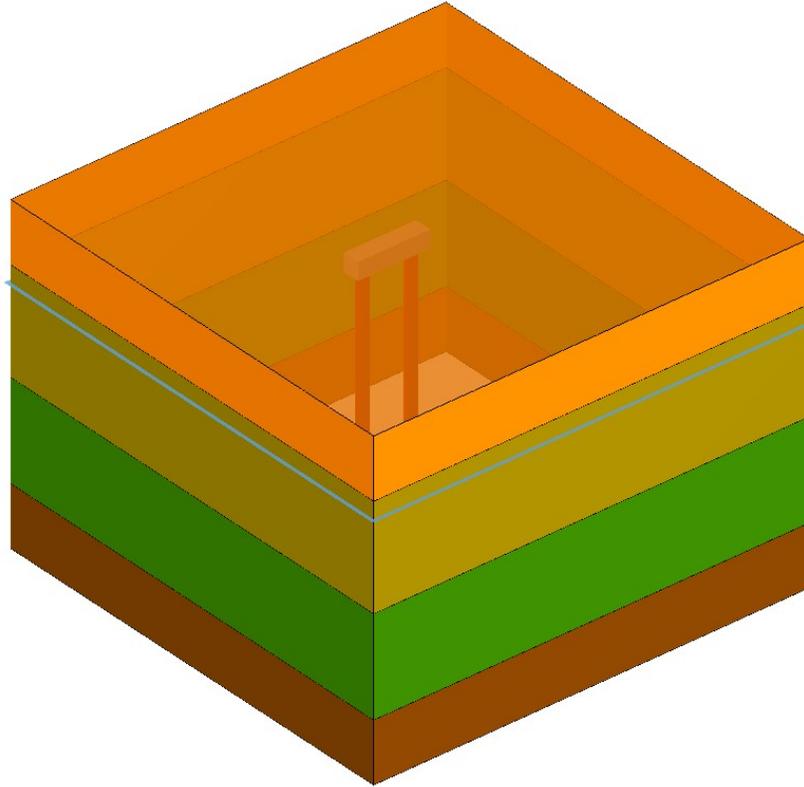


Figura 7.2 Vista 3D

7.1.3 Vincolamento

È stato modellato il comportamento del terreno nei confronti delle fondazioni attraverso delle molle lineari e multilineari in funzione della costante di sottosuolo alla Winkler, calcolata in relazione ai vari strati di terreno presenti. La costante di Winkler orizzontale è stata calcolata come riportato di seguito.

Si osserva subito che **il modulo di reazione orizzontale**, inteso come la rigidità di ideali molle laterali alla fondazione, **assume importanza specie per le fondazioni profonde**. Relativamente a quest'ultime, considerando uno strato di terreno uniforme, si distinguono 2 casi:

1) per **terreni argillosi sovraconsolidati** si assume K_h costante con la profondità e valutabile con l'espressione di Davisson (1970):

$$K_h = 67 \cdot \frac{c_u}{d}$$

dove d è il diametro del palo e c_u rappresenta la coesione non drenata;



2) per terreni argillosi normalmente consolidati e per terreni incoerenti si assume k_h variabile linearmente con la profondità secondo la seguente espressione di Reese e Matlock (1956):

$$K_h = n_h \cdot \frac{z}{d}$$

dove d è il diametro del palo e z la profondità.

I valori orientativi di n_h per argille e altri tipi di terreno sono riportati nella seguente tabella:

Tipo di terreno	n_h [N/cm ³]	Fonte
Argilla n.c. o lievemente o.c.	0,2 ÷ 3,5 0,3 ÷ 0,5	Reese, Matlock (1956) Davisson, Prakash (1963)
Argilla organica n.c.	0,1 ÷ 1,0 0,1 ÷ 0,8	Peck, Davisson (1970) Davisson (1970)
Torba	0,05 0,03 ÷ 0,1	Davisson (1970) Wilson, Hiltz (1967)
Loess	8 ÷ 10	Bowles (1968)

Per i terreni incoerenti il valore di n_h dipende dallo stato di addensamento e dalla presenza o meno della falda e può essere ottenuto dall'espressione:

$$n_h = \frac{A \cdot \gamma}{1,35}$$

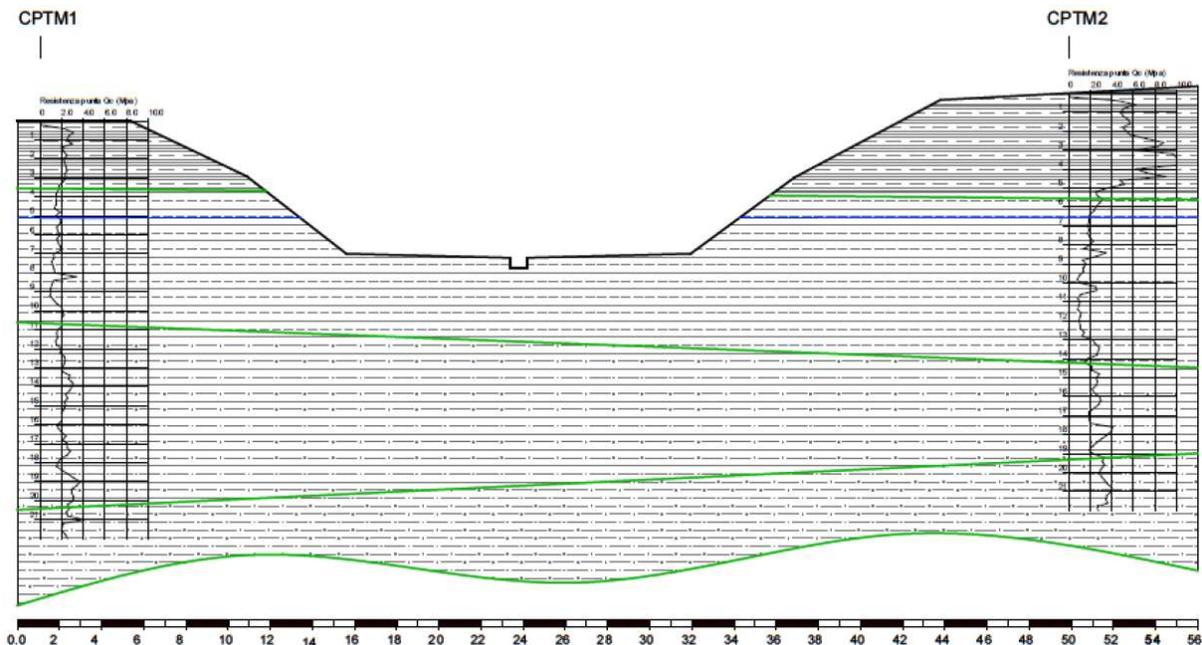
nella quale γ rappresenta il peso dell'unità di volume del terreno ed è pari a γ' (peso dell'unità di volume del terreno alleggerito) nel caso in cui ci troviamo sotto falda. Valori orientativi di n_h e A sono riportati nella tabella seguente:

Stato di addensamento	Sciolto	Medio	Denso
Campo dei valori di A	100 ÷ 300	300 ÷ 1000	1000 ÷ 3000
Valore consigliato di A	200	600	1500
N_h [N/cm ³], sabbie non immerse	2,5	7,5	20
N_h [N/cm ³], sabbie immerse	1,5	5	12

In situ sono state effettuate due prove penetrometriche con punta meccanica: una alla sinistra e una alla destra idraulica del Deviatore Ausa.

Si riporta di seguito la stratigrafica determinata con le CPTM ed i relativi parametri geotecnici.





- argilla da medio a compatta estremamente sovraconsolidata
- argilla più o meno limosa medio compatta da leggermente a moderatamente sovraconsolidata
- argilla più o meno limosa da medio a compatta moderatamente sovraconsolidata
- argilla limoso sabbiosa compatta leggermente sovraconsolidata

Figura 7.3 Stratigrafia ottenuta con le CPTM

CPTM1						
Unità	ϕ' kk	c'kk	cukk	Edkk	Eykk	γ kk
	[°]	[Kpa]	[Kpa]	[MPa]	[MPa]	[kN/m3]
A1	24.3	8.7	90.9	12.36	46.47	19.1
B1	22.2	7.2	75.2	8.91	44.75	18.7
C1	23.7	11.0	114.7	13.60	74.64	18.9
D1	24.6	13.8	143.9	16.68	98.75	19.0

CPTM2						
Unità	ϕ' kk	c'kk	cukk	Edkk	Eykk	γ kk
	[°]	[Kpa]	[Kpa]	[MPa]	[MPa]	[kN/m3]
A2	29.9	19.5	203.0	35.37	101.50	19.4
B2	22.4	7.9	68.6	8.00	55.70	18.8
C2	24.1	12.1	126.4	14.28	82.49	19.0
D2	25.4	15.5	161.6	18.01	107.27	19.0

Ai fini della modellazione, sono stati utilizzati i parametri geotecnici medi delle due CPTM e riportati nella tabella di seguito.





