

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA

Marciapiedi FFP1 da km 2+547 a km 2+610

Relazione di calcolo

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 10/06/2020	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. R. Zanon

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV. SCALA:

IF28	01	E	ZZ	CL	RI0310	001	B	-
------	----	---	----	----	--------	-----	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	G. Pellegrini	21/02/2020	L. Ongaro	21/02/2020	T. Finocchietti	21/02/2020	R. Zanon 21/02/2020
B	Recepimento istrutoria	G. Pellegrini	10/06/2020	L. Ongaro	10/06/2020	T. Finocchietti	10/06/2020	R. Zanon 10/06/2020

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 2 di 47

Indice

1	PREMESSA	3
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	3
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
4	MATERIALI.....	5
4.1	MAGRONE	5
4.2	CALCESTRUZZO PER GETTI IN OPERA PER ELEVAZIONI.....	5
4.3	CALCESTRUZZO PER GETTI IN OPERA PER FONDAZIONI	5
4.4	ACCIAIO PER C.A.	6
4.5	ACCIAIO PER TIRAFONDI.....	6
5	CODICE DI CALCOLO	7
6	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	8
6.1	GEOMETRIA E MODELLO.....	9
6.2	ANALISI DEI CARICHI	11
6.2.1	CONDIZIONI DI CARICO:	11
7	COMBINAZIONI DI CARICO	21
8	VERIFICHE	22
8.1.1	VERIFICHE SLU	27
8.1.2	VERIFICHE SLE	29
9	SEZIONE IN CORRISPONDENZA DEL PALO T.E.....	30
9.1	CASI DI CARICO CONSIDERATI.....	31
9.2	CONDIZIONI DI CARICO CONSIDERATE	31
9.3	AZIONI ALLA BASE DEL PALO	32
9.4	RISULTATI	36
9.5	VERIFICA A RIBALTAMENTO.....	39
10	PROGETTO DEL PARAPETTO METALLICO	41
11	SINTESI ARMATURE	46

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo marciapiede FFP1 da km 2+247 a 2+608	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 3 di 47

1 PREMESSA

Nell'ambito dell'*Itinerario Napoli-Bari* si inserisce il *Raddoppio della Tratta Apice - Orsara - 1° Lotto Funzionale Apice - Hirpinia* oggetto di progettazione esecutiva.

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Nell'ambito del progetto in premessa è prevista la realizzazione del *Rilevato RI03 – “Struttura scatolare”* dal km 2+427 al km 2+547. Tale rilevato ferroviario è costituito da uno *scatolare in c.a “chiuso”* fondato su pali, di cui l'elaborato IF2801EZZCLRI03000001A, e il marciapiedi dalla progressiva 2+547 alla 2+610 oggetto della relazione. Se ne riporta il posizionamento in planimetria.

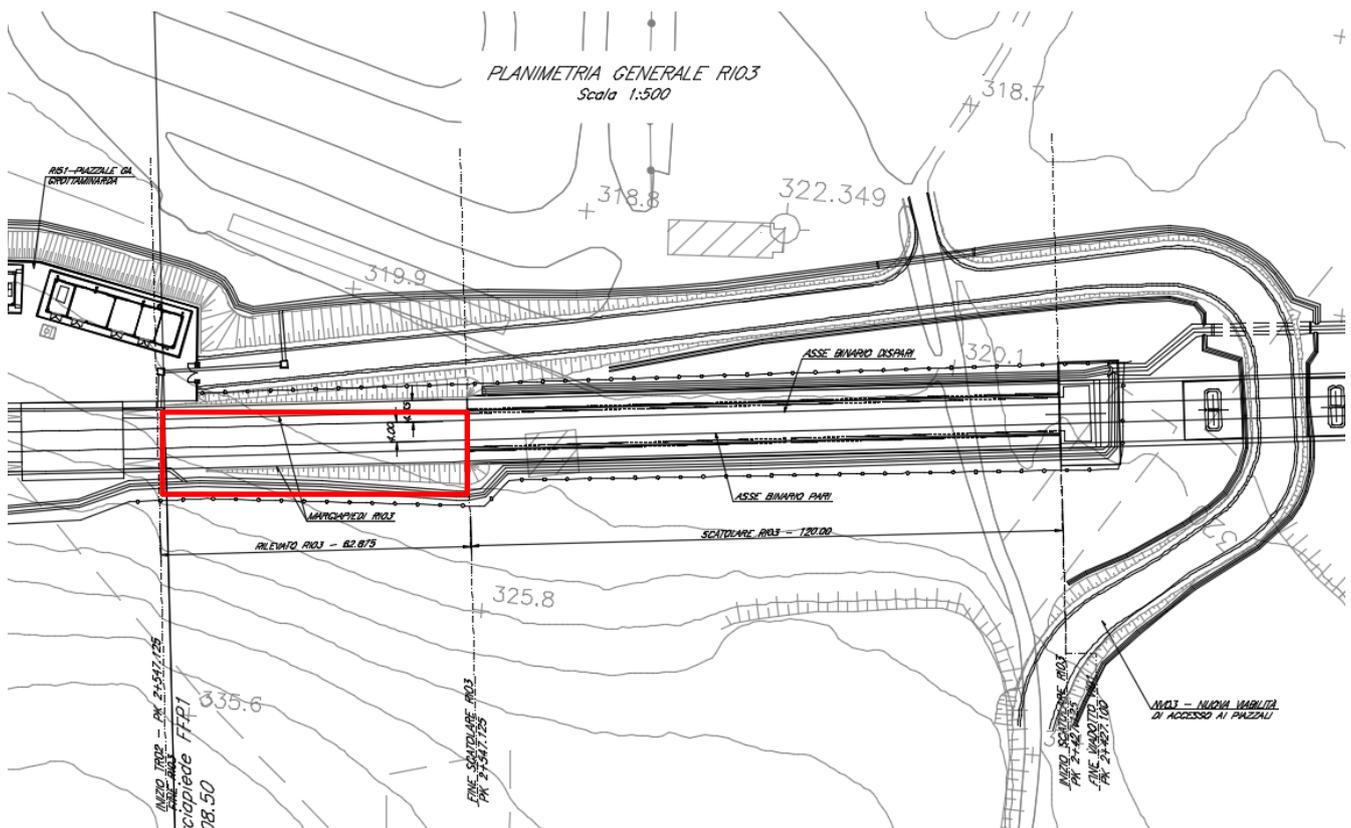


Figura 2-1-Inquadramento dell'opera

I calcoli riportati nel seguito sono da considerarsi validi anche per i manufatti di banchina TR02, TR03 e TR05.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 4 di 47

3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

- Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni»
- Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»
- Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario
- Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 - Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie
- Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 002 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria
- Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 003 - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari
- Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 004 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo
- Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 005 - Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei copri giunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia
- Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 A: "Manuale di progettazione delle opere civili - Parte II - sez.2: Ponti e strutture" del 30/12/2016.
- RFI DTC SI CS MA IFS 001 A: "Manuale di progettazione delle opere civili - Parte II - sez.3: Corpo stradale" del 30/12/2016.
- RFI DTC SI SP IFS 001 A: "Capitolato Generale Tecnico d'appalto delle Opere Civili" del 30/12/2016.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 5 di 47

4 MATERIALI

Si riportano di seguito i materiali previsti per la realizzazione delle strutture, suddivisi per elemento costruttivo.

Per tutte le parti in calcestruzzo, si utilizzeranno additivi anti-ritiro al fine di ridurre almeno del 50% lo sviluppo della contrazione da ritiro.

4.1 MAGRONE

Classe di resistenza minima	C12/15
Classe di esposizione	X0
Calcestruzzo tipo	I

4.2 CALCESTRUZZO PER GETTI IN OPERA PER ELEVAZIONI

Classe di resistenza minima	C32/40		
$R_{ck} =$	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	32	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	40	MPa	valor medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0,85		coeff. rid. Per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1,5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	18,13	MPa	resistenza di progetto
$f_{ctm} =$	3,02	MPa	resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} =$	3,63	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} =$	2,12	MPa	valore caratteristico resistenza a trazione
$E_{cm} =$	33346	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,2		Coefficiente di Poisson
$G_c =$	13894	MPa	Modulo elastico Tangenziale di progetto
Classe di esposizione	XC4		
Calcestruzzo tipo	C2		
Copriferro minimo	50	mm	

4.3 CALCESTRUZZO PER GETTI IN OPERA PER FONDAZIONI

Classe di resistenza minima	C28/35		
$R_{ck} =$	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	28	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	36	MPa	valor medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0,85		coeff. rid. per carichi di lunga durata

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 6 di 47

$g_M =$	1,5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	15,87	MPa	resistenza di progetto
$f_{ctm} =$	2,77	MPa	resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} =$	3,32	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} =$	1,94	MPa	valore caratteristico resistenza a trazione
$E_{cm} =$	32308	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,2		Coefficiente di Poisson
$G_c =$	13462	MPa	Modulo elastico Tangenziale di progetto
Classe di esposizione	XC2		
Calcestruzzo tipo	G2		
Copriferro minimo	40	mm	

4.4 ACCIAIO PER C.A.

B450C

$f_{yk} \geq$	450 MPa	tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	540 MPa	tensione caratteristica di rottura
$(f_t/f_y)_k \geq$	1,15	
$(f_t/f_y)_k <$	1,35	
$\gamma_s =$	1,15	- coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{yd} =$	391,3 MPa	tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	210000 MPa	Modulo elastico di progetto
$\epsilon_{yd} =$	0,196%	deformazione di progetto a snervamento
$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k$	7,50%	deformazione caratteristica ultima

4.5 ACCIAIO PER TIRAFONDI

S355JR

$f_{yk} \geq$	355 MPa	tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	510 MPa	tensione caratteristica di rottura
$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k$	7,50%	deformazione caratteristica ultima

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 7 di 47

5 CODICE DI CALCOLO

In accordo al capitolo 10.2 delle NTC si riporta di seguito origine e caratteristiche del codice di calcolo utilizzato.

Per le analisi delle strutture è stato utilizzato il software Straus7. Le unità di misura adottate sono le seguenti:

- lunghezze: [m]
- forze: [kN]
- temperature: gradi centigradi [C°]

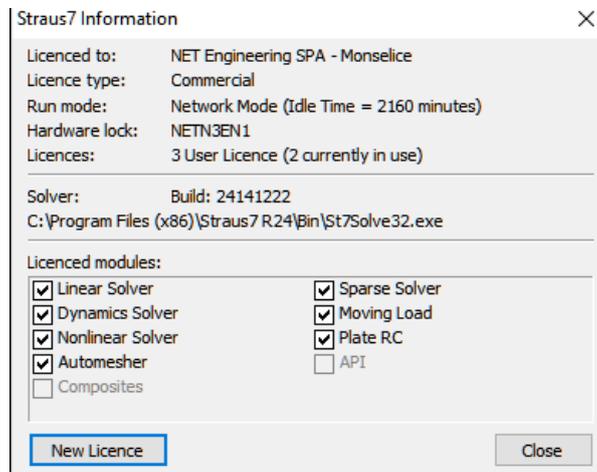


Figura 5-1 – Licenza d'uso

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 8 di 47

6 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La struttura ha altezza pari a 1.80m, larghezza trasversale di 2.40 m e si sviluppa in senso longitudinale per circa 62 m. Lo spessore dei setti è pari a 30 cm. Si riporta di seguito la geometria della sezione da calcolare:

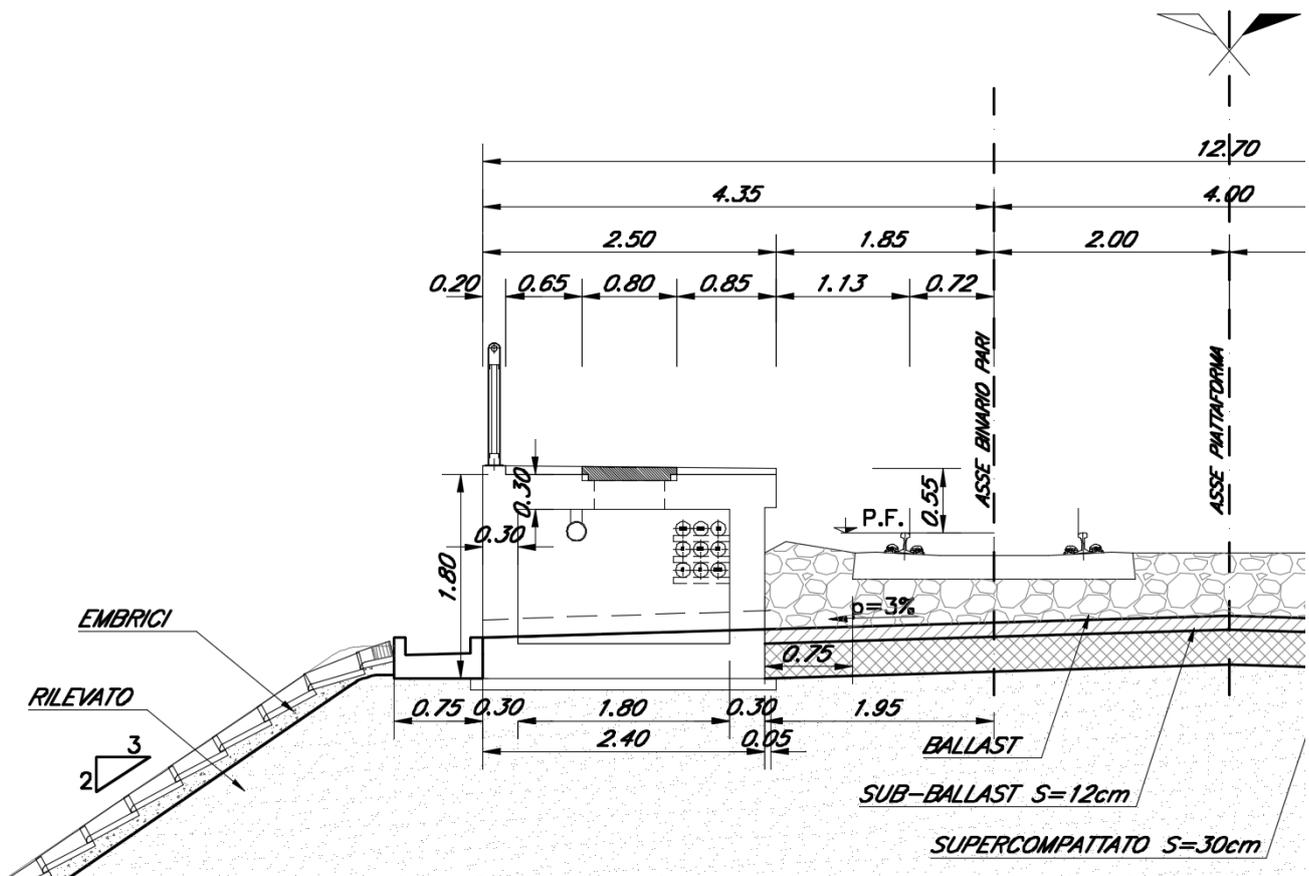


Figura 6-1- Sezione trasversale

Come si vede dall'immagine sopra riportata la struttura poggia direttamente sul rilevato ferroviario di caratteristiche:

- peso in volume $\gamma=20$ kN/mc
- angolo di attrito $\phi'=38^\circ$
- coesione efficace $c'=0$
- Modulo elastico $E=30000$ MPa

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 9 di 47

6.1 GEOMETRIA E MODELLO

Le caratteristiche geometriche principali dell'opera risultano essere:

$S_f =$	0.30 m	Spessore fondazione
$S_s =$	0.30 m	Spessore soletta sup.
$S_p =$	0.30 m	Spessore piedritti
$L_{int} =$	1.80 m	Larghezza utile interna
$L_{tot} =$	2.40 m	Larghezza totale
$H_{int} =$	1.20 m	Altezza libera massima
$H_{tot} =$	1.80 m	Altezza totale massima

Si riporta di seguito la schematizzazione del tombino al fine della modellazione e le sezioni soggette a verifica:

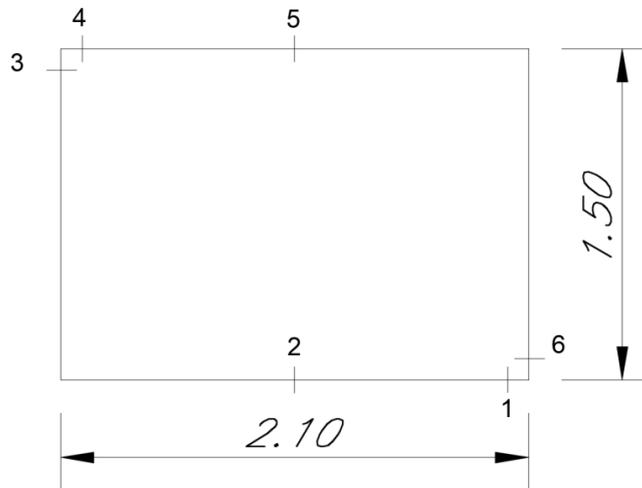


Figura 6-2- Geometria del modello

Il modello attraverso il quale viene schematizzata la struttura è quello di telaio chiuso su letto di molle. La soletta inferiore viene divisa in 10 elementi per poter rappresentare, tramite le molle, l'interazione tra terreno e struttura. La caratteristica elastica della generica molla viene calcolata attraverso la formula di Vogt:

$$k_s = \frac{1.33 * E}{\sqrt[3]{bt^2 * bl}} = 8213 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \right]$$

- k_s costante di sottofondo [kN/m^3];

- bt dimensione trasversale dell'opera, pari a 2.10m;

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 10 di 47

- bl dimensione longitudinale dell'opera, pari a 26 m considerando un concio di queste dimensioni;
- E modulo i Young del terreno, per il rilevato si considera E= 30000 kPa.

Con questo valore si ricavano i valori delle molle:

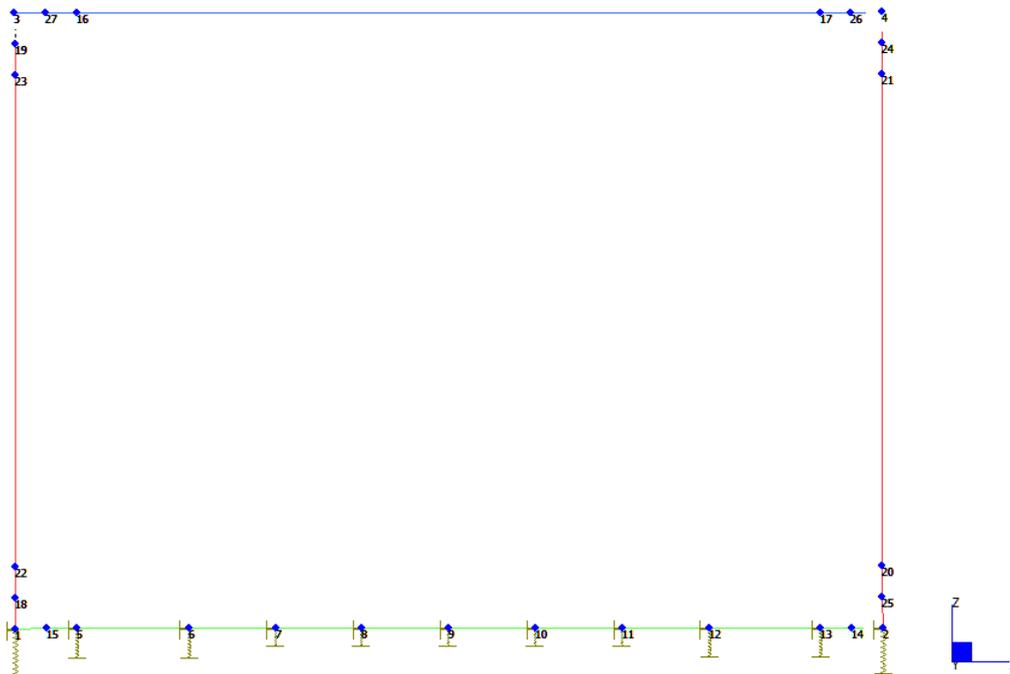
$$k_1=k_2=2*ks*[(Sp/2+Lint+Sp/2)/10/2+ Sp/2]= 4189 \text{ kN/m}$$

$$k_{centr}= ks*[(Sp/2+Lint+Sp/2)/10]=1724 \text{ kN/m}$$

$$k_6=k_7=k_{12}=k_{13}=1.5*k_{centr}=2587 \text{ kN/m}$$

Si applica poi una molla in senso longitudinale alla sezione (direzione x) pari a 1500 kN/ m³.

Si riporta di seguito il modello con la numerazione dei nodi per una più facile comprensione:



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 11 di 47

6.2 ANALISI DEI CARICHI

6.2.1 Condizioni di carico:

- 1) Peso proprio: il peso proprio è calcolato automaticamente dal software.
- 2) Peso marciapiede: sopra la soletta superiore del tombino ci sono 5 cm di calcestruzzo alleggerito, si assume un peso pari a 16 kN/m^3 , si ottiene quindi un carico uniforme sulla soletta pari a $0.05 * 16 * 1 = 0.8 \text{ kN/m}$:

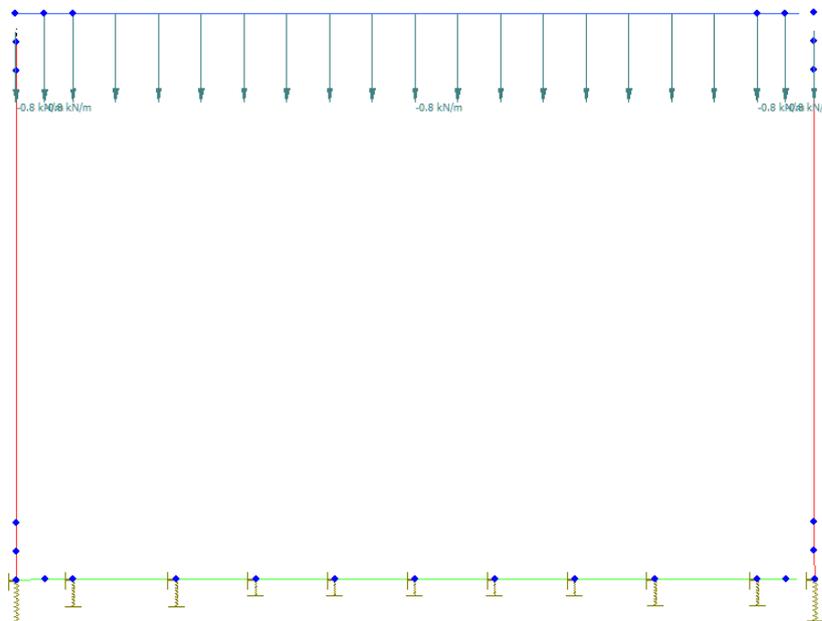


Figura 6-3- carico marciapiede

- 3) Spinta del ballast: come si nota dalla sezione trasversale dell'opera per circa 1.10 m il piedritto lato binario è a contatto con il ballast che produce una spinta pari $S = h * \gamma * k_0$, dove $k_0 = 1 - \tan \phi$ con $\phi = 45^\circ$. Si ha quindi $S = 1.1 * 18 * 0.293 = 5.80 \text{ kN/m}$:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 12 di 47

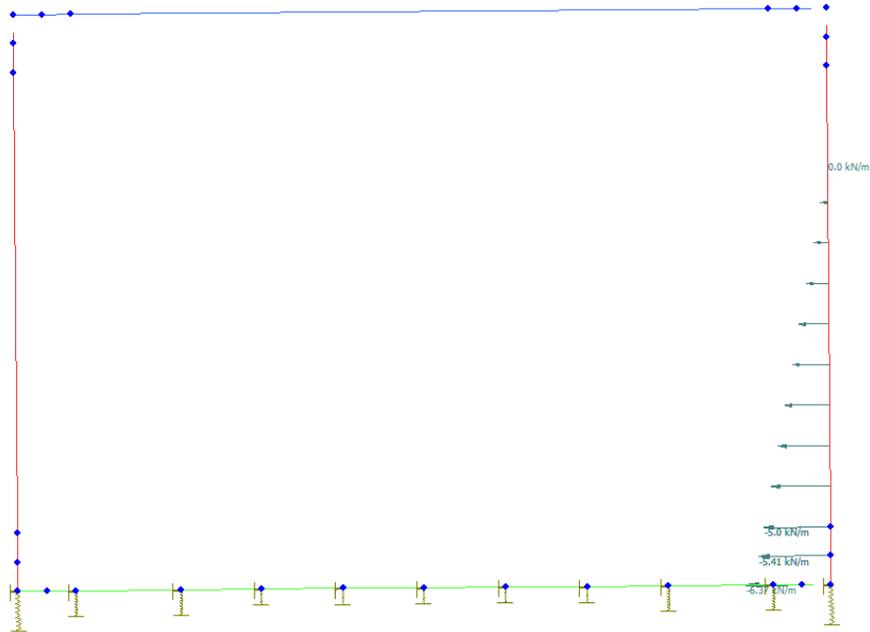


Figura 6-4- Spinta ballast

4) Termica: Si applica una variazione termica pari a $\Delta t = \pm 15^\circ$

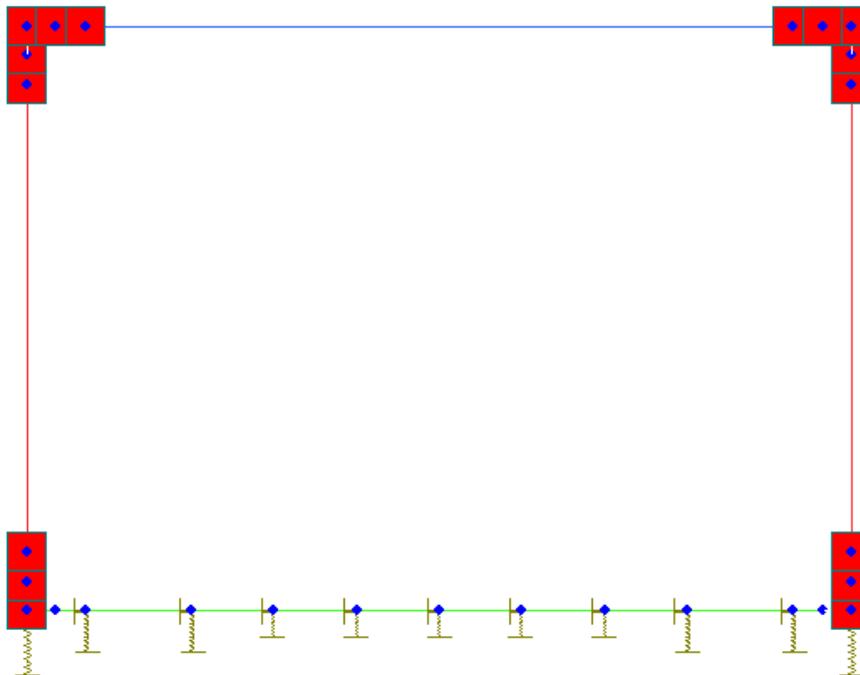


Figura 6-5- Variazione termica

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 13 di 47

5) Folla su marciapiedi: 10kN/m² come da manuale RFI DTC SI PS MA IFS 001 A, cap 2.5.1.4.1.6.