VALORI MEDI						
Unità	ϕ' kk	c'kk	cukk	Edkk	Eykk	γ kk
	[°]	[Kpa]	[Kpa]	[MPa]	[MPa]	[kN/m3]
A	27.1	14.1	147.0	23.87	73.99	19.25
B	22.3	7.55	71.9	8.46	50.23	18.75
C	23.9	11.55	120.6	13.94	78.57	18.95
D	25.0	14.65	152.8	17.35	103.01	19.00

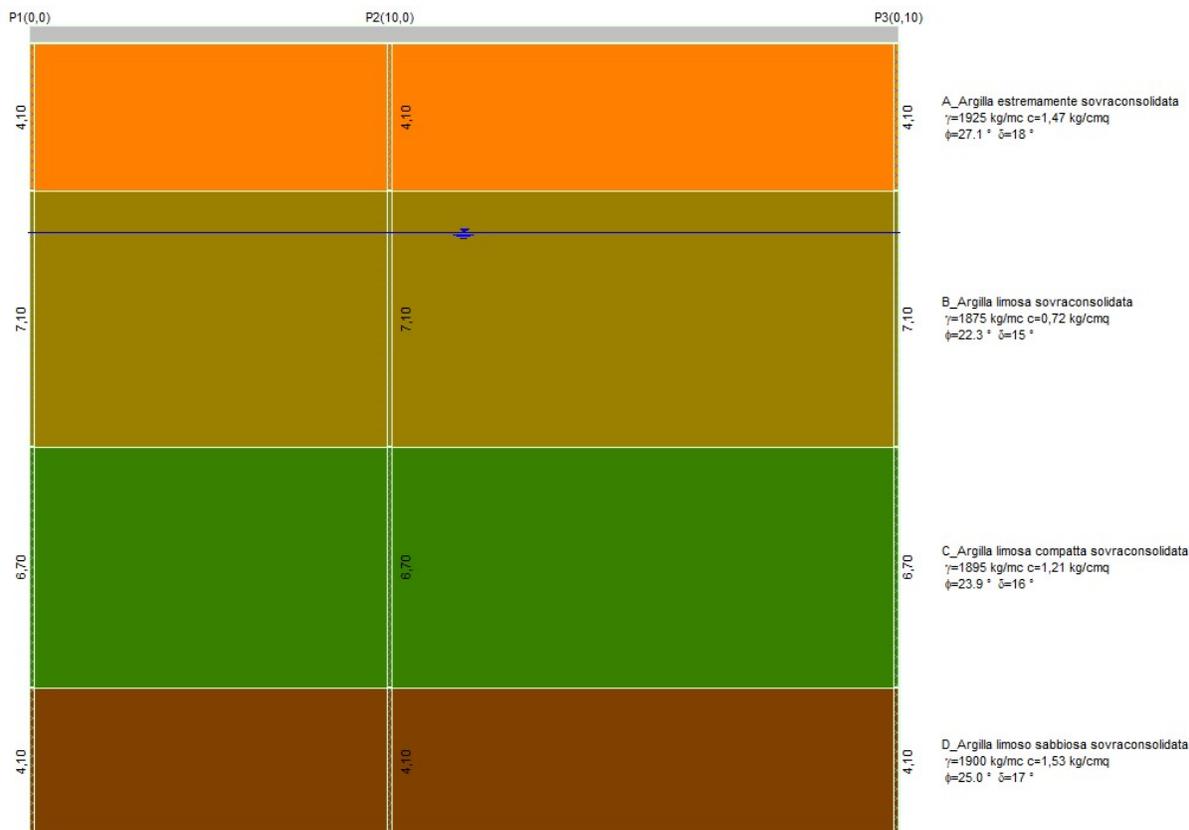
I terreni in situ risultano tutti coesivi e sovraconsolidati; pertanto, la costante di Winkler si determina a partire dalla relazione:

$$K_h = 67 \cdot \frac{c_u}{d}$$

Unità	cukk	d	Kh
	[Kg/cm2]	[cm]	[Kg/cm]
A	1.470	80.000	1.231
B	0.719	80.000	0.602
C	1.206	80.000	1.010
D	1.528	80.000	1.279

Mediante il software "Aztec Informatica – Api++" è stato possibile modellare la risposta del terreno sulle fondazioni profonde. Tale programma crea delle molle lineari, non lineari e una funzione sforzo deformazione, la quale interpreta il comportamento del terreno in funzione della costante di sottosuolo assegnata.

Di seguito la stratigrafia presente in situ.





7.2 Azioni

Si riportano i casi di carico inseriti nel software di calcolo:

G1	Peso Proprio
G2	Permanente non Strutturale
Q1	Traffico
Q2	Vento

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale (A1) - STR	
Permanenti	Favorevole	$g_{G1,fav}$	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$g_{G1,sfav}$	1.30
Permanenti non strutturali	Favorevole	$g_{G2,fav}$	0.80
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	$g_{G2,sfav}$	1.50
Variabili	Favorevole	$g_{Qi,fav}$	0.00
Variabili	Sfavorevole	$g_{Qi,sfav}$	1.50
Variabili traffico	Favorevole	$g_{Q,fav}$	0.00
Variabili traffico	Sfavorevole	$g_{Q,sfav}$	1.35

7.3 Combinazioni

Combinazione n° 1 - - STR - A1-M1-R3

Condizione	CP
Peso proprio	1.30
Permanente	1.30
Traffico	1.35
Vento	0.90

Combinazione n° 2 - - STR - A1-M1-R3

Condizione	CP
Peso proprio	1.30
Permanente	1.30
Vento	1.50
Traffico	0.54

Combinazione n° 3 - - SLE Quasi permanente

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Permanente	1.00
Traffico	0.00
Vento	0.00

Combinazione n° 4 - - SLE Frequente





Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Permanente	1.00
Traffico	0.40
Vento	0.00

Combinazione n° 5 - - SLE Frequente

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Permanente	1.00
Vento	0.20
Traffico	0.00

Combinazione n° 6 - - SLE Rara

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Permanente	1.00
Traffico	1.00
Vento	0.60

Combinazione n° 7 - - SLE Rara

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Permanente	1.00
Vento	1.00
Traffico	0.40

Combinazione n° 8 - SLV - STR - A1-M1-R3 [Sismica 1.00 X+ + 0.30 Y+]

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Permanente	1.00
Traffico	0.00
Vento	0.00

Combinazione n° 9 - SLV - STR - A1-M1-R3 [Sismica 1.00 X+ + 0.30 Y-]

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Permanente	1.00
Traffico	0.00
Vento	0.00

Combinazione n° 10 - SLV - STR - A1-M1-R3 [Sismica 1.00 X- + 0.30 Y-]

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Permanente	1.00
Traffico	0.00





Condizione	CP
Vento	0.00

Combinazione n° 11 - SLV - STR - A1-M1-R3 [Sismica 1.00 X- + 0.30 Y+]

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Permanente	1.00
Traffico	0.00
Vento	0.00

Combinazione n° 12 - SLV - STR - A1-M1-R3 [Sismica 0.30 X+ + 1.00 Y+]

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Permanente	1.00
Traffico	0.00
Vento	0.00

Combinazione n° 13 - SLV - STR - A1-M1-R3 [Sismica 0.30 X+ + 1.00 Y-]

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Permanente	1.00
Traffico	0.00
Vento	0.00

Combinazione n° 14 - SLV - STR - A1-M1-R3 [Sismica 0.30 X- + 1.00 Y-]

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Permanente	1.00
Traffico	0.00
Vento	0.00

Combinazione n° 15 - SLV - STR - A1-M1-R3 [Sismica 0.30 X- + 1.00 Y+]

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Permanente	1.00
Traffico	0.00
Vento	0.00

Combinazione n° 16 - SLD - SLE Quasi permanente [Sismica 1.00 X+ + 0.30 Y+]

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Permanente	1.00
Traffico	0.00
Vento	0.00





Combinazione n° 17 - SLD - SLE Quasi permanente [Sismica 1.00 X+ + 0.30 Y-]

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Permanente	1.00
Traffico	0.00
Vento	0.00

Combinazione n° 18 - SLD - SLE Quasi permanente [Sismica 1.00 X- + 0.30 Y-]

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Permanente	1.00
Traffico	0.00
Vento	0.00

Combinazione n° 19 - SLD - SLE Quasi permanente [Sismica 1.00 X- + 0.30 Y+]

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Permanente	1.00
Traffico	0.00
Vento	0.00

Combinazione n° 20 - SLD - SLE Quasi permanente [Sismica 0.30 X+ + 1.00 Y+]

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Permanente	1.00
Traffico	0.00
Vento	0.00

Combinazione n° 21 - SLD - SLE Quasi permanente [Sismica 0.30 X+ + 1.00 Y-]

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Permanente	1.00
Traffico	0.00
Vento	0.00

Combinazione n° 22 - SLD - SLE Quasi permanente [Sismica 0.30 X- + 1.00 Y-]

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Permanente	1.00
Traffico	0.00
Vento	0.00

Combinazione n° 23 - SLD - SLE Quasi permanente [Sismica 0.30 X- + 1.00 Y+]

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Permanente	1.00
Traffico	0.00
Vento	0.00





8 Risultati dell'analisi lineare

8.1 Palo 1

8.1.1 Spostamenti massimi e minimi

Simbologia adottata

In	Indice sezione
Y	ordinata palo espressa in [m]
Ur	spostamento limite espresso in [cm]
Pr	pressione limite espressa in [kg/cm ^q]
Ue	spostamento in esercizio espresso in [cm]
Pe	pressione in esercizio espressa in [kg/cm ^q]

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cm ^q]	Pr [kg/cm ^q]
1	0,00	3,6320 (1)	6,1211 (10)	0,364 (1)	0,364 (1)
11	1,70	2,5378 (1)	4,4469 (10)	0,961 (1)	0,961 (1)
21	3,40	1,6113 (1)	2,9605 (10)	0,970 (1)	1,782 (10)
31	5,10	0,8975 (1)	1,7664 (10)	0,540 (1)	1,063 (10)
41	6,80	0,3946 (1)	0,8888 (10)	0,238 (1)	0,535 (10)
51	8,50	0,0731 (1)	0,2983 (10)	0,044 (1)	0,180 (10)
61	10,20	-0,1088 (1)	-0,2012 (13)	-0,110 (1)	-0,203 (13)
71	11,90	-0,1956 (1)	-0,2948 (13)	-0,198 (1)	-0,298 (13)
81	13,60	-0,2265 (1)	-0,3583 (10)	-0,229 (1)	-0,362 (10)
91	15,30	-0,2315 (1)	-0,4093 (10)	-0,234 (1)	-0,413 (10)
101	17,00	-0,2293 (1)	-0,4467 (10)	-0,293 (1)	-0,571 (10)

8.1.2 Sollecitazioni massime e minime

Simbologia adottata

n°	Identificativo sezione
Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
Nr	sforzo normale a rottura, espresso in [kg]
Ne	sforzo normale in esercizio, espresso in [kg]
Tr	taglio a rottura, espresso in [kg]
Te	taglio in esercizio, espresso in [kg]
Mr	momento a rottura, espresso in [kgm]
Me	momento in esercizio, espresso in [kgm]

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	36260 (1)	311358 (1)	36081 (1)	59366 (10)	-45441 (1)	-106581 (13)
11	1,70	39001 (1)	308679 (1)	23996 (1)	47281 (10)	-98667 (1)	-160256 (13)
21	3,40	39057 (1)	293681 (1)	5226 (1)	19395 (10)	-124883 (1)	-185445 (13)





n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
31	5,10	36934 (1)	269158 (1)	-7062 (1)	-13112 (13)	-123359 (1)	-185482 (10)
41	6,80	34548 (1)	243461 (1)	-13248 (1)	-20332 (13)	-105914 (1)	-167743 (10)
51	8,50	31900 (1)	216595 (1)	-15341 (1)	-22518 (1)	-81342 (1)	-134126 (10)
61	10,20	27728 (1)	181687 (1)	-14688 (1)	-23185 (10)	-55375 (1)	-94957 (10)
71	11,90	21473 (1)	138656 (1)	-11895 (1)	-20067 (10)	-32344 (1)	-57470 (10)
81	13,60	14930 (1)	94335 (1)	-8190 (1)	-14576 (10)	-14889 (1)	-27331 (10)
91	15,30	8099 (1)	48726 (1)	-4233 (1)	-7904 (10)	-3984 (1)	-7538 (10)
101	17,00	0 (11)	0 (0)	-249 (1)	-486 (10)	0 (0)	0 (17)

Nelle immagini seguenti si riportano i principali risultati ottenuti.