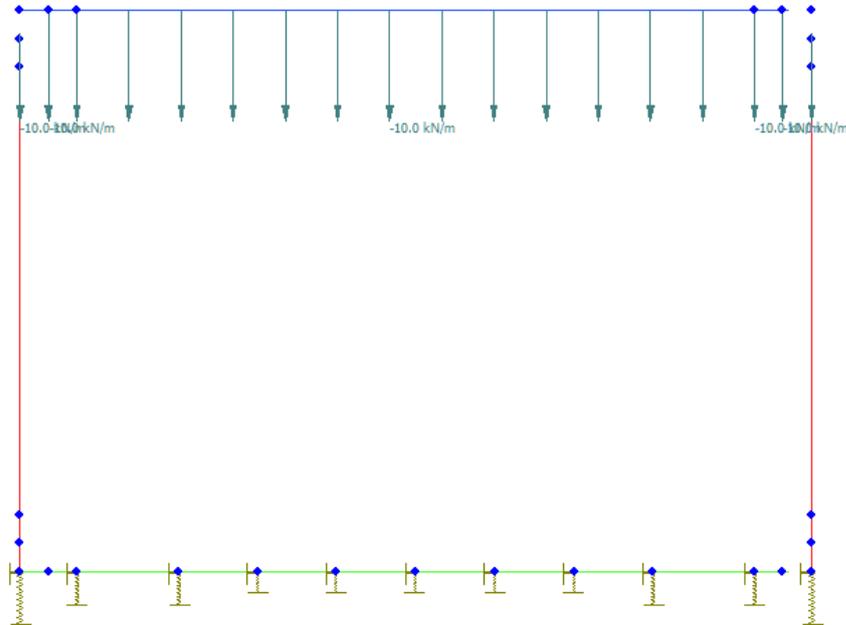


Figura 6-6- Carico da folla

Azioni sismiche:

L'opera in oggetto ricade nel comune di Grottaminarda (AV). Le coordinate utilizzate per il calcolo dell'azione sismica sono le seguenti:

- Longitudine: 15.062261
- Latitudine: 41.085507

L'azione sismica è stata individuata sulla base dei seguenti parametri:

- Vita nominale dell'opera VN =75 anni
- Classe d'uso III
- Coefficiente d'uso Cu = 1.5
- Periodo di riferimento VR=75x1.5=112.5anni
- Categoria sottosuolo C
- Categoria topografica T1

Gli spettri sono stati valutati con il foglio di calcolo excel "SPETTRI-NTC" scaricato dal sito del Consiglio superiore dei lavori pubblici.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 14 di 47
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATTITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione:

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 6-7 – Fase 1 – Individuazione della pericolosità del sito

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE

SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="68"/>
SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="113"/>

Stati limite ultimi - SLU

SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="1068"/>
SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="2193"/>

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

Strategia di progettazione

State of Limit	Ordinary Strategy (TR [anni])	Chosen Strategy (TR [anni])
SLO	68	68
SLD	113	113
SLV	1068	1068
SLC	2193	2193

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 6-8 – Fase 2 – Strategia di progettazione

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 15 di 47
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

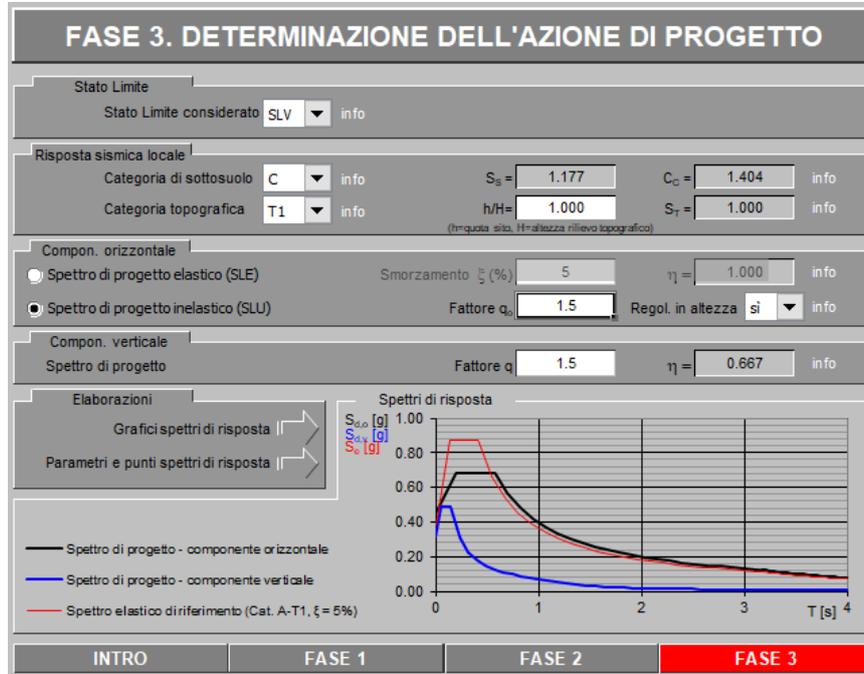


Figura 6-9 – Fase 3 – Azione di progetto

In seguito ad una analisi in frequenza del modello di calcolo, si sono estrapolati i modi di vibrare per le direzioni principali. Di conseguenza, le azioni sismiche sono valutate considerando l'accelerazione spettrale massima in corrispondenza del Plateau per la componente trasversale X e verticale Z mentre in direzione longitudinale Y la struttura ha un periodo di vibrare inferiore a 0.05s per cui l'accelerazione considerata è quella di aggancio allo spettro $a_{max} = a_g \times S$. Gli spettri di progetto utilizzati per la definizione delle azioni sono stati determinati considerando un fattore di struttura q pari a 1.5.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA									
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.		COMMESSA LOTTO IF28 01		CODIFICA E ZZ CL		DOCUMENTO RI0310 001		REV. B		FOGLIO 16 di 47	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo											

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

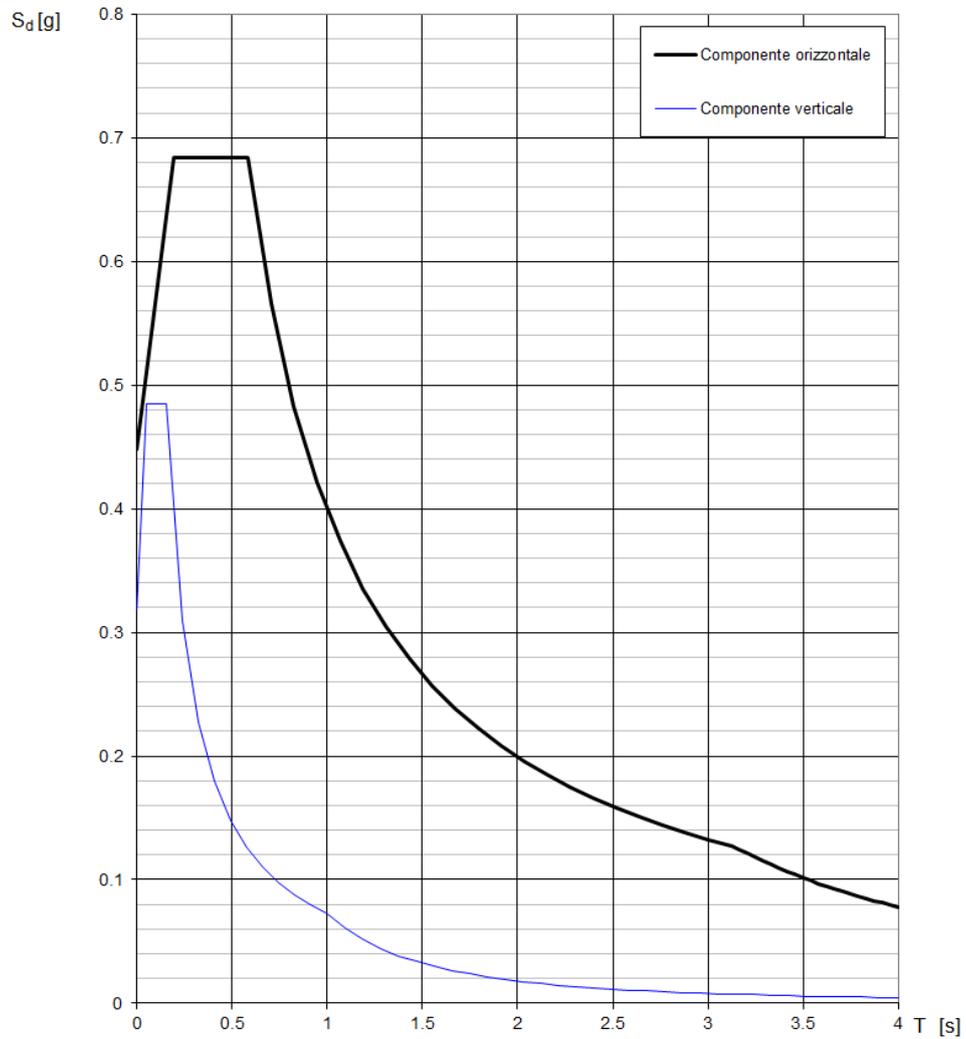


Figura 6-10 – Spettri di risposta in direzione orizzontale e verticale allo SLV

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 17 di 47

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.381 g
F_0	2.287
T_C^*	0.415 s
S_S	1.177
C_C	1.404
S_T	1.000
q	1.500

Parametri dipendenti

S	1.177
η	0.667
T_B	0.194 s
T_C	0.582 s
T_D	3.125 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{1.0 / (5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; § 3.2.3.5})$$

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

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

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

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

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_e(T)$ 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	0.449
0.194	0.684
0.582	0.684
0.703	0.566
0.825	0.483
0.946	0.421
1.067	0.374
1.188	0.335
1.309	0.304
1.430	0.279
1.551	0.257
1.672	0.238
1.793	0.222
1.914	0.208
2.035	0.196
2.156	0.185
2.278	0.175
2.399	0.166
2.520	0.158
2.641	0.151
2.762	0.144
2.883	0.138
3.004	0.133
3.125	0.128
3.167	0.124
3.208	0.121
3.250	0.118
3.292	0.115
3.333	0.112
3.375	0.109
3.417	0.107
3.458	0.104
3.500	0.102
3.542	0.099
3.583	0.097
3.625	0.095
3.667	0.093
3.708	0.091
3.750	0.089
3.792	0.087
3.833	0.085
3.875	0.083
3.917	0.081
3.958	0.079
4.000	0.078

Figura 6-11 – Spettro di risposta in direzione orizzontale allo SLV

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 18 di 47

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{qv}	0.318 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.907
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0.000	0.318
0.050	0.485
0.150	0.485
0.235	0.309
0.320	0.227
0.405	0.180
0.490	0.148
0.575	0.126
0.660	0.110
0.745	0.098
0.830	0.088
0.915	0.079
1.000	0.073
1.094	0.061
1.188	0.052
1.281	0.044
1.375	0.038
1.469	0.034
1.563	0.030
1.656	0.027
1.750	0.024
1.844	0.021
1.938	0.019
2.031	0.018
2.125	0.016
2.219	0.015
2.313	0.014
2.406	0.013
2.500	0.012
2.594	0.011
2.688	0.010
2.781	0.009
2.875	0.009
2.969	0.008
3.063	0.008
3.156	0.007
3.250	0.007
3.344	0.007
3.438	0.006
3.531	0.006
3.625	0.006
3.719	0.005
3.813	0.005
3.906	0.005
4.000	0.005

Figura 6-12 – Spettro di risposta in direzione verticale allo SLV

Per il calcolo dell'azione sismica si utilizza il metodo dell' analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k. Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h \cdot W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v \cdot W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k h e verticale k v k sono valutati mediante le espressioni:

$$k_h = a_{max}/g = 0.449$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 19 di 47

$k_v = \pm 0,5 \times kh = 0.224$

Pertanto avremo in orizzontale:

6) Sisma orizzontale:

$F' = (0.30 \times 25 + 0.6 \times 10 + 0.8) \times 0.449 = 6.42 \text{ kN/m}$ sulla soletta,

$F'' = 0.3 \times 25 \times 0.449 = 3.37 \text{ kN/m}$ sui piedritti;

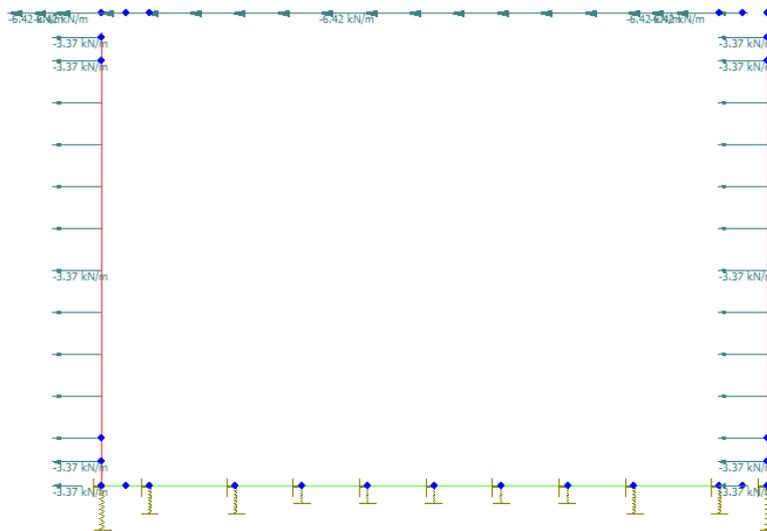


Figura 6-13 –Sisma orrizontale

7) Sisma verticale:

$F_v = (0.3 \times 25 + 0.6 \times 10 + 0.8) \times 0.224 = 3.20 \text{ kN/m}$

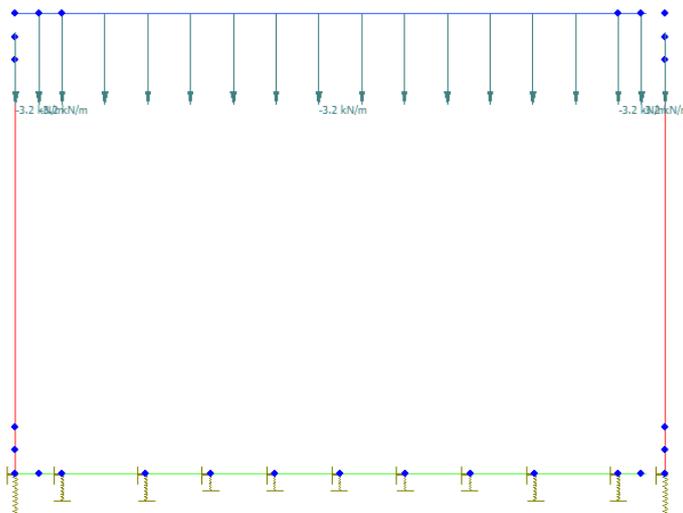


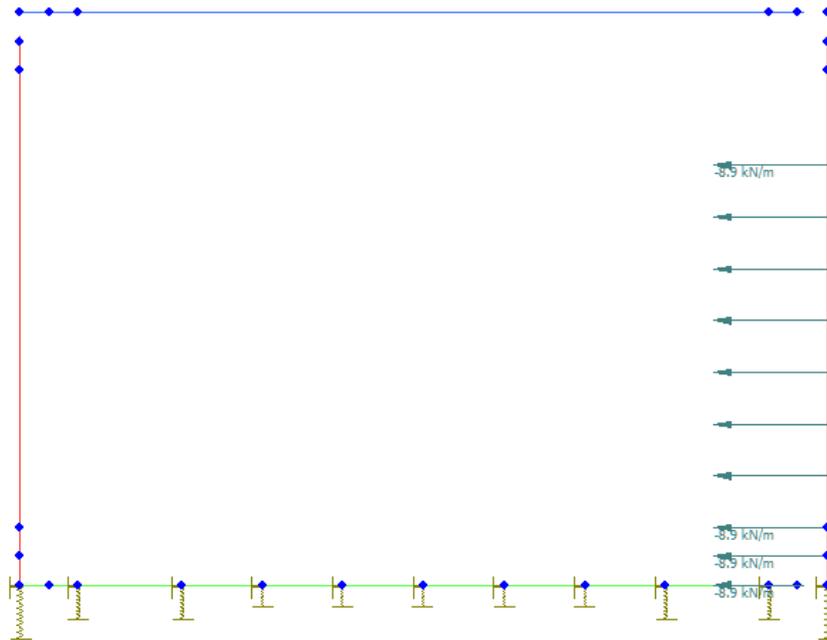
Figura 6-14 Sisma verticale

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 20 di 47

8) Sovrappinta sismica dovuta al ballast:

La spinta del ballast sono determinate con la teoria di Wood, secondo la quale la risultante dell'incremento di spinta dovuto al sisma viene determinato con la seguente espressione:

$$\Delta_{SE} = (a_{max}/g) * \gamma * H^2 = (0.449 * 1.1^2 * 18) / 1.1 = 8.9 \text{ kN/m}$$



APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 21 di 47

7 COMBINAZIONI DI CARICO

Le azioni descritte nei paragrafi precedenti sono combinate tra loro, al fine di ottenere le sollecitazioni di progetto in base a quanto prescritto dal D.M. 14 Gennaio 2008.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

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

$$G_1 + G_2 + \sum_j \Psi_2 \cdot Q_{kj}$$

Nella valutazione dell'azione sismica, la risposta è calcolata unitariamente per le tre componenti come segue:

- $E1 = \pm 1.00 \quad Ex \pm 0.30 \quad Ey \pm 0.30 \quad Ez$
- $E2 = \pm 0.30 \quad Ex \pm 1.00 \quad Ey \pm 0.30 \quad Ez$
- $E3 = \pm 0.30 \quad Ex \pm 0.30 \quad Ey \pm 1.00 \quad Ez$

Con Ex , Ey ed Ez rappresentative rispettivamente dell'azione sismica orizzontale in direzione x e y e verticale z .

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 22 di 47

I casi di carico sopra riportati sono stati combinati nella maniera seguente:

CASES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	SLU1+	SLU2+	SLU3-	SLU4-	RARA 1	RARA 2	RARA 3	RARA 4	FREQ 1	FREQ 2	FREQ 3	QUASI 1	SISMA 1	SISMA 2	SISMA 3	SISMA 4
1: G1_Peso proprio [Freedom Case 1]	1.3	1.3	1.3	1.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2: G2 marciapiede	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3: G2 Spinta ballast da destra [Freedom Case 1]	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4: Termica [Freedom Case 1]	1.5	0.9	-1.5	-0.9	1	0.6	-1	-0.6	0.5	0	-0.5	0	0	0	0	0
5: Folla	1.05	1.5	1.05	1.5	0.7	1	0.7	1	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
6: E_Oriz. 1 [Freedom Case 1]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.3	-1	-0.3
7: E_Vert. 1 [Freedom Case 1]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	1	0.3	1
8: E_Oriz. 2_Sovraspinta sismica dx [Freedom Case 1]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.3	-1	-0.3

8 VERIFICHE

Le sezioni di cui si riportano le sollecitazioni sono rappresentate in figura 12-3, per semplicità si ripropone l'immagine anche in questo paragrafo:

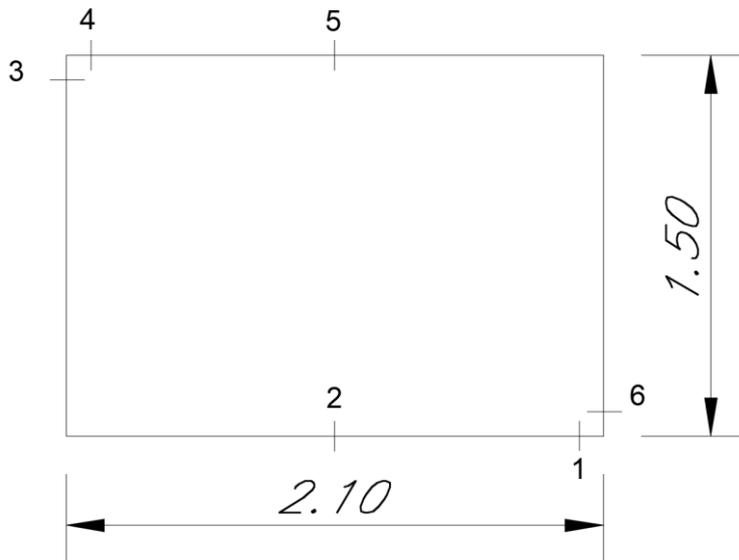


Figura 8-1-Sezioni di verifica

Di seguito le sollecitazioni più gravose e la corrispondente combinazione di calcolo, considerando che le sezioni sono tutte uguali si procede a verificare solamente il caso più gravoso evidenziato nella figura:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA						
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.		COMMESSA IF28		LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 23 di 47
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo								

SEZIONE	H [m]	B [m]	Mmax [kNm]	Ncorr [kN]	Tcorr [kN]	comb	TMAX [kNm]	comb
1	0.3	1	10.3	-	24.1	3	27	2
2	0.3	1	15.2	-	-	1	17.9	13
3	0.3	1	12.6	23.4	12.1	1	12.1	1
4	0.3	1	11.8	12.7	19.4	1	23.4	2
5	0.3	1	15.6	10.6	-	3	8.15	13
6	0.3	1	12.9	35.5	14.3	3	21.4	13

SLU/SLV

SEZIONE	H [m]	B [m]	Mmax [kNm]	comb
1	0.3	1	8.03	7
2	0.3	1	10.5	5
3	0.3	1	8.6	5
4	0.3	1	8.1	5
5	0.3	1	10.7	7
6	0.3	1	8.8	7

RARA

Combinazione 3:

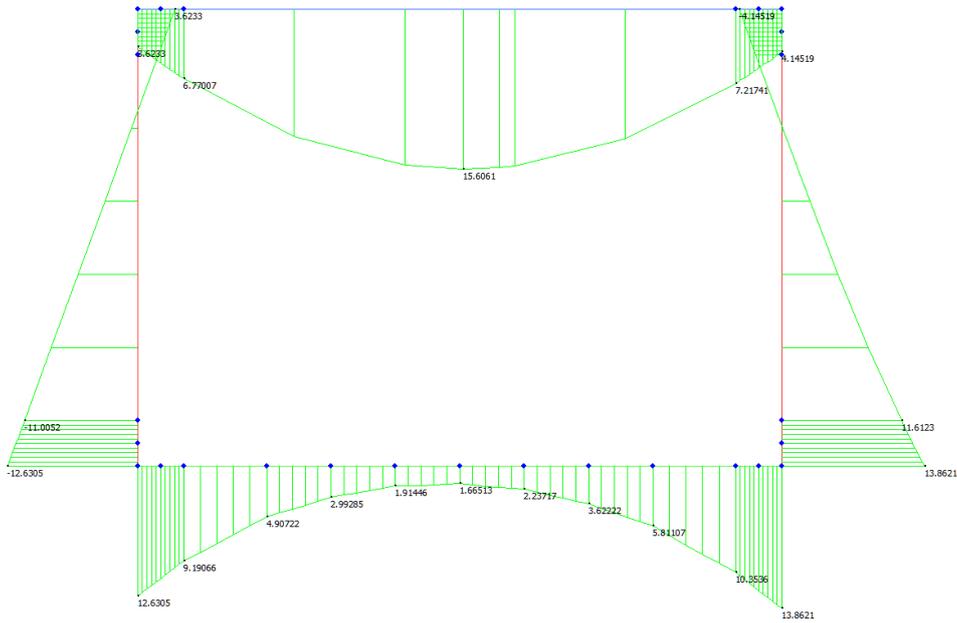


Figura 8-2-combinazione 3 momento sollecitante

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 24 di 47
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

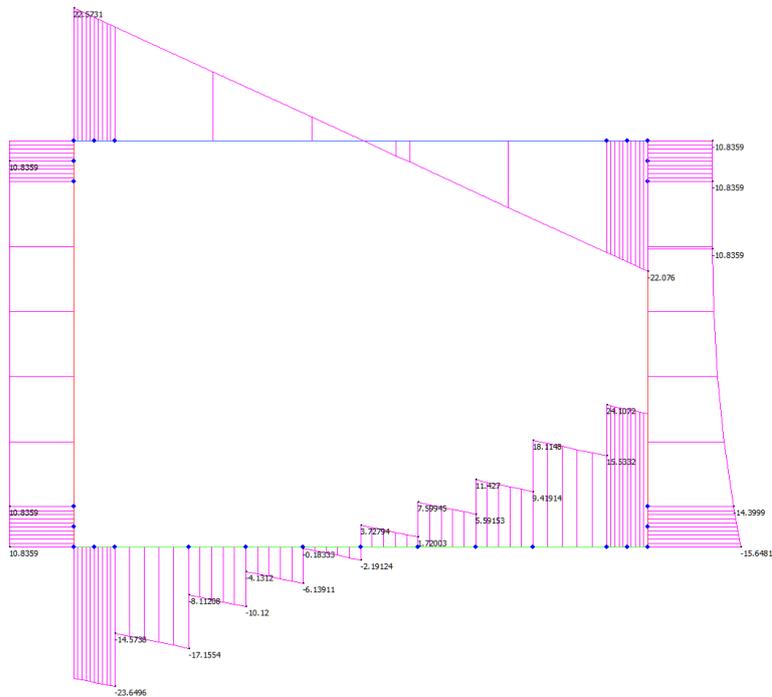


Figura 8-3- combinazione 3 Taglio sollecitante

Combinazione 2:

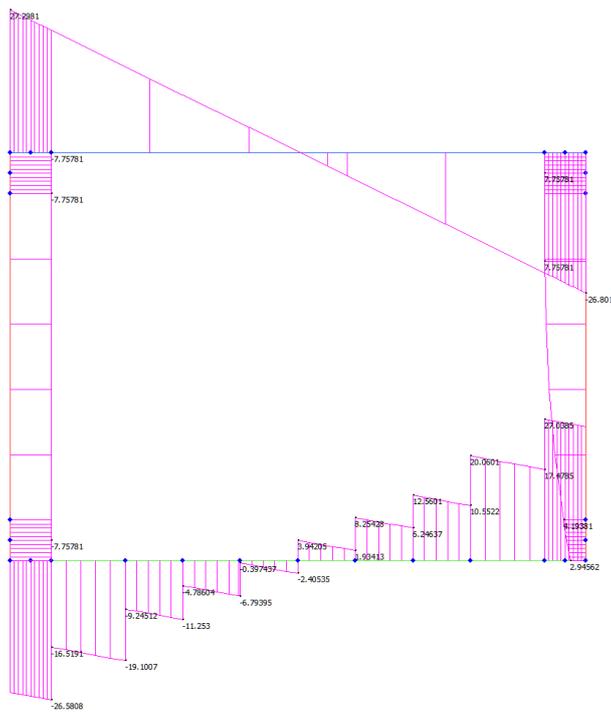


Figura 8-4- taglio sollecitante combinazione 2

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.		RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 25 di 47