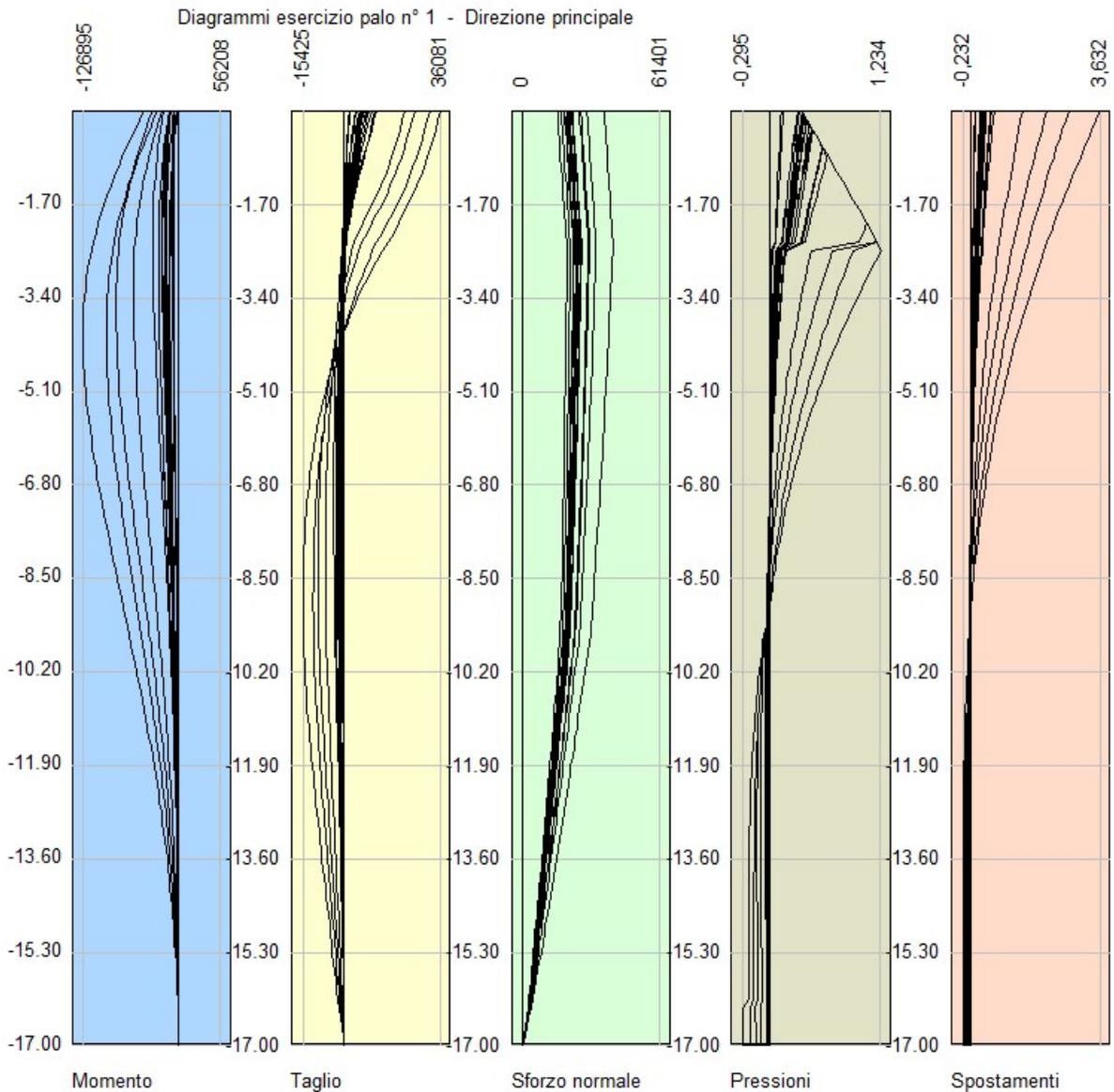


Figura 8.1 Palo 1_ Involuppi all'SLE



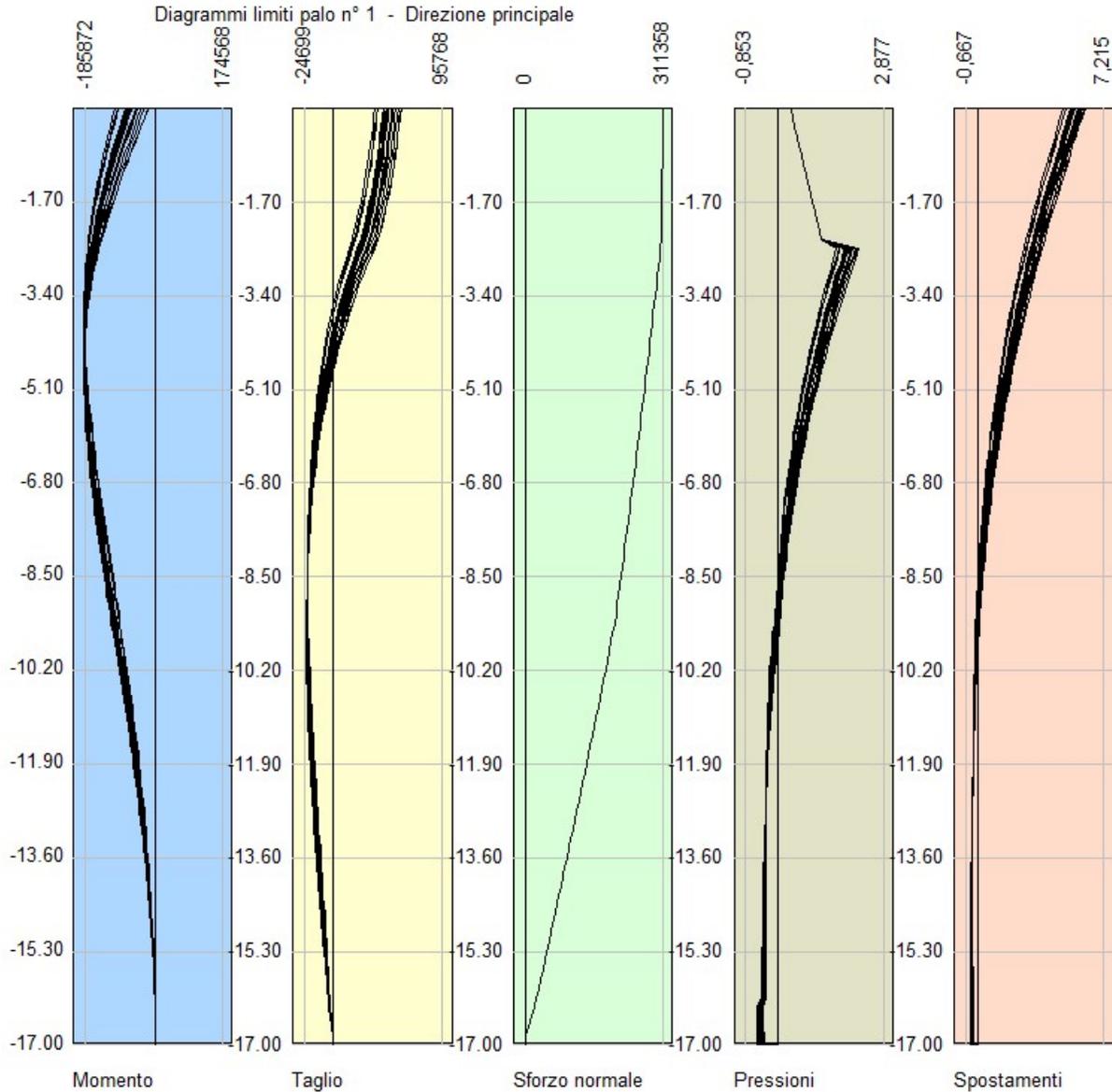


Figura 8.2 Palo 1_Inviluppi all'SLV

8.2 Palo 2

8.2.1 Spostamenti massimi e minimi

Simbologia adottata

In	Indice sezione
Y	ordinata palo espressa in [m]
Ur	spostamento limite espresso in [cm]
Pr	pressione limite espressa in [kg/cm ²]
Ue	spostamento in esercizio espresso in [cm]
Pe	pressione in esercizio espressa in [kg/cm ²]





n°	Y	Ue	Ur	Pe	Pr
	[m]	[cm]	[cm]	[kg/cmq]	[kg/cmq]
1	0,00	3,4034 (1)	6,1267 (9)	0,364 (1)	0,364 (1)
11	1,70	2,3537 (1)	4,4522 (9)	0,961 (1)	0,961 (1)
21	3,40	1,4748 (1)	2,9650 (9)	0,888 (1)	1,785 (9)
31	5,10	0,8048 (1)	1,7697 (9)	0,485 (1)	1,065 (9)
41	6,80	0,3379 (1)	0,8912 (9)	0,203 (1)	0,536 (9)
51	8,50	0,0436 (1)	0,2998 (9)	0,026 (1)	0,180 (9)
61	10,20	-0,1192 (1)	-0,1987 (14)	-0,120 (1)	-0,201 (14)
71	11,90	-0,1932 (1)	-0,2943 (14)	-0,195 (1)	-0,297 (14)
81	13,60	-0,2156 (1)	-0,3585 (9)	-0,218 (1)	-0,362 (9)
91	15,30	-0,2142 (1)	-0,4098 (9)	-0,216 (1)	-0,414 (9)
101	17,00	-0,2063 (1)	-0,4475 (9)	-0,264 (1)	-0,572 (9)

8.2.2 Sollecitazioni massime e minime

Simbologia adottata

n°	Identificativo sezione
Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
Nr	sforzo normale a rottura, espresso in [kg]
Ne	sforzo normale in esercizio, espresso in [kg]
Tr	taglio a rottura, espresso in [kg]
Te	taglio in esercizio, espresso in [kg]
Mr	momento a rottura, espresso in [kgm]
Me	momento in esercizio, espresso in [kgm]

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]
1	0,00	57824 (1)	311358 (1)	33331 (1)	59485 (9)	-52000 (1)	-105028 (14)
11	1,70	60380 (1)	308679 (1)	21247 (1)	47400 (9)	-100553 (1)	-159453 (14)
21	3,40	59419 (1)	293681 (1)	3387 (1)	19486 (9)	-122496 (1)	-185339 (14)
31	5,10	55606 (1)	269158 (1)	-7756 (1)	-12951 (14)	-118783 (1)	-185502 (9)
41	6,80	51448 (1)	243461 (1)	-13203 (1)	-20282 (14)	-100775 (1)	-167825 (9)
51	8,50	46946 (1)	216595 (1)	-14875 (1)	-22517 (2)	-76640 (1)	-134230 (9)
61	10,20	40448 (1)	181687 (1)	-13986 (1)	-23196 (9)	-51654 (1)	-95057 (9)
71	11,90	31222 (1)	138656 (1)	-11143 (1)	-20086 (9)	-29884 (1)	-57544 (9)
81	13,60	21620 (1)	94335 (1)	-7563 (1)	-14595 (9)	-13632 (1)	-27371 (9)
91	15,30	11641 (1)	48726 (1)	-3856 (1)	-7917 (9)	-3616 (1)	-7550 (9)
101	17,00	0 (1)	0 (0)	-224 (1)	-487 (9)	0 (0)	0 (17)

Nelle immagini seguenti si riportano i principali risultati ottenuti.



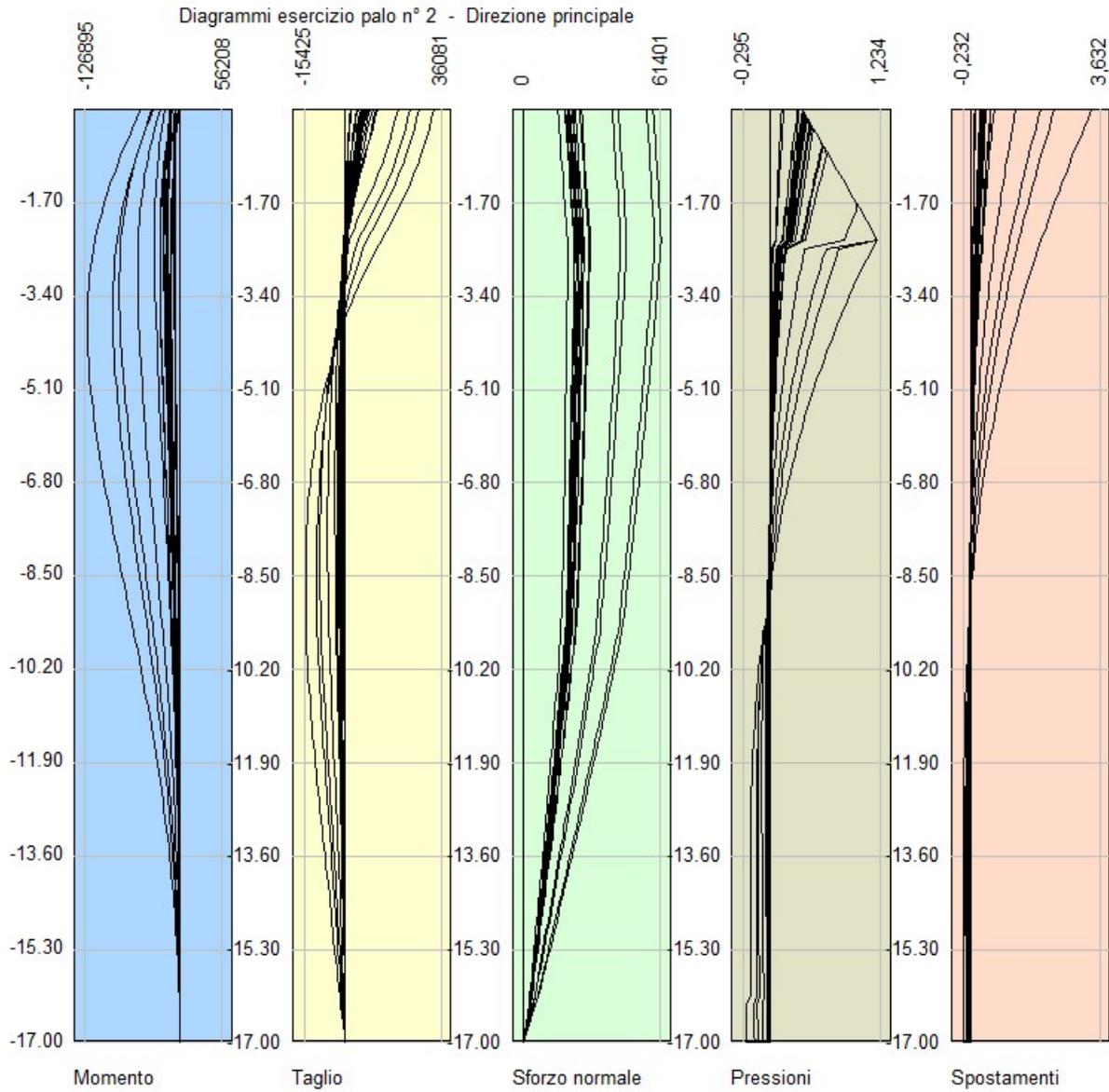


Figura 8.3 Palo 2_Inviluppo all'SLE



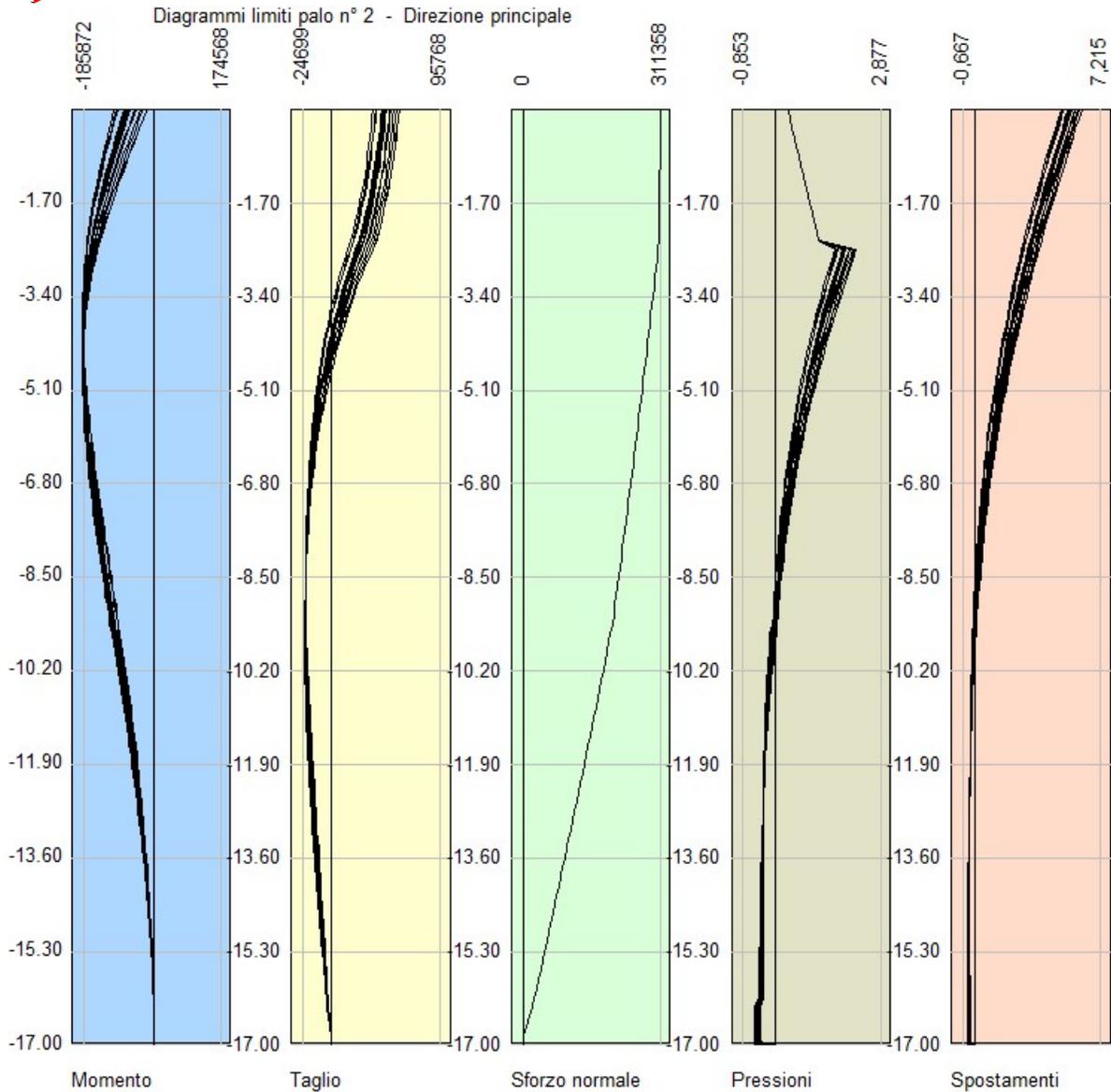


Figura 8.4 Palo 2_Inviluppo all'SLV

8.3 Plinto

8.3.1 Spostamenti massimi e minimi

Simbologia adottata

In	Indice nodo
w	Spostamento verticale, espresso in [cm]
u	Spostamento direzione X, espresso in [cm]
v	Spostamento direzione Y, espresso in [cm]
fx	Rotazione intorno all'asse X, espressa in [°]
fy	Rotazione intorno all'asse Y, espressa in [°]
p	Pressione sul terreno (solo per calcolo fondazione), espressa in [kg/cm ²]





In	X	Y		Valore	UM	Cmb	
	[m]	[m]					
98	10,50	10,30	w	0,345611	[cm]	1	MAX
4	5,50	8,70		-0,110390		2	MIN
31	7,05	10,02	ux	0,301930	[cm]	2	MAX
80	9,65	10,30		-0,117424		10	MIN
3	5,50	9,06	uy	0,895412	[cm]	1	MAX
98	10,50	10,30		0,021060		13	MIN
21	6,67	9,72	fx	0,000237	[°]	2	MAX
76	9,65	9,38		-0,000076		11	MIN
76	9,65	9,38	fy	-0,000247	[°]	13	MAX
49	7,81	10,30		-0,002441		1	MIN

8.3.2 Sollecitazioni massime e minime

Simbologia adottata

In	Indice nodo modello
Mx	Momento X espresso in [kgm]
My	Momento Y espresso in [kgm]
Mxy	Momento XY espresso in [kgm]
Tx	Taglio X, espresso in [kg]
Ty	Taglio Y, espresso in [kg]
Nx	Tensione normale X espressa in [kg/cm ²]
Ny	Tensione normale Y espressa in [kg/cm ²]
Nxy	Tensione tangenziale XY espressa in [kg/cm ²]

In	X	Y		Valore	UM	Cmb	
	[m]	[m]					
20	6,67	9,42	Mx	19147,35	[kgm]	2	MAX
77	9,65	9,42		-30783,51		1	MIN
75	9,65	9,06	My	37144,44	[kgm]	1	MAX
77	9,65	9,42		-96558,98		1	MIN
20	6,67	9,42	Mxy	18935,14	[kgm]	1	MAX
70	9,33	9,42		-26374,17		1	MIN
71	9,33	9,72	Tx	48177,86	[kg]	2	MAX
78	9,68	9,72		-84736,92		1	MIN
69	9,33	9,06	Ty	48177,86	[kg]	2	MAX
77	9,65	9,42		-157383,65		1	MIN
21	6,67	9,72	Nx	0,95	[kg/cm ²]	2	MAX
20	6,67	9,42		-0,77		2	MIN
25	6,35	10,02	Ny	1,33	[kg/cm ²]	1	MAX
77	9,65	9,42		-7,10		1	MIN
21	6,67	9,72	Nxy	0,56	[kg/cm ²]	1	MAX
77	9,65	9,42		-1,43		2	MIN





9 Misura della sicurezza

Nel presente capitolo vengono esplicitate le verifiche eseguite in fase di progetto definitivo per gli elementi principali che costituiranno la nuova opera.