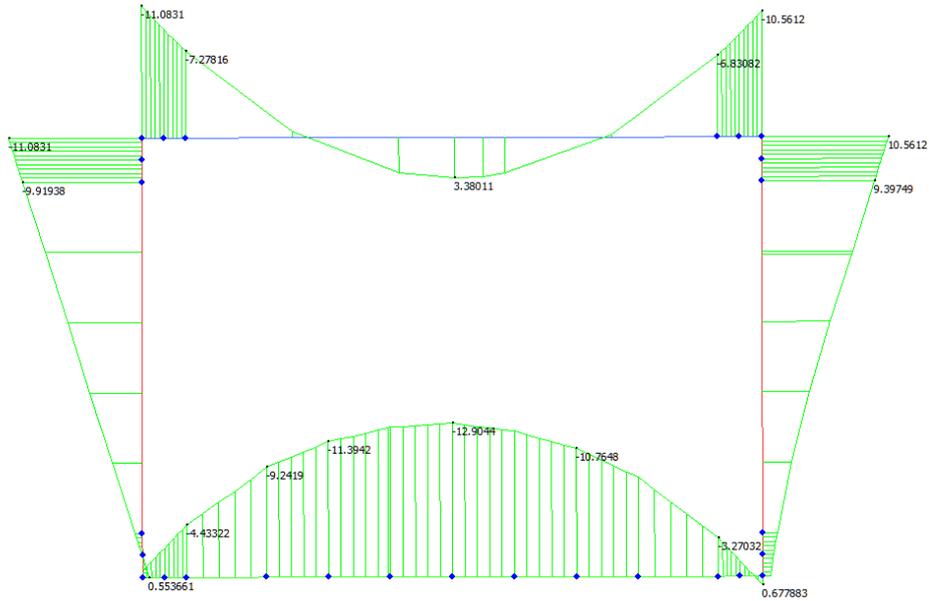


Figura 8-5- momento sollecitante

Combinazione 7 (rara):

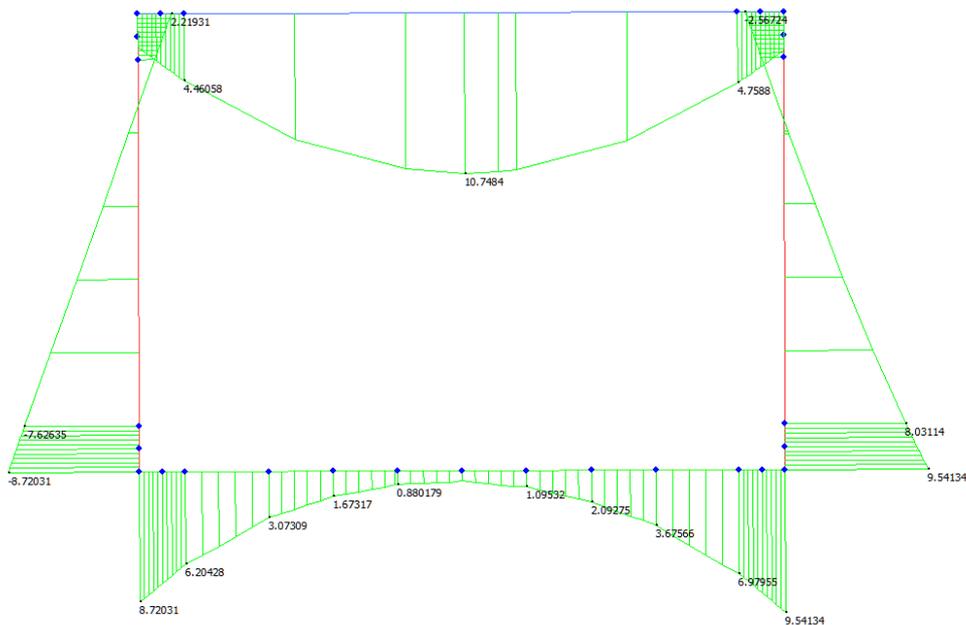


Figura 8-6- momento sollecitante combinazione 7

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo					
	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 26 di 47

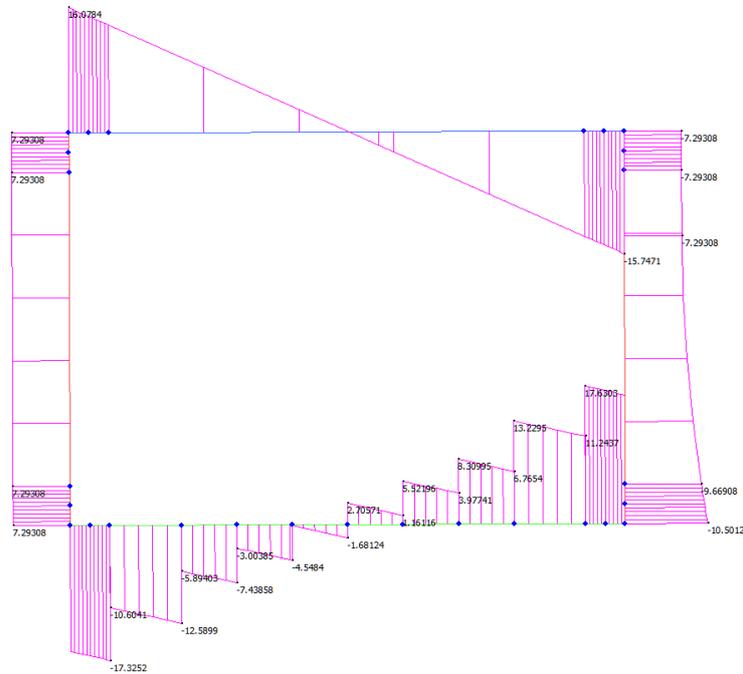


Figura 8-7- Taglio sollecitante combinazione 7

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 27 di 47
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

8.1.1 Verifiche SLU

Si procede a verificare la sezione più sollecitata, considerando a favore di sicurezza lo sforzo normale nullo:

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. The main window displays the following data:

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	30	1	5.65	5
			2	5.65	25

Input parameters for the section:

- Materiali:** B450C, 32/40
- ϵ_{su} : 67.5 ‰, ϵ_{c2} : 2 ‰
- f_{yd} : 391.3 N/mm², ϵ_{cu} : 3.5 ‰
- E_s : 200,000 N/mm², f_{cd} : 18.13
- E_s/E_c : 15, f_{cc}/f_{cd} : 0.8
- ϵ_{syd} : 1.957 ‰, $\sigma_{c,adm}$: 12.25
- $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm², τ_{co} : 0.7333
- τ_{c1} : 2.114

Applied loads and results:

- Sollecitazioni:** S.L.U. Metodo n
- N_{Ed} : 0 kN, M_{Ed} : 15.6 kNm, M_{yEd} : 0
- P.to applicazione N:** Centro
- Metodo di calcolo:** S.L.U. + Metodo n
- Tipo flessione:** Retta
- M_{xRd} : 60.77 kNm
- σ_c : -18.13 N/mm²
- σ_s : 391.3 N/mm²
- ϵ_c : 3.5 ‰, ϵ_s : 25.6 ‰
- d : 25 cm, x : 3.007, x/d : 0.1203
- δ : 0.7

Med=15.6 kNm

Mrd=60.8 kNm > Med VERIFICATO

Si dispongono pertanto 1+1φ12/200.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E Z Z CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 28 di 47

VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$	mm larghezza	$f_{yk} = 450$	MPa	resist. caratteristica
$h = 300$	mm altezza	$\gamma_s = 1.15$		coeff. sicurezza
$c = 50$	mm copriferro	$f_{yd} = 391.3$	MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 32$	MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:		
$\gamma_c = 1.50$	coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 5$	$\emptyset 12$	$= 5.65 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0$	$\emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$d = 250$	mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0$	$\emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 18.13$	MPa resist. di calcolo			5.65 cm^2

• Sollecitazioni (compressione < 0, trazione > 0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 0.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 27.0 \text{ kN}$$

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.894 < 2$$

$$v_{\min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{\min} = 0.516$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.002 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{ed}/A_c < 0.2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0.00 \text{ MPa} < 0.2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / g_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{\min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 109.9 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{\min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 129.1 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 129.1 \text{ kN} \quad \text{assunto pari alla resistenza minima}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 29 di 47

8.1.2 Verifiche SLE

Verifica C.A. S.L.U. - File: soletta inf sez 1

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

Titolo: _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	30	1	5.65	5
			2	5.65	25

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN
M_{xEd} 0 10.7 kNm
M_{yEd} 0 0

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

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

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

Materiali

B450C 32/40

ε_{cu} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰ σ_c -1.596 N/mm²
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰ σ_s 82.27 N/mm²
E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 18.13 ‰ ε_s 0.4113 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ‰ d 25 cm
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 12.25 x 5.635 x/d 0.2254
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333 δ 0.7217
τ_{c1} 2.114

Verifica N° iterazioni: 5

Precompresso

Comb. SLE RARA -		
Rck	40	Mpa
fck	32	Mpa
fctm	3.02	Mpa (per classi <= C50/60)
ofess	2.52	Mpa
Wid	0.015	m3 modulo di reazione sezione ideale, rif. al lembo teso
σG	0.00	Mpa tensione media (baricentrica) dovuta a solo sforzo assiale > 0 trazione
Mfess	38	kNm
Med	10.7	kNm
check	NON FESSURATO	
σs	82	Mpa Tasso di lavoro acciaio (SLE rara)
kt	0.6	kt = 0.4 lungo termine; kt = 0.6 breve termine
fck	32	Mpa
Ecm	33346	Mpa Modulo E = 22000*(fcm/10)^0.3
fct,eff	3.02	Mpa fct,eff = 0.3*fck^(2/3)
Es	210,000	Mpa Modulo acciaio armatura
αe	6.30	αe = Es/Ec
Section width	1000	mm Larghezza sezione
Section depth	300	mm Altezza sezione
c'	50	mm Copri ferro (al baricentro armature) armature tese
d	250	mm Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	56.4	mm Profondità asse neutro
2.5(h-d)	125.0	mm
(h-x)/3	81.2	mm
h/2	150.0	mm
hceff	81.2	mm Altezza efficace
Aceff	81,217	mmq Area efficace
As	565	mmq Area armatura nella zona tesa
pp,eff	0.00696	Percentuale armatura
εsm	0.000235	

Ricapitolando quindi la struttura risulta verificata a taglio e flessione e non è fessurata. Si dispongono quindi 1+1φ12/200 sia in senso trasversale che in senso longitudinale. Inoltre si aggiungono legature per 9 φ10/m².

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B FOGLIO 30 di 47

9 SEZIONE IN CORRISPONDENZA DEL PALO T.E

L'opera si sviluppa longitudinalmente per circa 62 m nei quali ricadono due pali della trazione elettrica LSU18a, come mostrao nella figura seguente.

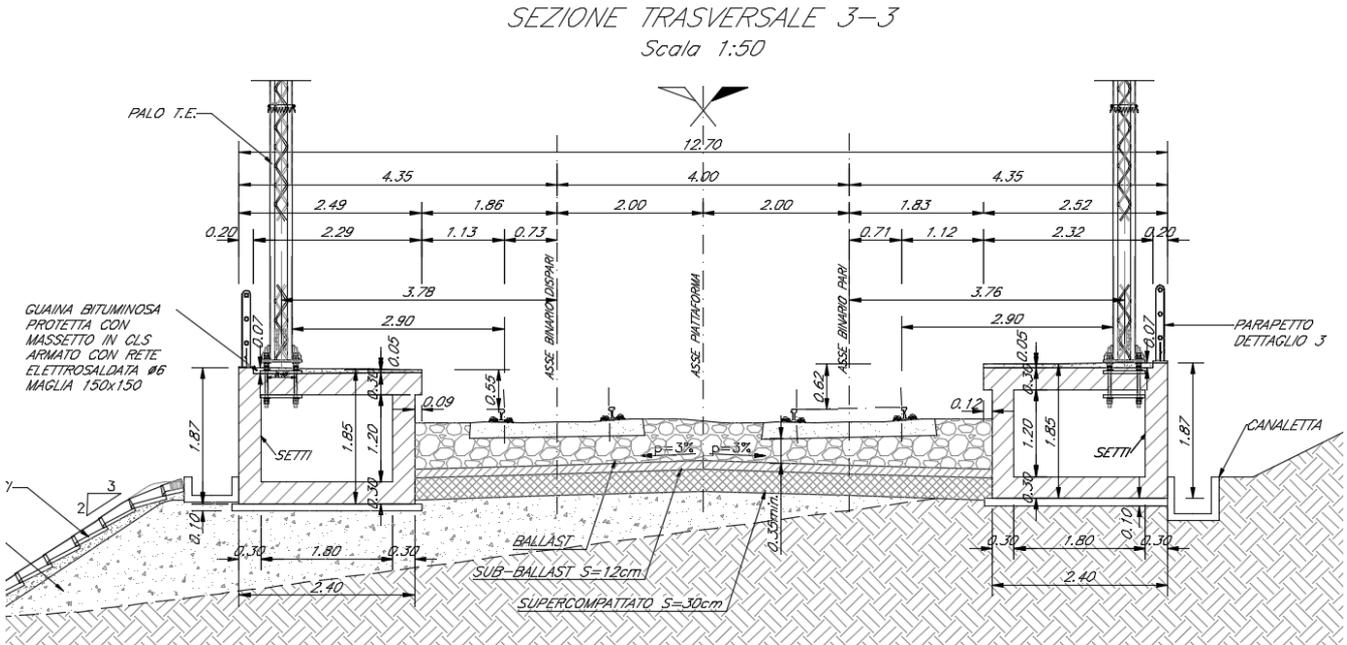
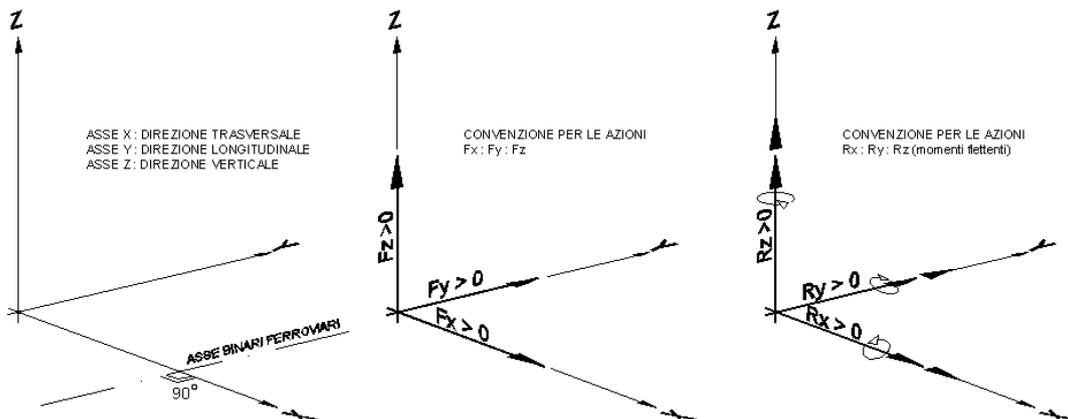


Figura 9-1-Sezione trasversale in corrispondenza del palo T.E

Si considerano quindi nel modello di calcolo gli incrementi dovuti alla presenza del palo.

Il sistema di riferimento delle coordinate globali della struttura, degli spostamenti e delle azioni determinate dai carichi è rappresentato dall'asse delle x orientato perpendicolarmente ai binari ferroviari, mentre l'asse y è longitudinale ad essi. L'asse verticale z è positivo diretto verso l'alto. Per quanto riguarda i valori delle azioni assiali F_x , F_y ed F_z si intendono positivi quando diretti nel verso positivo dei rispettivi assi.



APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 31 di 47

9.1 CASI DI CARICO CONSIDERATI

I casi di carico che si sono considerati e che danno origine alle azioni applicate alle strutture sono rappresentati dal:

- Peso proprio strutturale
- Peso dei conduttori
- Tiro dei conduttori
- Vento in direzione X (positivo/negativo)
- Vento in direzione Y (positivo/negativo)
- Vento aerodinamico (positivo/negativo)
- Sisma in direzione X (positivo/negativo)
- Sisma in direzione Y (positivo/negativo)

Le azioni sono calcolate per ogni caso di carico con coefficienti parziali unitari secondo alla seguente tabella:

Cmb	Peso proprio	Peso Conduttori	Tiro Conduttori	Vento X	Vento Y	Vento aero	Sisma X	Sisma Y
1	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00

9.2 CONDIZIONI DI CARICO CONSIDERATE

Prendendo a riferimento la parte relativa alle verifiche strutturali della CEI EN 50119 si è scelto di considerare tre condizioni di calcolo in base a differenti valori di temperatura esterna (T), velocità del vento (W) e peso dell'eventuale manicotto di ghiaccio (Pg):

Condizione A	Condizione B	Condizione D
T=-20°C	T=+5°C	T=-5°C
W=0 m/s	W=28 m/s (100%)	W=28 m/s (50%)
Pg= 0 N/m	Pg=0 daN/m	Pg=7 N/m

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 32 di 47

In via cautelativa si è adottata una velocità del vento pari a 28 m/sec ed un peso del manicotto di ghiaccio pari a 7 N/m. La normativa EN50119 prevede che, in presenza del manicotto di ghiaccio, si possano tenere in conto al 50% le azioni del vento agenti sui conduttori e sui sostegni.

In forma tabellare si riassumono le pressioni da considerare nelle condizioni analizzate:

Calcolo delle pressioni agenti sui conduttori (EN 50119:2010-05 §6.2.4 e segg.)

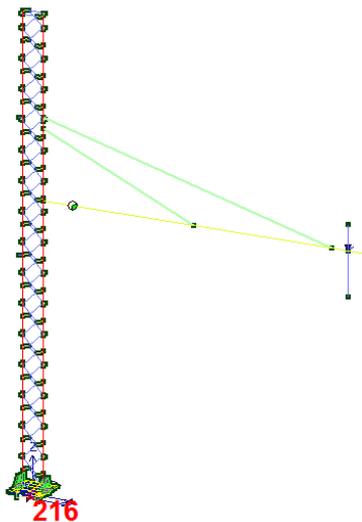
Cond.	Gq	Gt	Vr	Ro	T	H	h	qk	Gk	Cc	qwcd	qwcs
-	-	-	(m/sec)	(kg/mc)	(K)	(m)	(m)	(daN/mq)	-	-	(daN/mq)	(daN/mq)
B	2,05	1	28	1,268	278	0	10	101,86	0,75	1	76,4	61,1
D	2,05	1	28	1,315	268	0	10	105,66	0,75	1	39,6	31,7

Calcolo delle pressioni agenti sulle strutture (EN 50119:2010-05 §6.2.4 e segg.)

Cond.	Gstr	CcstrT	CcstrL	qwstrT	qwstrL
-	-	-	-	(daN/mq)	(daN/mq)
B	1	1,4	1,4	142,6	142,6
D	1	1,4	1,4	74	74

Si tralasciano le azioni nella condizione di carico A in quanto i valori risultano meno significativi e dunque meno gravosi delle condizioni B e C riportate in seguito.

9.3 AZIONI ALLA BASE DEL PALO



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 33 di 47

Condizione di carico B

Nodo	Cmb	Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY	Azione RZ
		daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
216	Peso proprio	0.0	0.0	-605.02	-1426.77	1.971e+04	2.01e-04
216	Peso conduttori	0.0	3.89e-06	-299.64	-1.052e+04	1.402e+05	1.55e-03
216	Tiro conduttori	203.05	13.32	0.0	-6867.53	1.010e+05	240.00
216	Vento X+	583.79	13.36	0.0	-6887.69	2.730e+05	240.61
216	Vento X-	-583.79	-13.36	0.0	6887.69	-2.730e+05	-240.61
216	Vento Y+	0.0	165.16	0.0	-7.061e+04	1.62	-7.76e-05
216	Vento Y-	0.0	-165.16	0.0	7.061e+04	-1.62	7.76e-05
216	Vento aero+	18.24	0.0	0.0	0.0	3907.39	-1.50e-06
216	Vento aero-	-18.24	0.0	0.0	0.0	-3907.39	1.50e-06
216	Sisma X+	130.19	0.81	0.0	-418.41	7.222e+04	14.60
216	Sisma X-	-130.19	-0.81	0.0	418.41	-7.222e+04	-14.60
216	Sisma Y+	0.0	119.66	0.0	-6.680e+04	1.55	177.76
216	Sisma Y-	0.0	-119.66	0.0	6.680e+04	-1.55	-177.76

Condizione di carico D

Nodo	Cmb	Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY	Azione RZ
		daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
216	Peso Proprio	0.0	0.0	-605.02	-1426.77	1.971e+04	2.01e-04
216	Peso conduttori	-1.36e-06	5.76e-06	-485.48	-1.557e+04	2.064e+05	2.29e-03
216	Tiro conduttori	213.15	13.32	0.0	-6867.53	1.064e+05	240.00
216	Vento X+	498.89	16.79	0.0	-8658.85	2.417e+05	302.46
216	Vento X-	-498.89	-16.79	0.0	8658.85	-2.417e+05	-302.46
216	Vento Y+	0.0	85.72	0.0	-3.665e+04	0.84	-4.03e-05
216	Vento Y-	0.0	-85.72	0.0	3.665e+04	-0.84	4.03e-05
216	Vento aero+	18.24	0.0	0.0	0.0	3907.39	-1.50e-06
216	Vento aero-	-18.24	0.0	0.0	0.0	-3907.39	1.50e-06
216	Sisma X+	130.19	0.81	0.0	-418.41	7.222e+04	14.60
216	Sisma X-	-130.19	-0.81	0.0	418.41	-7.222e+04	-14.60
216	Sisma Y+	0.0	119.66	0.0	-6.680e+04	1.55	177.76
216	Sisma Y-	0.0	-119.66	0.0	6.680e+04	-1.55	-177.76

La condizione di carico B viene associata e combinata opportunamente alle combinazioni di carico dello scatolare con temperatura positiva (comb1 e comb2). La condizione di carico D invece si combina con le combinazioni a temperatura negativa (comb 3 e 4). Il vento che genera tiro nei conduttori, a favore di sicurezza, viene combinato come se fosse un carico permanente portato con coefficiente 1.5 in entrambi i casi. Lo stesso ragionamento viene applicato alle combinazioni rare.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 34 di 47

Si sono quindi moltiplicati i valori caratteristici delle azioni sollecitanti con gli opportuni coefficienti di sicurezza SLU e SLE ottendo i valori da introdurre nel modello di calcolo:

CONDIZIONE B combinata							
Nodo	Cmb	Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY	Azione RZ
		daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
216	Peso proprio	0	0	-786.526	-1854.801	25623	0.0002613
216	Peso conduttori	0	5.84E-06	-449.46	-15780	210300	0.002325
216	Tiro conduttori	304.575	19.98	0	-10301.295	151500	360
216	Vento X+	875.685	20.04	0	-10331.535	409500	360.915
216	Vento X-	-875.685	-20.04	0	10331.535	-409500	-360.915
216	Vento Y+	0	247.74	0	-105915	2.43	-0.0001164
216	Vento Y-	0	-247.74	0	105915	-2.43	0.0001164
216	Vento aero+	27.36	0	0	0	5861.085	-2.25E-06
216	Vento aero-	-27.36	0	0	0	-5861.085	2.25E-06
216	Sisma X+	130.19	0.81	0	-418.41	7.22E+04	14.6
216	Sisma X-	-130.19	-0.81	0	418.41	-7.22E+04	-14.6
216	Sisma Y+	0	119.66	0	-6.68E+04	1.55	177.76
216	Sisma Y-	0	-119.66	0	6.68E+04	-1.55	-177.76

CONDIZIONE D combinata							
Nodo	Cmb	Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY	Azione RZ
		daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
216	Peso proprio	0	0	-786.526	-1854.801	25623	0.0002613
216	Peso conduttori	-2.04E-06	8.64E-06	-728.22	-23355	309600	0.003435
216	Tiro conduttori	319.725	19.98	0	-10301.295	159600	360
216	Vento X+	748.335	25.185	0	-12988.275	362550	453.69
216	Vento X-	-748.335	-25.185	0	12988.275	-362550	-453.69
216	Vento Y+	0	128.58	0	-54975	1.26	-6.045E-05
216	Vento Y-	0	-128.58	0	54975	-1.26	6.045E-05
216	Vento aero+	27.36	0	0	0	5861.085	-2.25E-06
216	Vento aero-	-27.36	0	0	0	-5861.085	2.25E-06
216	Sisma X+	130.19	0.81	0	-418.41	7.22E+04	14.6
216	Sisma X-	-130.19	-0.81	0	418.41	-7.22E+04	-14.6
216	Sisma Y+	0	119.66	0	-6.68E+04	1.55	177.76
216	Sisma Y-	0	-119.66	0	6.68E+04	-1.55	-177.76

Si trascurano i carichi dovuti al sisma perché non dimensionanti per la struttura in esame.

Sommando i vari contributi si ottengono le seguenti sollecitazioni più gravose:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 35 di 47
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

COMB 1-2 SLU (B)					
N	-12.36				
FX	12.08				
FY	0.40	VENTO POSITIVO X		FY	2.68
MX	-3.83			MX	-13.39
My	80.28			My	38.74
					VENTO POSITIVO Y

COMB rara					
N	-9.05				
FX	8.05				
FY	0.27	VENTO POSITIVO X		FY	1.78
MX	-2.57			MX	-8.94
My	53.78			My	26.09
					VENTO POSITIVO Y

COMB 3-4 SLU (D)					
N	-15.15				
FX	10.95				
FY	0.45	VENTO POSITIVO X		FY	1.49
MX	-4.85			MX	-9.05
My	86.32			My	49.48
					VENTO POSITIVO Y

COMB rara					
N	-10.91				
FX	7.30				
FY	0.30	VENTO POSITIVO X		FY	0.99
MX	-3.25			MX	-6.05
My	57.81			My	33.25
					VENTO POSITIVO Y

Figura 9-2 Carichi combinati introdotti nel modello di calcolo [kN, kNm]

Si considera un angolo di diffusione del carico di 45° che genera, dal bordo della piastra al bordo del piedritto lato binario, una larghezza di diffusione pari a 3.65m. Si diffonde a favore di sicurezza solamente il momento My.