9.1 Pali

I pali di fondazione sono progettati con la medesima armatura, riportata nell'immagine di seguito.

Ip	Indice palo
Tratto	Indice tratto
Ys, Yi	Quota superiore e inferiore ferro, espresso in [m]
Lf	Lunghezza ferro, espresso in [m]
Al	Armatura longitudinale, numero e diametro espresso in [mm]
At	Armatura trasversale, diametro espresso in [mm] e passo espresso in [cm]

Ip	Tratto	Ys [m]	Yi [m]	Lf [m]	Al [mm]	At [mm] / [cm]
1	1	0,72	-9,10	9,82	28 - f24	f10 / 12
	2	-7,78	-16,95	9,17	28 - f20	f10 / 12
2	1	0,72	-9,10	9,82	28 - f24	f10 / 12
	2	-7,78	-16,95	9,17	28 - f20	f10 / 12

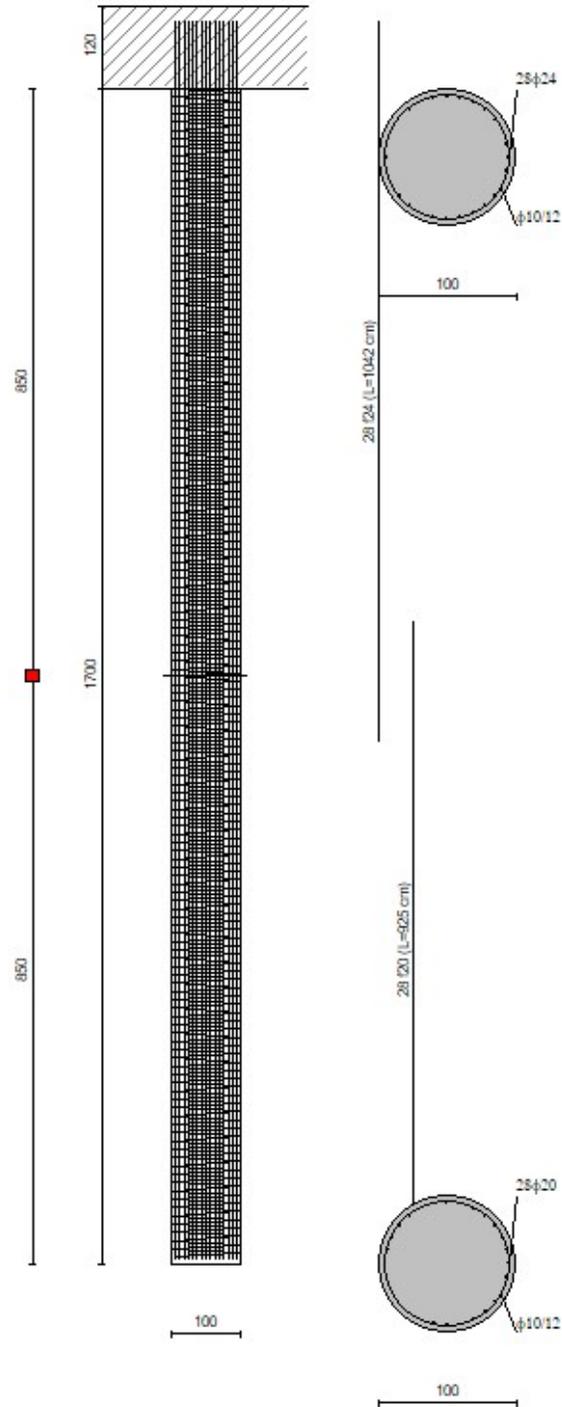


Figura 9.1 Armatura Pali di Fondazione

9.1.1 Verifica a flessione

Simbologia adottata

- Y ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
- Af Area armatura, espresso in [cm²]
- Mu Momento ultimo, espresso in [kgm]



Nu Sforzo normale ultimo, espresso in [kg]

FS Fattore di sicurezza

- Palo 1

Y	A _f	M _u	N _u	FS
[m]	[cmq]	[kgm]	[kg]	
0,00	126,67	211062	114598	3.160
1,70	126,67	202677	80114	2.054
3,40	126,67	197971	60759	1.556
5,10	126,67	197029	56885	1.540
6,80	126,67	198144	61473	1.779
8,50	87,96	201219	74118	2.323
10,20	87,96	153056	70995	2.560
11,90	87,96	159584	96781	4.507
13,60	87,96	175127	158188	10.595
15,30	87,96	216398	390739	48.243
17,00	87,96	0	0	1000.000

- Palo 2

Y	A _f	M _u	N _u	FS
[m]	[cmq]	[kgm]	[kg]	
0,00	126,67	221592	167336	2.894
1,70	126,67	214086	127663	2.114
3,40	126,67	207602	100368	1.689
5,10	126,67	206363	95275	1.713
6,80	126,67	208446	103840	2.018
8,50	87,96	213854	126436	2.693
10,20	87,96	166530	124223	3.071
11,90	87,96	179716	176337	5.648
13,60	87,96	203521	298596	13.811
15,30	87,96	233633	684813	58.828
17,00	87,96	0	0	1000.000

9.1.2 Verifica a taglio

Simbologia adottata

Y ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]

V_{Rcd} Taglio resistente a compressione, espresso in [kg]

V_{Rs} Taglio resistente a trazione, espresso in [kg]

V_{Rd} Taglio resistente, espresso in [kg]

FS Fattore di sicurezza

- Palo 1

Y	V _{Rcd}	V _{Rs}	V _{Rd}	FS
[m]	[kg]	[kg]	[kg]	
0,00	141536	77222	77222	1.568
1,70	141949	77222	77222	2.401
3,40	142056	77222	77222	7.646
5,10	141915	77222	77222	10.420
6,80	141744	77222	77222	5.782
8,50	141543	77222	77222	4.889





Y	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	FS
[m]	[kg]	[kg]	[kg]	
10,20	141168	77222	77222	5.005
11,90	140555	77222	77222	6.050
13,60	139910	77222	77222	8.608
15,30	139232	77222	77222	16.306
17,00	138410	77222	77222	271.150

- Palo 2

Y	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	FS
[m]	[kg]	[kg]	[kg]	
0,00	141111	77222	77222	1.701
1,70	141528	77222	77222	2.725
3,40	141655	77222	77222	8.617
5,10	141547	77222	77222	9.207
6,80	141411	77222	77222	5.848
8,50	141246	77222	77222	5.145
10,20	140917	77222	77222	5.392
11,90	140363	77222	77222	6.640
13,60	139779	77222	77222	9.582
15,30	139163	77222	77222	18.363
17,00	138410	77222	77222	308.161

9.1.3 Verifica al carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice palo
Oggetto	Oggetto di appartenenza del palo (Piastra, Plinto o Trave)
N	Carico verticale agente alla testa del palo, espresso in [kg]
Pd	Portanza di progetto, espresso in [kg]
FS _v	Fattore di sicurezza (Pd/N). Tra parentesi l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.
T	Carico orizzontale agente alla testa del palo, espresso in [kg]
Td	Portanza trasversale di progetto, espresso in [kg]
FS _o	Fattore di sicurezza (Vd/V). Tra parentesi l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.

n°	Oggetto	N	Pd	FS _v	T	Td	FS _o
		[kg]	[kg]		[kg]	[kg]	
1	Plinto 1	36260	131003	3.613 (1)	36081	37381	1.036 (1)
2	Plinto 1	57824	131003	2.266 (1)	33331	35306	1.059 (1)

9.1.4 Verifica dei cedimenti

Simbologia adottata

l _p	Indice palo
w	Cedimento verticale, espressa in [cm]





Ic

Indice della combinazione

Ip	w [cm]	Ic
1	0,0546	6
2	0,0808	6

9.2 Plinto

Il plinto di fondazione è stato progettato come riportato di seguito.

Simbologia adottata

n°	Indice plinto
Gruppo	Gruppo di appartenenza del ferro
Lembo	Posizione del ferro nel plinto
Dir	Direzione del ferro nel plinto
f	Numero ferri e diametro ferro, espresso in [mm]
L	Lunghezza, espressa in [m]

n°	Gruppo	Tipo	Lembo	Dir	Armatura [mm]	L [m]
1	A	Lungo	Superiore	X	9 f22	7,16
	B	Lungo	Inferiore	X	9 f22	7,16
	C	Lungo	Inferiore	Y	25 f22	3,76
	D	Lungo	Superiore	Y	25 f22	3,76

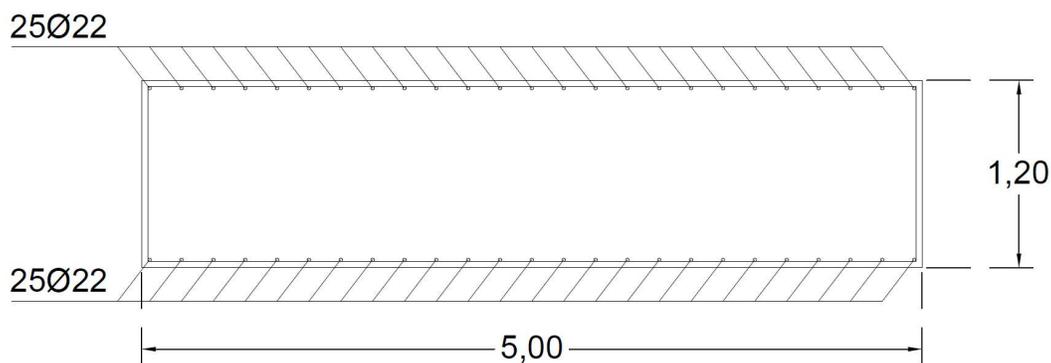


Figura 9.2 Armature Plinto_Vista Frontale

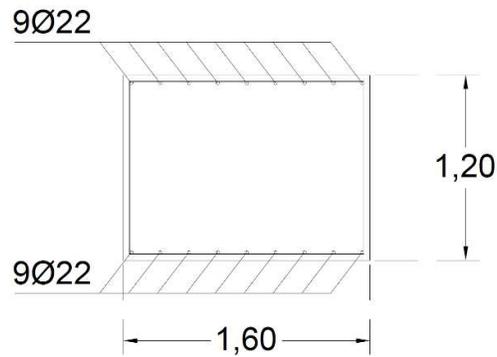


Figura 9.3 Armatura Plinto _ Vista Laterale

9.2.1 Verifica a flessione

Simbologia adottata

I_p	Indice plinto
I_s	Identificativo tratto-sezione-direzione (P: direzione principale, S: direzione secondaria)
A_{fi}	Area di armatura lembo inferiore espressa in [cmq]
A_{fs}	Area di armatura lembo superiore espressa in [cmq]
M_u	Momento ultimo espresso in [kgm]
N_u	Sforzo normale ultimo espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza

I_p	I_s	A_{fi} [cmq]	A_{fs} [cmq]	M_u [kgm]	N_u [kg]	FS
1	1-1-P	11,40	11,40	49440	-3256	483.614
	1-2-P	11,40	11,40	-51655	736	130.217
	1-3-P	11,40	11,40	-35847	-27271	32.814
	1-4-P	11,40	11,40	-55565	7829	27.311
	1-5-P	11,40	11,40	33642	-31234	14.612
	1-6-P	11,40	11,40	38117	-23350	8.634
	1-7-P	11,40	11,40	40432	-19271	9.764
	1-8-P	11,40	11,40	41351	-17651	11.325
	1-9-P	11,40	11,40	41931	-16630	13.722
	1-10-P	11,40	11,40	42479	-15664	18.687
	1-11-P	11,40	11,40	36117	-26874	25.753
	1-12-P	11,40	11,40	42888	-14943	24.266
	1-13-P	11,40	11,40	42254	-16060	20.285
	1-14-P	11,40	11,40	41800	-16861	18.453
	1-15-P	11,40	11,40	40986	-18295	18.154
	1-16-P	11,40	11,40	-59685	15652	13.471
	1-17-P	11,40	11,40	-57191	10910	12.202
	1-18-P	11,40	11,40	-55005	6813	14.135
	1-19-P	11,40	11,40	-46218	-8908	14.897
	1-20-P	11,40	11,40	55002	7023	45.991
	1-21-P	11,40	11,40	103682	100234	361.142
	2-1-P	11,40	11,40	38417	-22821	193.017
	2-2-P	11,40	11,40	-45442	-10282	48.461



Ip	Is	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
	2-3-P	11,40	11,40	25657	-45304	31.267
	2-4-P	11,40	11,40	50006	-2237	24.459
	2-5-P	11,40	11,40	49639	-2897	11.707
	2-6-P	11,40	11,40	48364	-5192	7.235
	2-7-P	11,40	11,40	46252	-8994	9.586
	2-8-P	11,40	11,40	46297	-8912	12.071
	2-9-P	11,40	11,40	47209	-7272	15.183
	2-10-P	11,40	11,40	47847	-6123	19.476
	2-11-P	11,40	11,40	47375	-6973	27.358
	2-12-P	11,40	11,40	47791	-6223	27.029
	2-13-P	11,40	11,40	46181	-9121	22.457
	2-14-P	11,40	11,40	44256	-12534	19.203
	2-15-P	11,40	11,40	-49478	-3137	12.001
	2-16-P	11,40	11,40	-56008	8662	7.880
	2-17-P	11,40	11,40	-53946	4892	7.002
	2-18-P	11,40	11,40	-50052	-2119	8.462
	2-19-P	11,40	11,40	34743	-29296	16.080
	2-20-P	11,40	11,40	31219	-35505	34.265
	2-21-P	11,40	11,40	49611	-2949	180.743
	3-1-P	11,40	11,40	77010	48208	240.259
	3-2-P	11,40	11,40	51478	427	62.038
	3-3-P	11,40	11,40	43474	-13911	21.079
	3-4-P	11,40	11,40	57834	12323	18.721
	3-5-P	11,40	11,40	73347	41353	21.724
	3-6-P	11,40	11,40	94157	80410	28.414
	3-7-P	11,40	11,40	103863	100613	31.579
	3-8-P	11,40	11,40	55629	8196	29.035
	3-9-P	11,40	11,40	80311	54385	26.857
	3-10-P	11,40	11,40	72115	39047	27.458
	3-11-P	11,40	11,40	40414	-19303	28.402
	3-12-P	11,40	11,40	41311	-17722	27.870
	3-13-P	11,40	11,40	52745	2799	27.731
	3-14-P	11,40	11,40	-44202	-12478	27.914
	3-15-P	11,40	11,40	-41684	-16936	16.613
	3-16-P	11,40	11,40	-35646	-27627	12.508
	3-17-P	11,40	11,40	-32410	-33357	16.093
	3-18-P	11,40	11,40	689	-89776	21.126
	3-19-P	11,40	11,40	720	-89721	26.020
	3-20-P	11,40	11,40	53161	3578	171.032
	3-21-P	11,40	11,40	67972	31294	686.719
	4-1-S	19,01	19,01	113302	51964	29.648
	4-2-S	19,01	19,01	87513	3732	21.031
	4-3-S	19,01	19,01	-45682	-70387	15.859
	4-4-S	19,01	19,01	-49653	-63371	3.713
	4-5-S	19,01	19,01	-42024	-76851	4.482
	4-6-S	19,01	19,01	-52556	-58242	8.919
	4-7-S	19,01	19,01	-155433	131977	67.707
	4-8-S	19,01	19,01	-330905	541620	402.233
	5-1-S	19,01	19,01	-73971	-20402	35.529





Ip	Is	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
	5-2-S	19,01	19,01	84204	-2361	32.460
	5-3-S	19,01	19,01	-69029	-29135	20.824
	5-4-S	19,01	19,01	-51827	-59529	10.666
	5-5-S	19,01	19,01	-50572	-61748	11.905
	5-6-S	19,01	19,01	-47915	-66441	16.305
	5-7-S	19,01	19,01	-32585	-93586	23.091
	5-8-S	19,01	19,01	-40680	-79226	51.788
	6-1-S	19,01	19,01	-123078	70394	255.932
	6-2-S	19,01	19,01	-108029	41750	121.164
	6-3-S	19,01	19,01	-110688	46811	104.265
	6-4-S	19,01	19,01	-119229	63069	128.714
	6-5-S	19,01	19,01	-135187	93441	186.371
	6-6-S	19,01	19,01	-124286	72692	151.364
	6-7-S	19,01	19,01	-115042	55099	205.007
	6-8-S	19,01	19,01	182419	184615	501.624
	7-1-S	19,01	19,01	-71574	-24637	29.987
	7-2-S	19,01	19,01	-67336	-32125	19.454
	7-3-S	19,01	19,01	-63663	-38616	10.808
	7-4-S	19,01	19,01	-62583	-40525	5.766
	7-5-S	19,01	19,01	-60857	-43574	7.123
	7-6-S	19,01	19,01	-60658	-43925	14.461
	7-7-S	19,01	19,01	-63015	-39761	26.583
	7-8-S	19,01	19,01	66426	-33844	46.257
	8-1-S	19,01	19,01	94941	17625	23.772
	8-2-S	19,01	19,01	100485	27993	11.457
	8-3-S	19,01	19,01	66417	-33861	13.810
	8-4-S	19,01	19,01	-55872	-52382	4.075
	8-5-S	19,01	19,01	-56080	-52015	2.642
	8-6-S	19,01	19,01	-58955	-46935	6.869
	8-7-S	19,01	19,01	-112754	50743	36.177
	8-8-S	19,01	19,01	-213576	249080	171.522

9.2.2 Verifica a taglio

Simbologia adottata

Ip	Indice plinto
Is	Identificativo tratto-sezione-direzione (P: direzione principale S: direzione secondaria)
T	Taglio agente nella sezione espressa in [kg]
V _{rd}	Taglio resistente espresso in [kg]
V _{cd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls espresso in [kg]
V _{wd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra taglio resistente e taglio agente)

Ip	Is	V _{Rcd} [kg]	V _{Rs} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	1-1-P	0	0	21644	6550	3.304





Ip	Is	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
		[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
	1-2-P	0	0	21644	6550	3.304
	1-3-P	0	0	21644	6550	3.304
	1-4-P	0	0	21644	6550	3.304
	1-5-P	0	0	21644	6550	3.304
	1-6-P	0	0	21644	2854	7.583
	1-7-P	0	0	21644	2854	7.583
	1-8-P	0	0	21644	2854	7.583
	1-9-P	0	0	21644	2854	7.583
	1-10-P	0	0	21644	2854	7.583
	1-11-P	0	0	21644	1328	16.294
	1-12-P	0	0	21644	1328	16.294
	1-13-P	0	0	21644	1328	16.294
	1-14-P	0	0	21644	1328	16.294
	1-15-P	0	0	21644	1328	16.294
	1-16-P	0	0	21644	1930	11.215
	1-17-P	0	0	21644	1930	11.215
	1-18-P	0	0	21644	1930	11.215
	1-19-P	0	0	21644	1930	11.215
	1-20-P	0	0	21644	1930	11.215
	1-21-P	0	0	21644	1930	11.215
	2-1-P	0	0	21644	3144	6.883
	2-2-P	0	0	21644	3144	6.883
	2-3-P	0	0	21644	7719	2.804
	2-4-P	0	0	21644	1927	11.231
	2-5-P	0	0	21644	1927	11.231
	2-6-P	0	0	21644	1927	11.231
	2-7-P	0	0	21644	1927	11.231
	2-8-P	0	0	21644	3565	6.071
	2-9-P	0	0	21644	6468	3.346
	2-10-P	0	0	21644	6468	3.346
	2-11-P	0	0	21644	6468	3.346
	2-12-P	0	0	21644	6468	3.346
	2-13-P	0	0	21644	430	50.371
	2-14-P	0	0	21644	1637	13.219
	2-15-P	0	0	21644	1637	13.219
	2-16-P	0	0	21644	977	22.161
	2-17-P	0	0	21644	977	22.161
	2-18-P	0	0	21644	977	22.161
	2-19-P	0	0	21644	977	22.161
	2-20-P	0	0	21644	977	22.161
	2-21-P	0	0	21644	977	22.161
	3-1-P	0	0	21644	3577	6.052
	3-2-P	0	0	21644	3577	6.052
	3-3-P	0	0	21644	3577	6.052
	3-4-P	0	0	21644	3577	6.052
	3-5-P	0	0	21644	9323	2.322
	3-6-P	0	0	21644	3204	6.756
	3-7-P	0	0	21644	3204	6.756
	3-8-P	0	0	21644	3204	6.756





Ip	Is	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
		[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
	3-9-P	0	0	21644	3204	6.756
	3-10-P	0	0	21644	2682	8.069
	3-11-P	0	0	21644	1994	10.857
	3-12-P	0	0	21644	1994	10.857
	3-13-P	0	0	21644	1994	10.857
	3-14-P	0	0	21644	2682	8.069
	3-15-P	0	0	21644	9323	2.322
	3-16-P	0	0	21644	216	100.000
	3-17-P	0	0	21644	216	100.000
	3-18-P	0	0	21644	9323	2.322
	3-19-P	0	0	21644	1872	11.559
	3-20-P	0	0	21644	341	63.503
	3-21-P	0	0	21644	341	63.503
	4-1-S	0	0	40583	37270	1.089
	4-2-S	0	0	40583	37270	1.089
	4-3-S	0	0	40583	37270	1.089
	4-4-S	0	0	40583	37270	1.089
	4-5-S	0	0	40583	37270	1.089
	4-6-S	0	0	40583	37270	1.089
	4-7-S	0	0	40583	8848	4.586
	4-8-S	0	0	40583	188	100.000
	5-1-S	0	0	40583	824	49.266
	5-2-S	0	0	40583	824	49.266
	5-3-S	0	0	40583	17431	2.328
	5-4-S	0	0	40583	17431	2.328
	5-5-S	0	0	40583	17431	2.328
	5-6-S	0	0	40583	17431	2.328
	5-7-S	0	0	40583	8065	5.032
	5-8-S	0	0	40583	8065	5.032
	6-1-S	0	0	40583	2391	16.976
	6-2-S	0	0	40583	1597	25.407
	6-3-S	0	0	40583	1597	25.407
	6-4-S	0	0	40583	1597	25.407
	6-5-S	0	0	40583	1597	25.407
	6-6-S	0	0	40583	1597	25.407
	6-7-S	0	0	40583	1597	25.407
	6-8-S	0	0	40583	1597	25.407
	7-1-S	0	0	40583	334	100.000
	7-2-S	0	0	40583	5908	6.869
	7-3-S	0	0	40583	5908	6.869
	7-4-S	0	0	40583	5908	6.869
	7-5-S	0	0	40583	5908	6.869
	7-6-S	0	0	40583	5908	6.869
	7-7-S	0	0	40583	5908	6.869
	7-8-S	0	0	40583	5908	6.869
	8-1-S	0	0	40583	2433	16.683
	8-2-S	0	0	40583	2433	16.683
	8-3-S	0	0	40583	2433	16.683
	8-4-S	0	0	40583	2433	16.683





Ip	Is	V_{Rcd} [kg]	V_{Rsd} [kg]	V_{Rd} [kg]	T [kg]	FS
	8-5-S	0	0	40583	2433	16.683
	8-6-S	0	0	40583	2433	16.683
	8-7-S	0	0	40583	11073	3.665
	8-8-S	0	0	40583	11073	3.665



10 Conclusioni

Nel presente documento è stato redatto lo studio del progetto di fattibilità tecnica ed economica/definitivo della passerella ciclopedonale di nuova realizzazione in affiancamento all'esistente ponte carrabile lungo la Strada Consolare 72, Rimini - San Marino.

Si è tenuto conto dei seguenti vincoli progettuali:

- Tubazioni di scarico di un fosso interrato sia lato Rimini che San Marino;
- Acquedotto Hera corrente parallela al canale lato Rimini, tubazione DN250;
- Fognatura acque bianche Hera corrente parallela al canale lato San Marino, tubazione DN600;
- Nuova adduttrice Hera DN700 in ghisa in fase di realizzazione;
- Linea Telecom interrata corrente parallela al canale lato San Marino nei pressi della recinzione presente;
- Linea della Media Tensione di E-distribuzione, individuata la presenta ma non la precisa localizzazione.
- Rispetto del franco idraulico imposto;
- posizionamento del nuovo ponte in direzione ortogonale al Torrente Ausa per un imbocco agevole da qualsiasi direzione di provenienza.

Il dimensionamento effettuato ha portato ad una struttura costituita da:

- un impalcato metallico definito dalla Janson Bridging;
- due pali di fondazione per estremità con diametro e lunghezza rispettivamente pari a 1,00 e 17 m;
- cordolo di collegamento tra i pali di fondazione con dimensioni pari a 1,60 x 5,00 x 1,20 m.

Nella fase di progetto esecutivo verranno analizzati nello specifico i dettagli costruttivi e le fasi di cantiere.