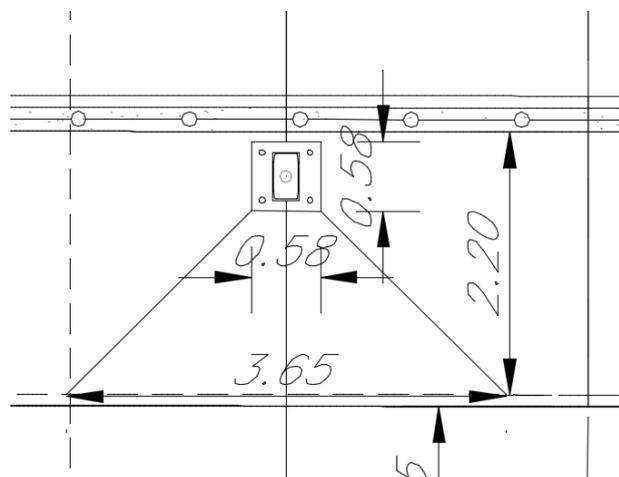


Figura 9-3 Larghezza di diffusione

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 36 di 47

9.4 RISULTATI

L'introduzione dei carichi generati dal palo TE inducono, nel caso di temperatura positiva, un aumento del momento all'incastro lato binario di quasi due volte, $M_{ed}=21.6 \text{ kNm}$

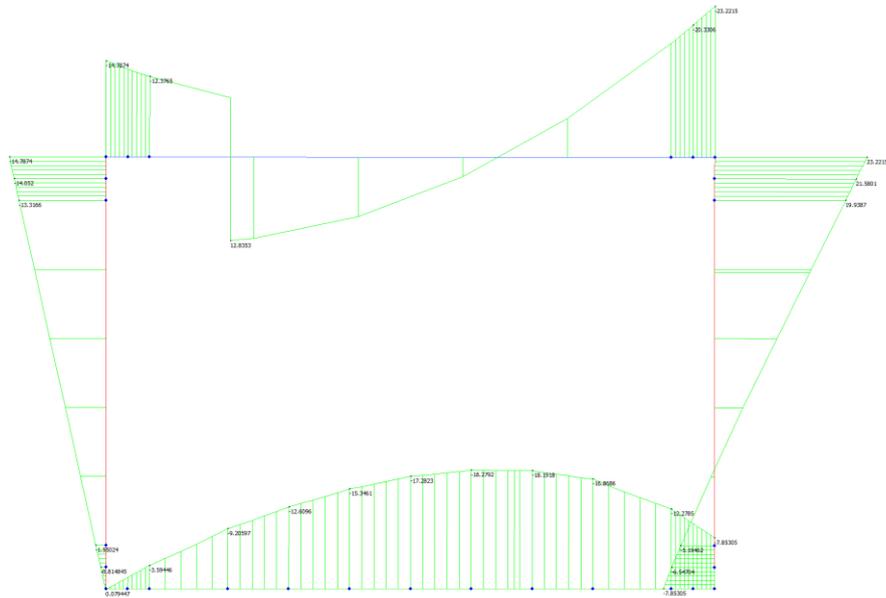


Figura 9-4 Momenti flettenti temperatura positiva

Lo stesso incremento si verifica nel caso di temperatura negativa per il momento positivo, $M_{ed}= 31.3 \text{ kNm}$:

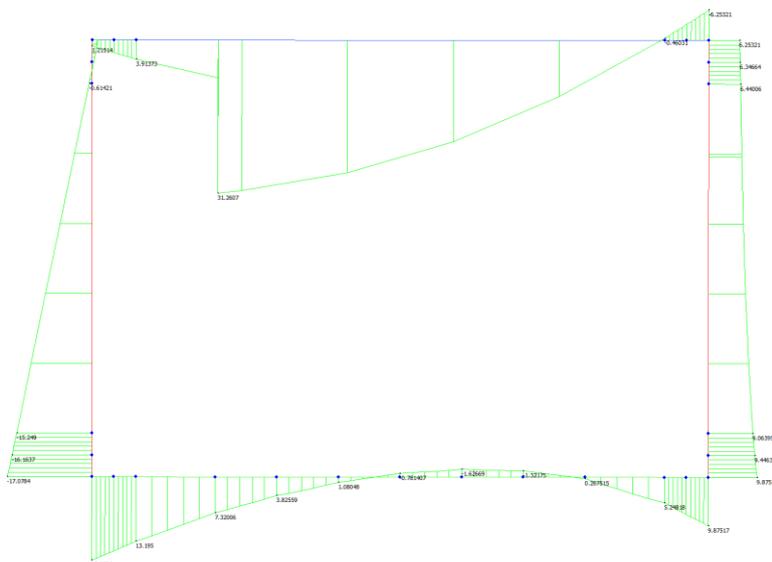


Figura 9-5 Momenti flettenti temperatura negativa

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 37 di 47

Infine il massimo taglio sollecitante risulta essere pari a 40.2627 kN come si vede nella figura seguente:

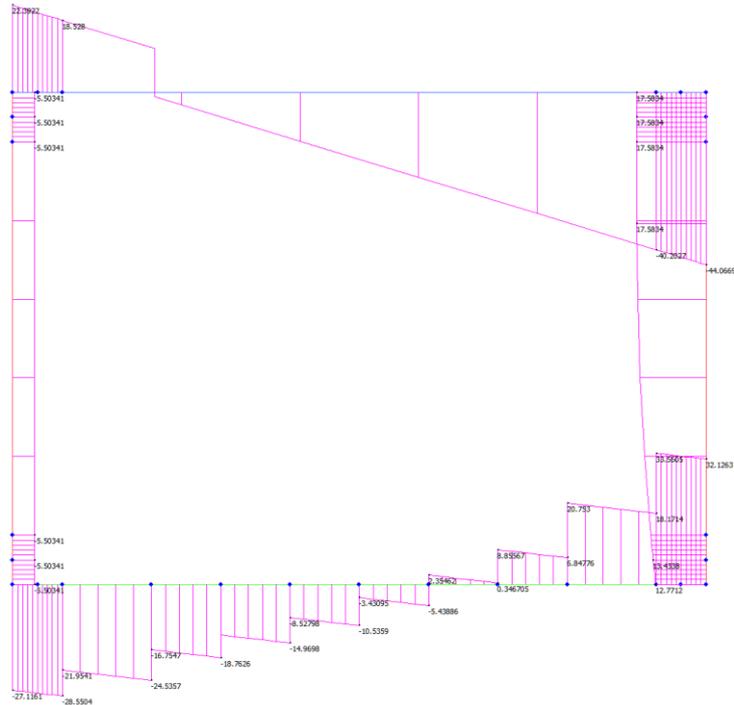


Figura 9-6 Massimo taglio sollecitante (temperatura negativa)

La struttura è stata progettata con sezioni armate da 1+1 ϕ 12/200mm sia longitudinalmente che trasversalmente, con momenti e tagli resistenti superiori a quelli appena citati. In ogni caso si dispone a favore di sicurezza l'armatura che segue:

- dir. trasversale x (perpendicolare ai binari): 1+1 ϕ 12/100mm su soletta superiore, piedritti e soletta inferiore. Si estende tale raffittimento per 4m in corrispondenza della piastra di base del palo (2m prima e 2m dopo).
- dir. longitudinale y (parallelo ai binari): armatura di ripartizione 1+1 ϕ 12/100mm su superiore, piedritti e soletta inferiore. Si estende tale raffittimento per 4m in corrispondenza della piastra di base del palo.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 38 di 47

Per quanto riguarda la condizione di esercizio la soletta superiore (massimo momento sollecitante pari a 20.1 kNm) non risulta fessurata essendo il momento di fessurazione calcolato in precedenza pari a 38 kNm.

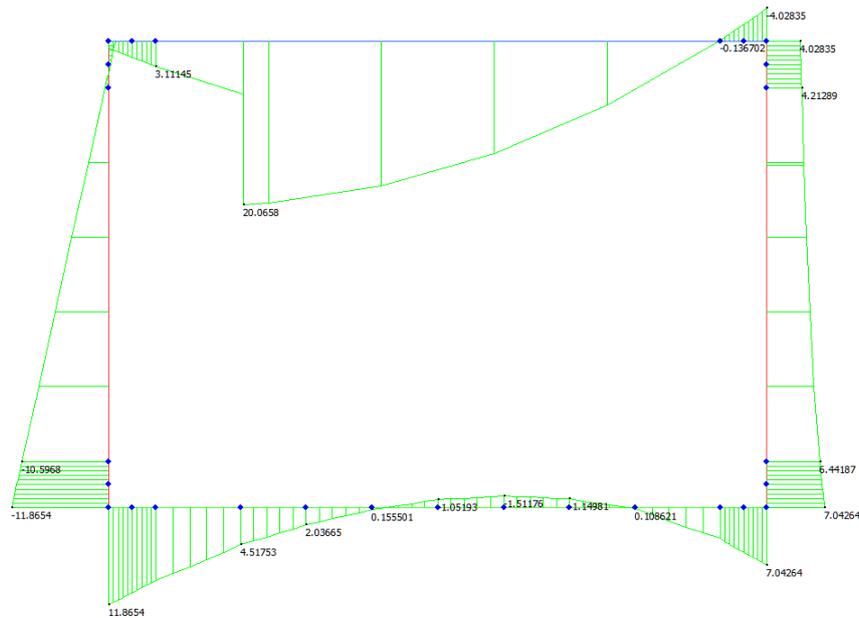


Figura 9-7 Condizione rara con massimo momento sollecitante

Il palo LSU 18a, come da standard tecnologici RFI, ha una piastra 580x580 mm con tirafondi $\phi 45$ mm disposti come segue:

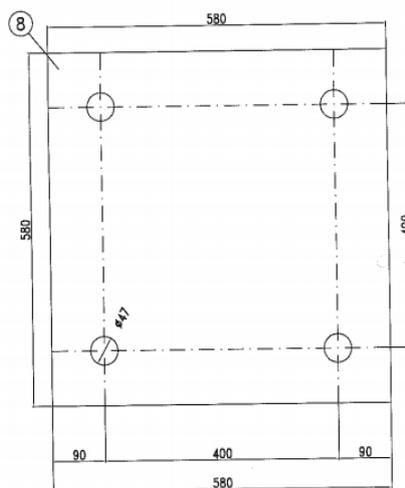


Figura 9-8 Piastra e disposizione tirafondi LSU18a

I tirafondi sono soggetti, nella condizione più gravosa alle seguenti sollecitazioni di tiro (si trascura il contributo dello sforzo normale perché favorevole):

$$F_{ted} = (M/0.9d)/2 = (86.32/(0.9*0.49))/2 = 98 \text{ kN}$$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 39 di 47

La resistenza a trazione è la seguente:

$$F_{t,Rd} = 0.9 \cdot F_{tbk} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 0.9 \cdot 470 \cdot 1217.7 / 1.25 = 412 \text{ kN}$$

La verifica è soddisfatta.

Il taglio sollecitante è pari a $F_{v,ed} = 10.95 \text{ kN} / 4 = 2.74 \text{ kN}$

Il taglio resistente è pari: $F_{v,Rd} = 0.6 \cdot F_{tbk} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 0.6 \cdot 470 \cdot 1217.7 / 1.25 = 275 \text{ kN}$

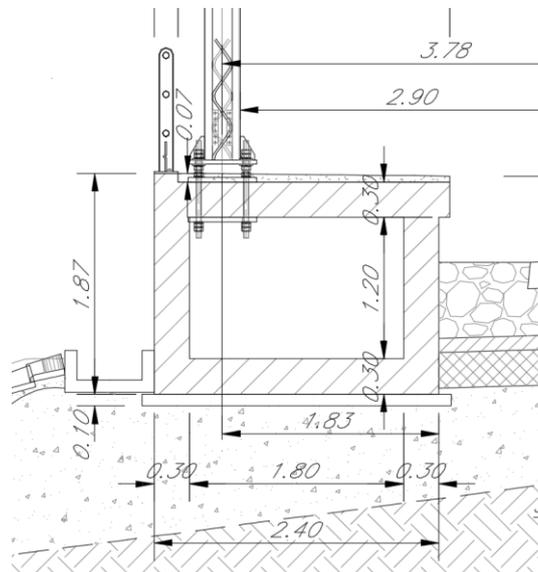
La verifica è soddisfatta.

La verifica combinata taglio/ trazione risulta anch'essa ampiamente verificata in quanto:

$$F_{v,ed} / F_{v,Rd} + F_{t,ed} / 1.4 F_{t,Rd} = 0.01 + 0.169 = 0.179 < 1.0$$

9.5 VERIFICA A RIBALTAMENTO

Si riporta di seguito la verifica a ribaltamento (EQU) del concio di lunghezza pari a 26 m a dimostrazione del fatto che non vi è nessun rischio che il palo possa far ribaltare la struttura:



Se si considerasse il caso di vento negativo, M_y sarebbe positivo ma in valore assoluto minore rispetto al caso di vento positivo esplicitato precedentemente. Pertanto si considera il caso di vento positivo che massimizza il momento M_y . Inoltre per il calcolo del momento stabilizzante, a favore di sicurezza, non si considerano i carichi portati, ma solamente il peso proprio della struttura e del palo.

$$N_p = 10.91 \text{ kN}$$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 40 di 47

$M_y = 57.81 \text{ kN}$

$V_x = 7.3 \text{ kN}$

$W = 1428.7 \text{ kN}$

$M_s = 0.9 * (1428.7 * 1.2 * 1.5 + 10.91 * 1.83) = 1561 \text{ kNm}$

$M_r = 57.81 * 1.5 + (7.3 * 1.87) * 1.5 = 107.2 \text{ kN}$

$F_s = 1561 / 107.2 = 14.5$, la verifica risulta ampiamente verificata.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 41 di 47

10 PROGETTO DEL PARAPETTO METALLICO

Si riporta di seguito la verifica degli ancoraggi del parapetto metallico installato sul bordo esterno del marciapiede.

Lo schema di calcolo utilizzato per determinare le sollecitazioni alla base del montante del parapetto metallico è quello di mensola incastrata alla base con altezza di un metro (altezza del montante del parapetto).

Il parapetto metallico è costituito da montanti disposti con interasse di 1.50 metri. In cima al parapetto è stato considerato un sovraccarico accidentale, così come indicato in normativa, di 3.00 kN/m. Considerando l'interasse dei montanti del parapetto pari a 1.50 metri, la forza in testa alla mensola vale:

$$F = 3.00 \frac{kN}{m} * 1.50 m = 4.50 kN$$

Il parapetto metallico considerato ha un peso proprio 0.23 kN/m:

$$G_{1,parap} = 0.23 \frac{kN}{m} * 1.50 m = 0.345 kN$$

Il collegamento tra parapetto metallico e parapetto in calcestruzzo è dimensionato allo stato limite ultimo per cui la forza applicata in testa alla mensola:

$$F = \gamma_q * Q_k = 1.50 * 4.50 = 6.75 kN$$

$$G_{1,parap} = \gamma_g * G_1 = 1.30 * 0.345 = 0.45 kN$$

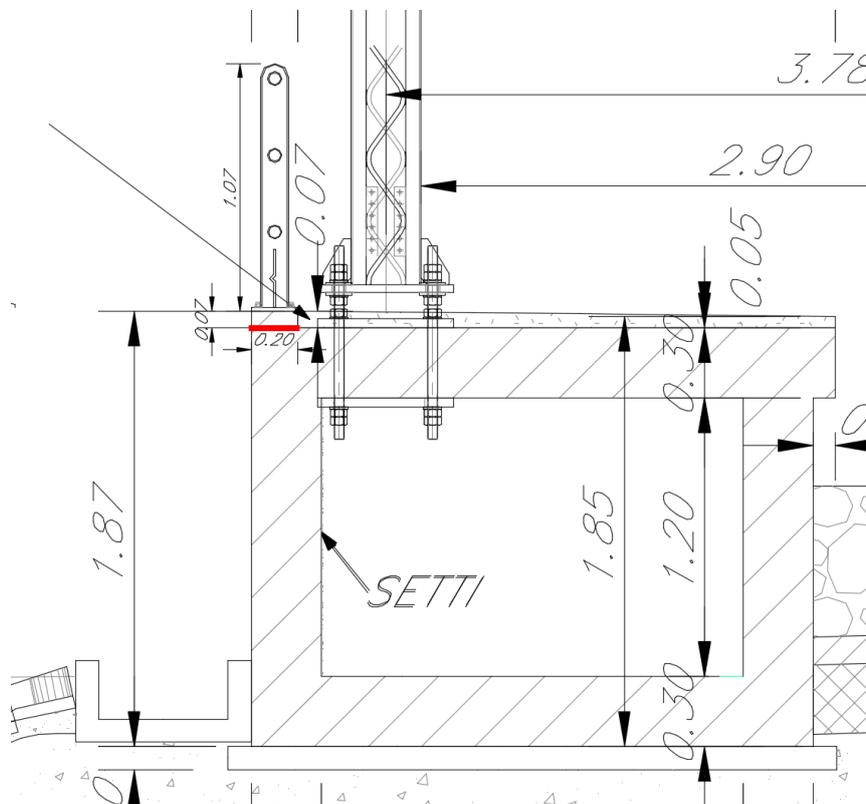


Figura 10-1- sezione di calcolo parapetto metallico

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 42 di 47

Si considera la sezione di attacco della piastra come quella segnata nella figura precedente, si sceglie poi una'adeguata profondità di ancoraggio (230 mm compresi i 7 cm sopra la sezione di incastro) in modo tale da non interessare lo spigolo del cordolino con i meccanismi di rottura.

Il braccio da considerare per il calcolo delle sollecitazioni diventa quindi $1 + 0.07 = 1.07$ m, si assume 1.10 m. Le sollecitazioni di calcolo che si ottengono in corrispondenza dell'incastro considerato valgono:

$$N_{Ed} = 0.45 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 6.75 \cdot 1.1 = 7.42 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 6.75 \text{ kN}$$

Il collegamento è stato dimensionato tramite l'utilizzo del software Hilti PROFIS Anchor.

Geometria e carichi inseriti nel software sono indicati nella figura seguente:

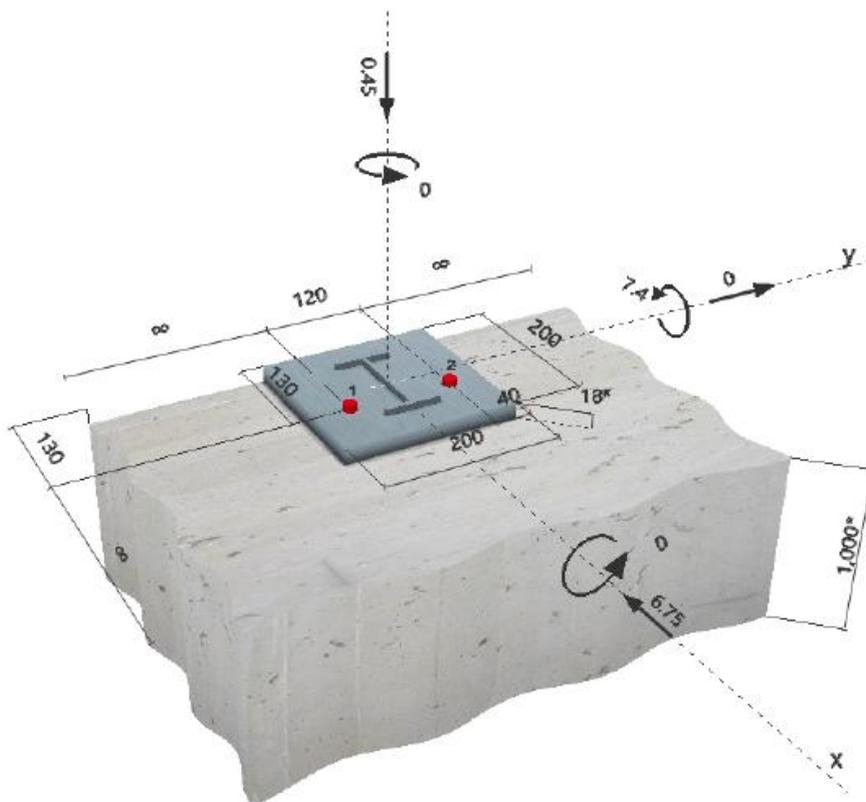


Figura 10-2 Geometria e carichi considerati per il dimensionamento della piastra in corrispondenza del traverso superiore

La piastra ha dimensioni 200x200x18 con 2 fori per ancoraggio. L'ancorante utilizzato è del tipo HIT-RE 500 V3 + HZA(8.8) M16.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 43 di 47
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

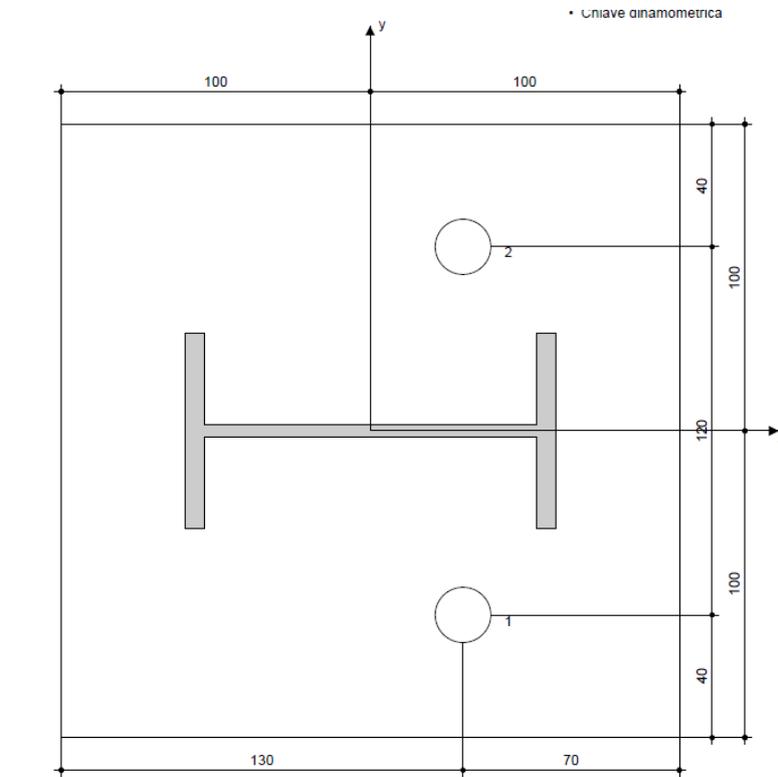


Figura 10-3 Geometria piastra

Di seguito si riportano le verifiche dell'ancoraggio estratte dal report di calcolo del software HILTI Profis Anchor. Il report è allegato in forma completa alla presente relazione.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 44 di 47

3 Carico di trazione (EOTA TR 029, Sezione 5.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	32.220	61.429	53	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	64.440	70.521	92	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	64.440	66.761	97	OK
Fessurazione**	64.440	118.920	55	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

3.1 Rottura dell'acciaio

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
86.000	1.400	61.429	32.220

3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$A_{p,N}$ [mm ²]	$A_{p,N}^0$ [mm ²]	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm ²]	$S_{cr,Np}$ [mm]	$C_{cr,Np}$ [mm]	C_{min} [mm]
194,242	191,147	14.00	437	219	130
ψ_c	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm ²]	k	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1.053	10.00	2.300	1.150	1.071	
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0	1.000	0	1.000	0.878	1.000
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
110.629	105.781	1.500	70.521	64.440	

3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$C_{cr,N}$ [mm]	$S_{cr,N}$ [mm]		
358,800	435,600	330	660		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1.000	0	1.000	0.818	1.000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
7.200	148.592	1.500	66.761	64.440	

3.4 Fessurazione

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$C_{cr,sp}$ [mm]	$S_{cr,sp}$ [mm]	$\psi_{h,sp}$		
222,140	176,400	210	420	1.343		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_1
47	0.819	0	1.000	0.790	1.000	7.200
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,sp}$	$N_{Rd,sp}$ [kN]	N_{Sd} [kN]			
138.577	1.500	100.998	50.128			

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 45 di 47

4 Carico di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.3)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_v [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	3.375	28.667	12	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	6.750	133.521	6	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x-**	6.750	38.499	18	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
43.000	1.500	28.667	3.375

4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor	k_1
358,800	435,600	330	660	2.000	7.200
$e_{c1,v}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,v}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1.000	0	1.000	0.818	1.000
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,op}$ [kN]	V_{Sd} [kN]		
148.592	1.500	133.521	6.750		

4.3 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x-

h_{ef} [mm]	d_{nom} [mm]	k_1	α	β		
192	16.0	1.700	0.122	0.066		
c_1 [mm]	$A_{c,v}$ [mm ²]	$A_{c,v}^0$ [mm ²]				
130	99,450	76,050				
$\psi_{s,v}$	$\psi_{h,v}$	$\psi_{a,v}$	$e_{c,v}$ [mm]	$\psi_{ec,v}$	$\psi_{re,v}$	
1.000	1.000	1.000	0	1.000	1.400	
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Sd} [kN]			
31.543	1.500	38.499	6.750			

5 Carichi combinati di trazione e di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.4)

β_N	β_v	α	Utilizzo $\beta_{N,v}$ [%]	Stato
0.965	0.175	1.000	96	OK

$$(\beta_N + \beta_v) / 1.2 \leq 1.0$$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 46 di 47

11 SINTESI ARMATURE

Marciapiede (struttura scatolare secondaria):

Armatura longitudinale (dir. parallela ai binari): 1+1 Φ 12/200mm

Armatura trasversale: 1+1 Φ 12/200mm

Spilli (legature) : 12 Φ 10/m²

Marciapiede (struttura scatolare secondaria) SEZIONE IN CORRISPONDENZA PALO T.E:

Armatura longitudinale: 1+1 Φ 12/100mm

Armatura trasversale: 1+1 Φ 12/100mm

Spilli (legature) : 12 Φ 10/m²

Incidenza totale: 105kg/m³

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0310 001	REV. B	FOGLIO 47 di 47

ALLEGATO:



Profis Anchor 2.8.1

www.hilti.it

Impresa:
Progettista:
Indirizzo:
Telefono | Fax:
E-mail:

Pagina: 1
Progetto:
Contratto N°:
Data: 18/12/2019

Commenti del progettista:

1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V3 + HZA M16

Profondità di posa effettiva: $h_{\text{effact}} = 220 \text{ mm}$ ($h_{\text{eff,limit}} = - \text{mm}$)

Materiale: B500B

Certificazione No.: ETA 16/0143

Emesso | Validò: 12/07/2017 | -

Prova: metodo di calcolo ETAG BOND (EOTA TR 029)

Fissaggio distanziato: $e_b = 0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 18 \text{ mm}$

Piastra d'ancoraggio: $l_x \times l_y \times t = 200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm} \times 18 \text{ mm}$; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)

Profilo: IPE; ($L \times W \times T \times FT$) = $120 \text{ mm} \times 64 \text{ mm} \times 4 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$

Materiale base: fessurato calcestruzzo, $f_{c,cube} = 40.00 \text{ N/mm}^2$; $h = 1.000 \text{ mm}$, Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C

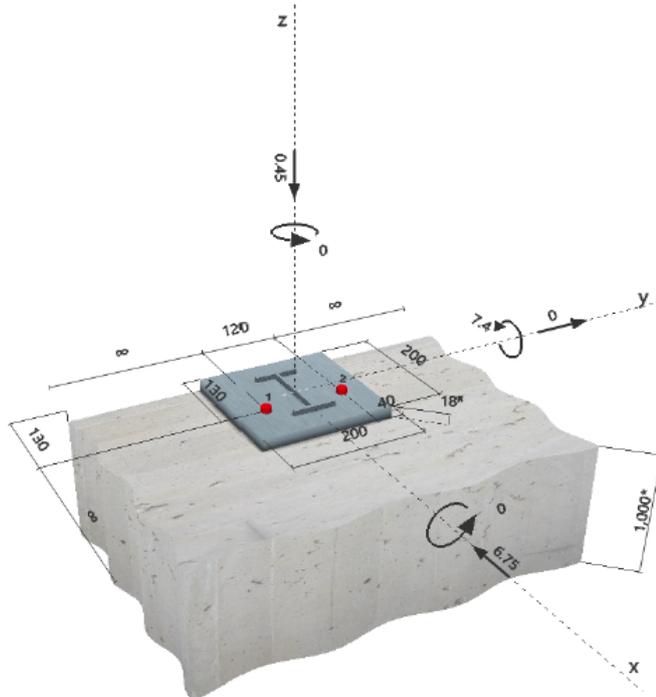
Installazione: Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto

Armatura: interasse delle armature $< 150 \text{ mm}$ (qualunque \emptyset) o $< 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) con armatura di bordo longitudinale $d \geq 12 + \text{maglia chiusa (staffe)}$ s \leq



^R - Il calcolo dell'ancoraggio presuppone la presenza di una piastra di ancoraggio rigida.

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



Si dovrà verificare la corrispondenza dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan