

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

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

RILEVATI

RI03 – SCATOLARE E RILEVATO 2+427 A 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	RI0300	001	A	-
------	----	---	----	----	--------	-----	---	---

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: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 RI0300 001	REV. A	FOGLIO 2 di 174

Indice

1	PREMESSA	5
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	5
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	6
4	MATERIALI.....	7
4.1	MAGRONE	7
4.2	CALCESTRUZZO PER GETTI IN OPERA PER ELEVAZIONI.....	7
4.3	CALCESTRUZZO PER GETTI IN OPERA PER PALI DI FONDAZIONE.....	7
4.4	CALCESTRUZZO PER GETTI IN OPERA PER FONDAZIONI.....	8
4.5	ACCIAIO PER C.A.	8
5	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	10
6	CODICE DI CALCOLO	14
7	ANALISI DEI CARICHI	15
7.1	PESO PROPRIO (G1 – DEAD).....	15
7.2	PERMANENTI PORTATI (G2)	15
7.2.1	MASSICCIATA, ARMAMENTO E MASSETTO DI PROTEZIONE – G _{2,1} SOVRASTRUTTURA FERROVIARIA.....	15
7.2.2	CANALETTE IMPIANTI – G _{2,3}	17
7.2.3	SPINTA DELLE TERRE (SPTSX – SPTDX)	17
7.3	AZIONI VARIABILI (Q)	17
7.3.1	TRENI DI CARICO (LM71 LOAD CASE 1, LM71 LOAD CASE 2, LM71 LOAD CASE 3)	17
7.3.2	CARICHI SUI MARCIAPIEDI (Q _{SBALZO,SX} – Q _{SBALZO,DX}).....	26
7.3.3	SERPEGGIO	27
7.3.4	AVVIAMENTO E FRENATURA.....	29
7.4	AZIONI CLIMATICHE	30
7.4.1	VARIAZIONE TERMICA UNIFORME.....	30
7.4.2	VARIAZIONE TERMICA DIFFERENZIALE	31
7.4.3	AZIONE DEL VENTO	32
7.5	AZIONI INDIRETTE.....	36
7.5.1	RITIRO E VISCOSITÀ.....	36
7.6	AZIONI SISMICHE	39
8	COMBINAZIONI DI CARICO	44
8.1	MODELLO DI CALCOLO	45

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV	<u>Soci</u> 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> ROCKSOIL S.P.A	<u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28					

9	CRITERI DI VERIFICA.....	47
10	DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI.....	63
10.1	ORIENTAMENTO DEGLI ASSI LOCALI PER GLI ELEMENTI SHELL	63
10.2	CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI E DI ESERCIZIO	63
10.3	MAPPE DELLE SOLLECITAZIONI	64
10.4	ANALISI IN DIREZIONE LONGITUDINALE	95
11	VERIFICHE STRUTTURALI	97
11.1	SOLETTA SUPERIORE MEZZERIA MOMENTO POSITIVO – DIREZIONE TRASVERSALE.....	97
11.2	SOLETTA SUPERIORE APPOGGIO MOMENTO NEGATIVO – DIREZIONE TRASVERSALE.....	99
11.3	SOLETTA SUPERIORE APPOGGIO MOMENTO POSITIVO – DIREZIONE TRASVERSALE	101
11.4	SOLETTA SUPERIORE VERIFICA MOMENTO NEGATIVO ATTACCO AL PIEDRITTO – DIREZIONE LONGITUDINALE	103
11.5	SOLETTA SUPERIORE VERIFICA IN MEZZERIA MOMENTO POSITIVO – DIREZIONE LONGITUDINALE	105
11.6	SOLETTA SUPERIORE VERIFICA DI DEFORMABILITÀ	107
11.7	PIEDRITTO TESTA MOMENTO NEGATIVO	108
11.8	PIEDRITTO VERIFICA A TAGLIO IN TESTA	110
11.9	PIEDRITTO TESTA MOMENTO POSITIVO	111
11.10	PIEDRITTO VERIFICA ALLA BASE	112
11.11	PIEDRITTO VERIFICHE IN MEZZERIA	114
11.12	PIEDRITTI - MOMENTO LONGITUDINALE.....	116
11.12.1	DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI	116
11.12.2	VERIFICA IN DIREZIONE LONGITUDINALE – BASE.....	118
11.12.3	VERIFICA IN DIREZIONE LONGITUDINALE – MEZZERIA.....	120
11.12.4	VERIFICA IN DIREZIONE LONGITUDINALE – TESTA	120
11.13	FONDAZIONE ATTACCO IN CORRISPONDENZA DEL PIEDRITTO.....	121
11.14	FONDAZIONE IN MEZZERIA – DIREZIONE TRASVERSALE	123
11.15	FONDAZIONE MOMENTO POSITIVO – DIREZIONE LONGITUDINALE.....	125
11.16	FONDAZIONE VERIFICA A PUNZONAMENTO.....	127
11.17	FONDAZIONE VERIFICA A TAGLIO	129
11.18	SBALZI	132
11.18.1	MAPPE DELLE SOLLECITAZIONI	132
11.18.2	VERIFICHE	134
12	FONDAZIONE.....	137
12.1	GEOTECNICA.....	137
12.2	CAPACITA' PORTANTE VERTICALE DEI PALI.....	140

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 RI0300 001	REV. A	FOGLIO 4 di 174

12.2.1	PORTATA LATERALE	141
12.2.2	PORTATA DI BASE	142
12.2.3	EFFICIENZA VERTICALE DELLA PALIFICATA.....	142
12.2.4	CAPACITÀ PORTANTE VERTICALE DELLA PALIFICATA COME BLOCCO	143
12.3	CAPACITÀ PORTANTE ORIZZONTALE DEI PALI	144
12.3.1	EFFICIENZA ORIZZONTALE DEI PALI	145
12.4	VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE VERTICALE	150
12.5	VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE ORIZZONTALE.....	154
13	SINTESI ARMATURE	167
13.1	PALI DI FONDAZIONE	167
13.2	SCATOLARE.....	168
14	APPENDICE 1	170
14.1	ANALISI DINAMICA SPETTRALE: CONFRONTO CON ANALISI STATICA EQUIVALENTE	170

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 RI0300 001	REV. A	FOGLIO 5 di 174

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 ad archi” dal km 2+427 al km 2+547*. Tale rilevato ferroviario è costituito da uno *scatolare in c.a “chiuso”* fondato su pali.

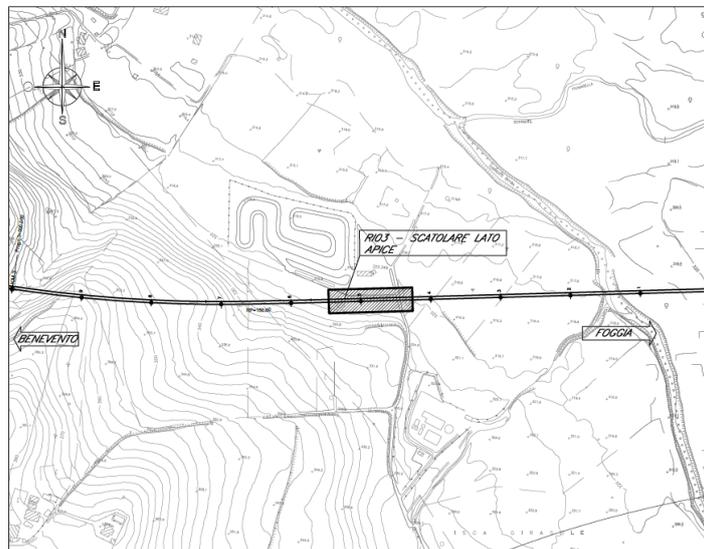


Figura 2-1 – Stralcio planimetrico RI03

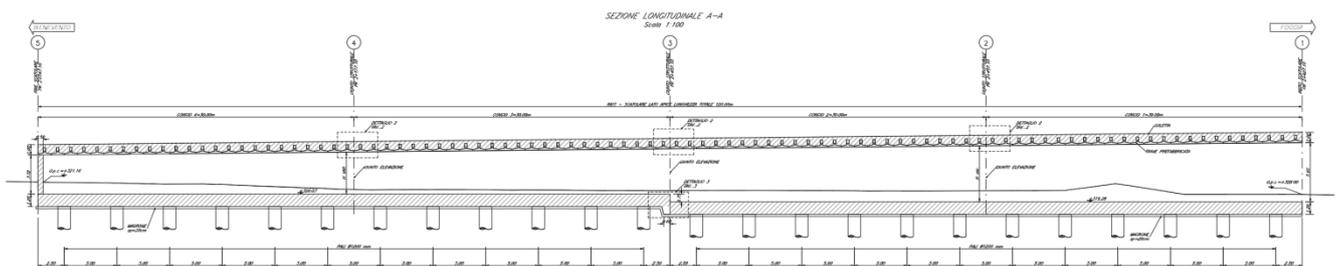


Figura 2-2 – Prospetto RI03

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 6 di 174

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 coprigiunti 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 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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 7 di 174

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 PALI DI FONDAZIONE

Classe di resistenza minima	C25/30		
$R_{ck} =$	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	25	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	33	MPa	valor medio resistenza cilindrica

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	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">RI0300 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">8 di 174</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	RI0300 001	B	8 di 174
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	RI0300 001	B	8 di 174								

$\alpha_{cc} =$	0,85		coeff. rid. per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1,5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	14,17	MPa	resistenza di progetto
$f_{ctm} =$	2.56	MPa	resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} =$	3,07	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$E_{cm} =$	31000	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,2		Coefficiente di Poisson
$G_c =$	12917	MPa	Modulo elastico Tangenziale di progetto
Classe di esposizione	XC2		
Calcestruzzo tipo	H2		
Copriferro minimo	60	mm	

4.4 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
$\gamma_M =$	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	

4.5 ACCIAIO PER C.A.

B450C

$f_{yk} \geq$	450	MPa	tensione caratteristica di snervamento
---------------	-----	-----	--

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 9 di 174

$f_{tk} \geq$	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

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 10 di 174

5 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La tipologia strutturale in esame è costituita da uno *scatolare in c.a. "chiuso"* necessario a realizzare il raccordo tra il rilevato e la *stazione di Hirpinia*. Tale scatolare ospita la sede ferroviaria sulla soletta superiore. Lo scatolare R103 si sviluppa per una lunghezza complessiva di 120.00 metri ed è costituito da quattro conci separati da un giunto strutturale ciascuno con lunghezza di 30 metri. L'analisi condotta riguarda il concio tra la pk. 2+457 e la pk. 2+487 (L=30m) che presenta un'apertura sul piedritto lato sud. L'altezza netta è variabile tra 5.36m in corrispondenza della pk. 2+457 e 5.06m in corrispondenza della pk. 2+487. Nella figura seguente è riportata una sezione tipo della struttura analizzata.

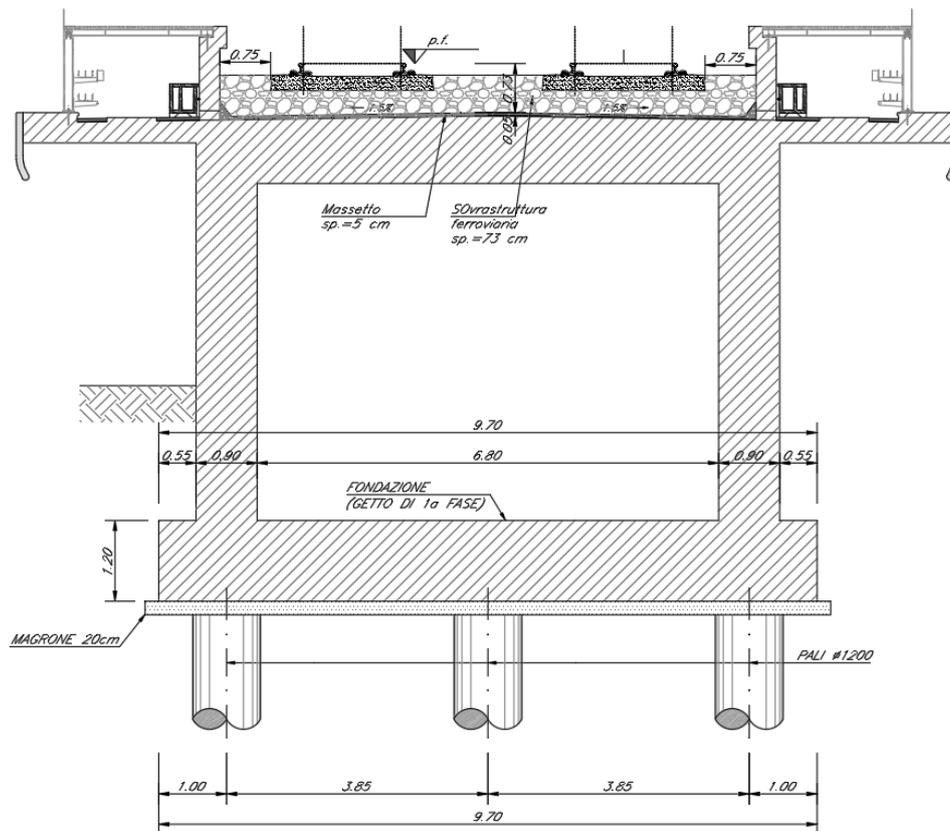


Figura 5-1 – Sezione tipo del manufatto senza setto trasversale

Di seguito si riportano le caratteristiche geometriche principali del manufatto oggetto di verifica.

$S_f =$	1,20 m	Spessore fondazione
$S_s =$	1,00 m	Spessore soletta superiore
$S_p =$	0,90 m	Spessore piedritti
$L_{int} =$	6,80 m	Larghezza utile interna
$L_{tot,sup} =$	8,60 m	Larghezza totale struttura in elevazione
$L_{tot,fond} =$	9,70 m	Larghezza totale struttura di fondazione

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 11 di 174

$H_{int,med} =$	5.21 m	Altezza libera massima struttura in elevazione
$H_{tot,med} =$	7.41 m	Altezza totale massima della struttura
$L_{sba} =$	2,55 m	Larghezza sbalzi laterali
$S_{sba} =$	0,33 m	Spessore sbalzi laterali (escluso baggiolo)
$H_{ril,dx} =$	1,10 m	H_{max} rilevato esistente a dx (da imposta fondazione)
$H_{ril,sx} =$	1,10 m	H_{max} rilevato esistente a sx (da imposta fondazione)

Il manufatto si inserisce nell'ambito di una tratta a doppio binario. La larghezza totale della piattaforma è pari a 13.70 m, in grado di ospitare il nuovo tipologico di B.A. previsto per il rilevato. Nell'analisi dei carichi sarà pertanto previsto il posizionamento di tale tipologia di barriere.

L'armamento è di tipo convenzionale su ballast.

La geometria del modello ricalca la linea baricentrica degli elementi costituenti l'opera (modello in asse). La struttura scatolare è modellata con elementi "SHELL" ad ognuno dei quali è stato assegnato il rispettivo spessore. I pali di fondazione sono elementi "FRAME" con diametro 1200 mm. I pali sono suddivisi in elementi da 1.0 metri di lunghezza. In corrispondenza di ogni nodo vengono assegnate molle con rigidezza nel piano X-Y. Al nodo alla base del palo è assegnata anche una molla con rigidezza in direzione verticale Z.

X-Y è il piano orizzontale (X dir. trasversale, Y dir. longitudinale).

X-Z è il piano in direzione trasversale.

Y-Z è il piano in direzione longitudinale.

Si riporta di seguito una vista standard ed estrusa del modello di calcolo.

APPALTATORE: <u>Conorzio</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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 12 di 174

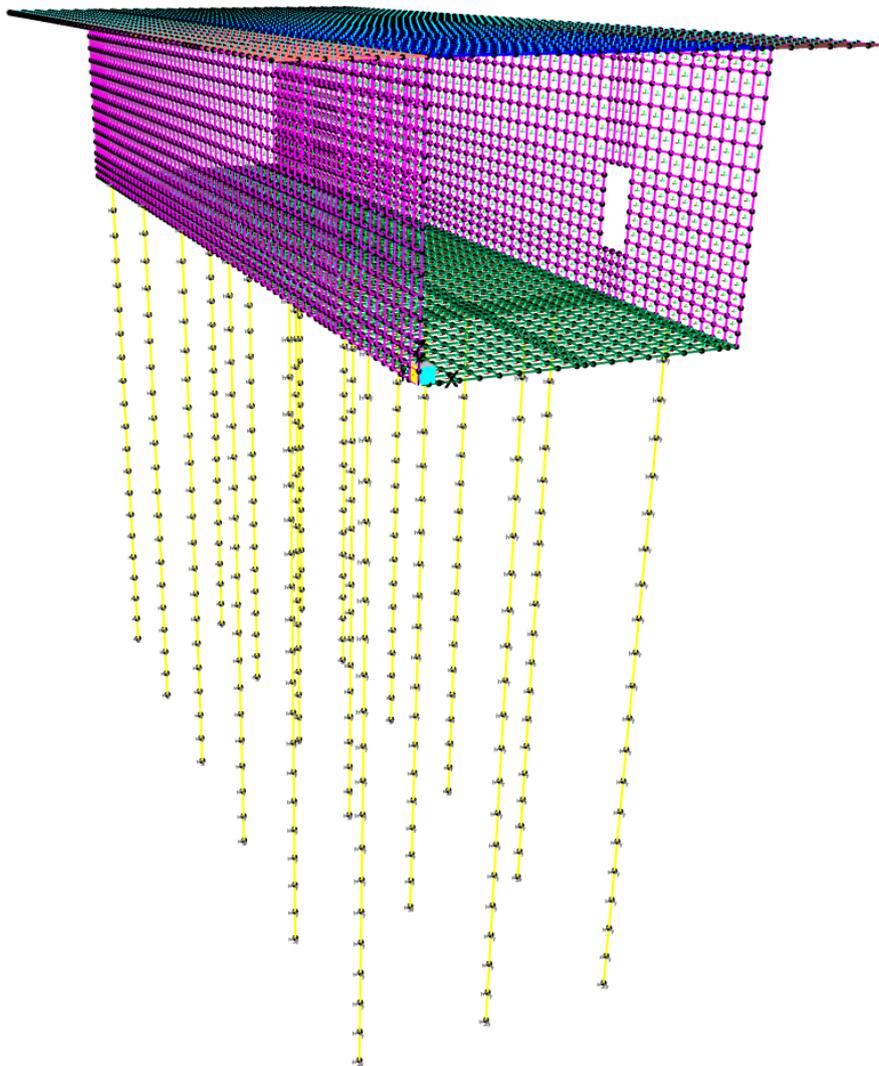


Figura 5-2 – Vista standard del modello di calcolo

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 13 di 174

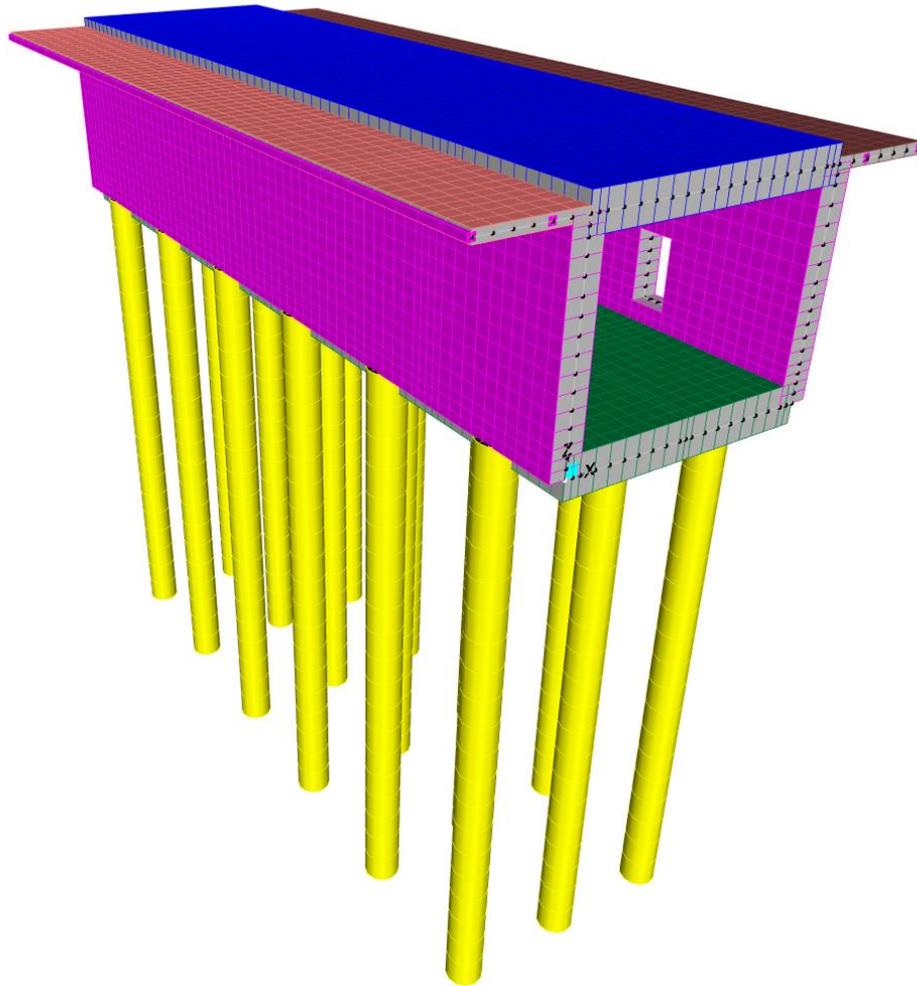


Figura 5-3 – Vista estrusa del modello di calcolo

APPALTATORE: <u>Conorzio</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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 14 di 174

6 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 Sap 2000 prodotto, distribuito ed assistito da Computers and Structures, Inc. di Walnut Creek, California.

Le unità di misura adottate sono le seguenti:

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

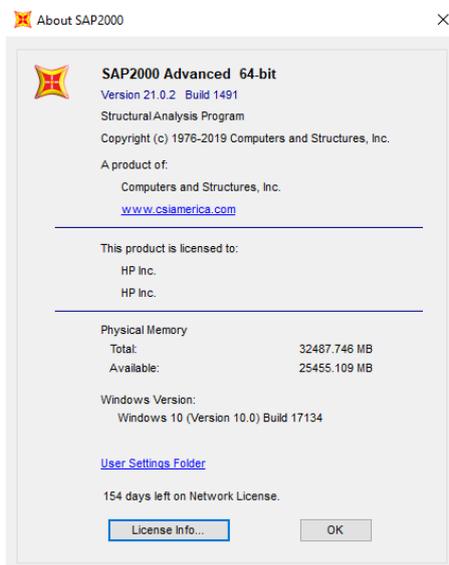


Figura 6-1 – Licenza d'uso

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 15 di 174

7 ANALISI DEI CARICHI

7.1 PESO PROPRIO (G1 – DEAD)

Il carico delle strutture in calcestruzzo armato viene valutato considerando un peso di volume pari a 25 kN/m³. Il peso proprio viene automaticamente calcolato dal programma in base alle dimensioni delle sezioni degli elementi.

7.2 PERMANENTI PORTATI (G2)

7.2.1 Massiccata, armamento e massetto di protezione – G_{2,1} Sovrastruttura ferroviaria

Si assumono convenzionalmente i seguenti pesi di volume relativi alla massiccata e all'armamento (sovrastuttura ferroviaria):

Peso di volume in rettilineo: 18.00 kN/m³.

Peso di volume calcestruzzo massetto: 24.00 kN/m³.

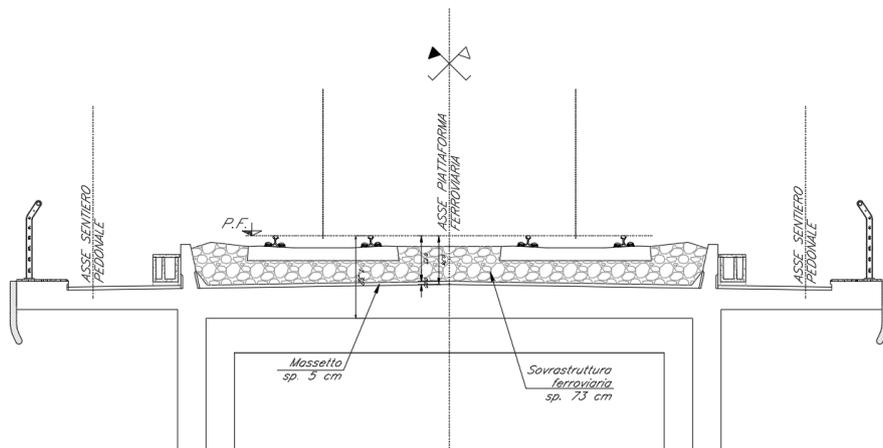


Figura 7-1 – Sovrastuttura ferroviaria

Il ricoprimento totale è di 78 cm di cui 5cm rappresentati dal massetto di protezione e 73cm dalla sovrastruttura ferroviaria. La pressione dovuta ai carichi permanenti al di sopra della soletta è pertanto pari a:

$$G_{2,1} = 18.00 \times 0.73 + 24.00 \times 0.05 = 14.34 \text{ kN/m}^2.$$

Tale carico viene applicato sull'intera soletta superiore a meno ovviamente degli sbalzi.

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 RI0300 001	REV. FOGLIO B 16 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo					

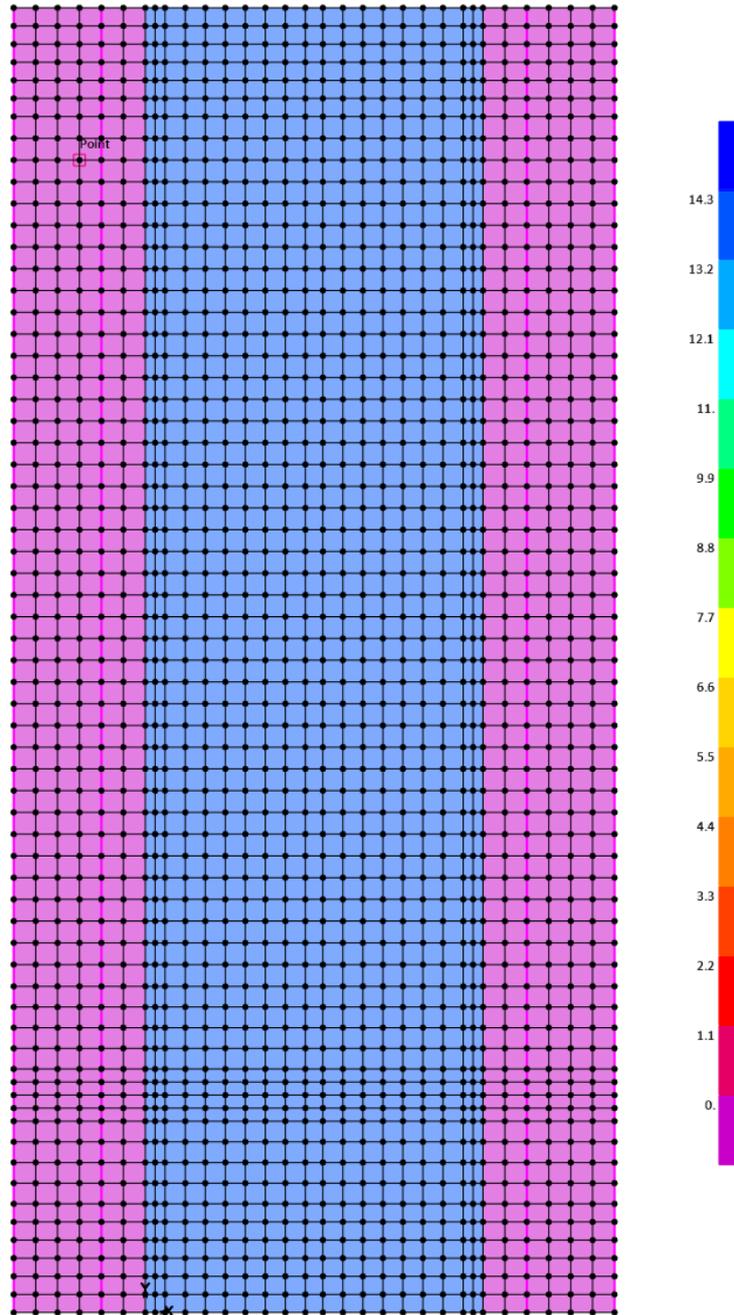


Figura 7-2 – Applicazione del carico G2,1 nel modello di calcolo

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 17 di 174

7.2.2 Canalette impianti – G_{2,3}

A ridosso dei muri, sono previste delle canalette impianti sui lati esterni. Si assume un carico lineare uniforme pari a:

$$G_{2,3} = q_{\text{canalette}} = 2.50 \text{ kN/m per ogni lato dell'impalcato}$$

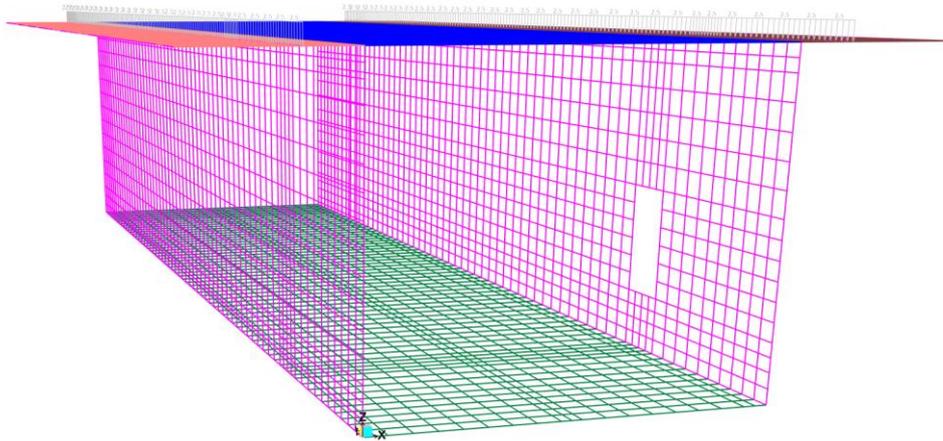


Figura 7-3 – Applicazione del carico G_{2,3} – lato destro e lato sinistro

7.2.3 Spinta delle terre (SPTSX – SPTDX)

Considerata la presenza delle gabbionature a tergo dell'opera, la spinta delle terre non andrà a aggravare sulla struttura e pertanto non sarà considerata.

7.3 AZIONI VARIABILI (Q)

7.3.1 Treni di carico (LM71 Load Case 1, LM71 Load Case 2, LM71 Load Case 3)

I carichi verticali sono definiti per mezzo di modelli di carico; in particolare, sono forniti due modelli di carico distinti: il primo rappresentativo del traffico normale (modello di carico LM71), il secondo rappresentativo del traffico pesante (modello di carico SW). I valori caratteristici dei carichi attribuiti ai modelli di carico debbono moltiplicarsi per il coefficiente "α" che deve assumersi come da tabella seguente:

MODELLO DI CARICO	COEFFICIENTE "α"
LM71	1,10
SW/0	1,10
SW/2	1,00

Tabella 1 – coefficienti α per modelli di carico

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 18 di 174

Treno di carico LM71

Il Treno di carico LM71 è schematizzato nella figura seguente.

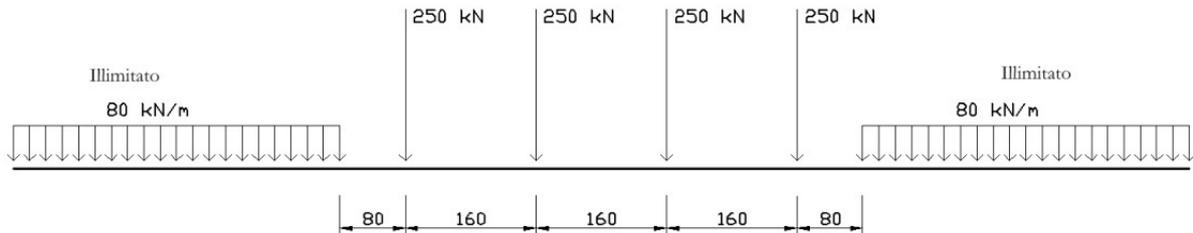


Figura 7-4 – Treno di carico LM71

Per il calcolo del coefficiente dinamico ϕ si fa riferimento al paragrafo 2.5.1.4.2.5 del Manuale di Progettazione e in particolare alla tabella 2.5.1.4.2.5.3-1 al punto 5 per la definizione della lunghezza caratteristica L_ϕ . Considerando un portale a luce singola su tre luci e un ridotto standard manutentivo, si ottiene:

COEFFICIENTE DINAMICO

hpied,sx	6.315 m	altezza piedritto sinistro
Lsoletta	7.700 m	larghezza soletta trasversale
hpied,dx	6.315 m	altezza piedritto destro

n	3
k	1.3
Lm	6.78
L_ϕ	8.81 lunghezza caratteristica
coeff. riduttivo	0.9 pt. 5.4 tab. 5.2.II
ϕ_3	1.36

Distribuzione longitudinale e trasversale del carico ferroviario

I sovraccarichi ferroviari (LM71 e SW2) si distribuiscono attraverso il ricoprimento con una pendenza 1 a 4 all'interno del ballast e con la pendenza a 45° all'interno del CLS, per cui la diffusione del carico in senso trasversale all'asse binario, considerando la larghezza della traversina pari a 2.40m, uno spessore del ballast al di sotto della traversina di 0.34m, uno spessore del massetto di 0.05m e metà spessore soletta pari a 0.50m, risulta pari a:

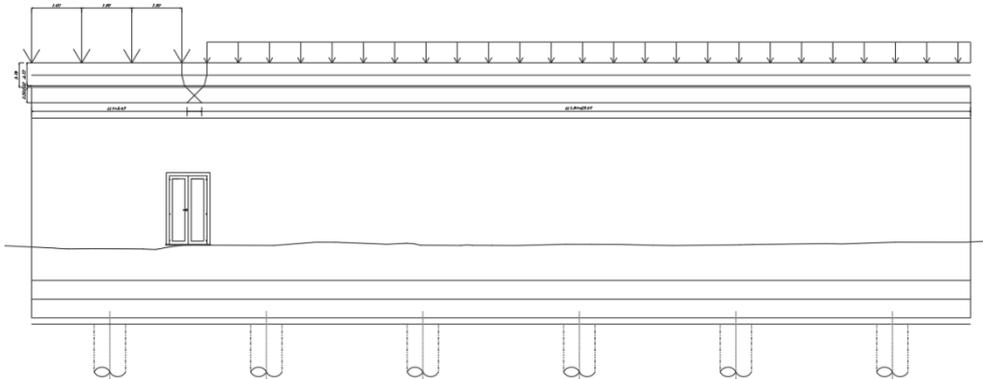
$$L_t = L_{traversina} + 2 \cdot H_{ballast} \cdot \frac{1}{4} + 2 \cdot H_{massetto} \cdot \frac{1}{1} + H_{soletta} \cdot \frac{1}{1} = 3.67m$$

In direzione longitudinale, le 4 forze concentrate da 250 kN, vengono disposte in tre posizioni differenti al fine di considerare gli effetti più sfavorevoli:

- 1° Load Case, le 4 forze concentrate vengono posizionate all'inizio del concio ottenendo una lunghezza di diffusione del carico in direzione longitudinale pari a:

$$L_{L,1} = 1.60 \cdot 3 + H_{ballast} \cdot \frac{1}{4} + H_{massetto} \cdot \frac{1}{1} + \frac{1}{2} \cdot H_{soletta} \cdot \frac{1}{1} = 5.44m$$

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 19 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						



La pressione applicata in soletta vale:

- al di sotto delle forze concentrate: $LM71_{(250kN)} - 1^\circ \text{Load Case} = 1.1 \times 1.36 \times 4 \times 250 / 3.67 / 5.44 = 75 \text{ kN/m}^2$
- al di sotto del carico distribuito: $LM71_{(80kN/m)} - 1^\circ \text{Load Case} = 1.1 \times 1.36 \times 80 / 3.67 = 33 \text{ kN/m}^2$

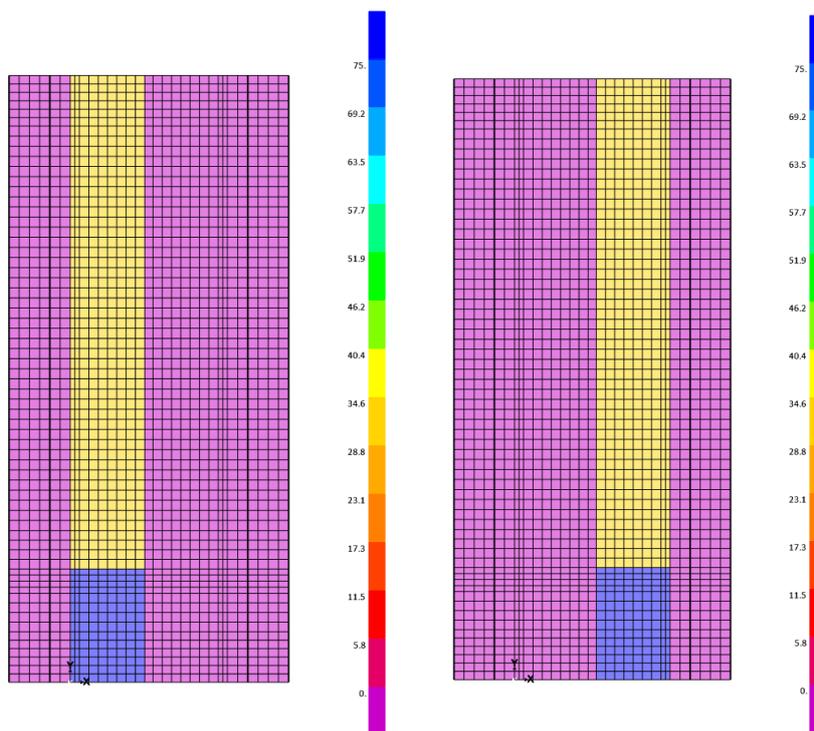
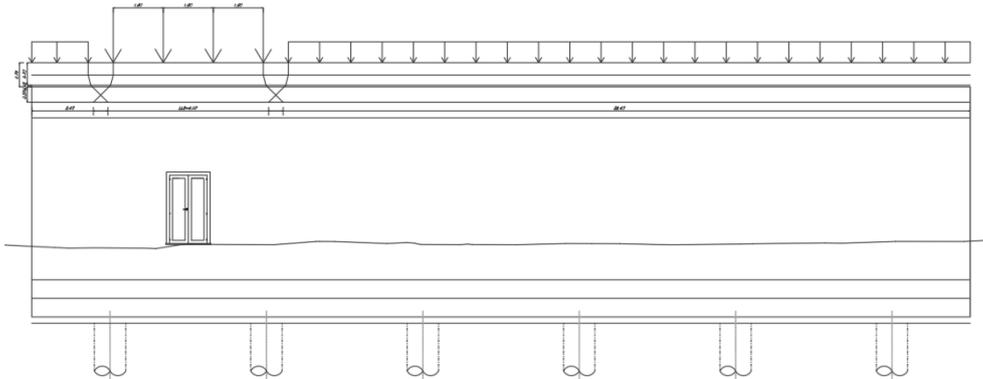


Figura 7-5 – LM71 BD SX 1° Load Case - LM71 BP DX 1° Load Case

- 2° Load Case, le 4 forze concentrate vengono posizionate al di sopra dell'apertura sul setto lato sud ottenendo una lunghezza di diffusione del carico in direzione longitudinale pari a;

$$L_{L,2} = 1.60 \cdot 3 + 2 \cdot H_{ballast} \cdot \frac{1}{4} + 2 \cdot H_{massetto} \cdot \frac{1}{1} + H_{soletta} \cdot \frac{1}{1} = 6.07m$$

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 IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0300 001	REV. B	FOGLIO 20 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						



La pressione applicata in soletta vale:

- al di sotto delle forze concentrate: $LM71_{(250kN)} - 2^\circ \text{Load Case} = 1.1 \times 1.36 \times 4 \times 250 / 3.67 / 6.07 = 67 \text{ kN/m}^2$
- al di sotto del carico distribuito: $LM71_{(80kN/m)} - 2^\circ \text{Load Case} = 1.1 \times 1.36 \times 80 / 3.67 = 33 \text{ kN/m}^2$

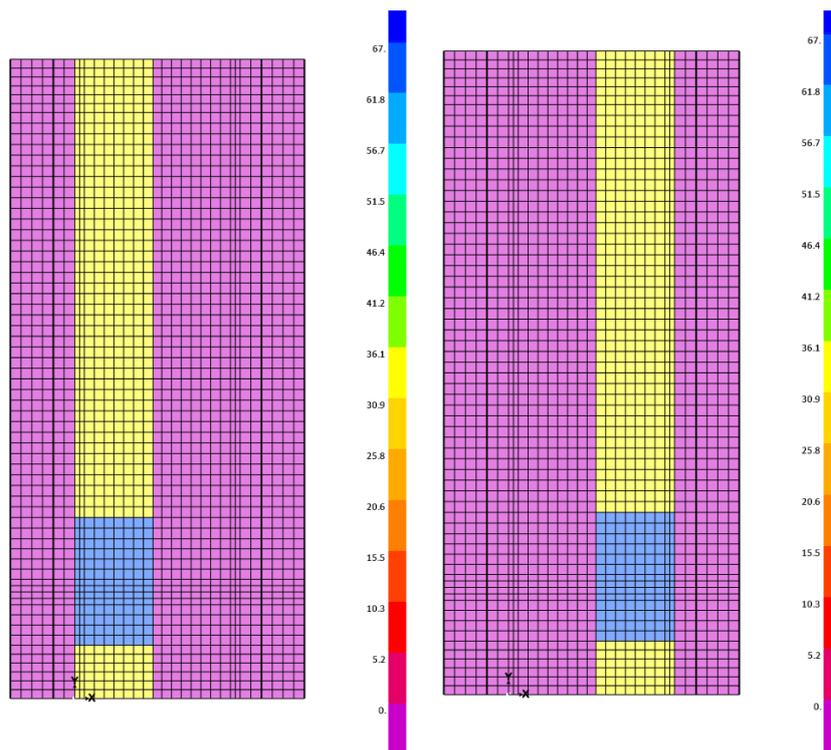
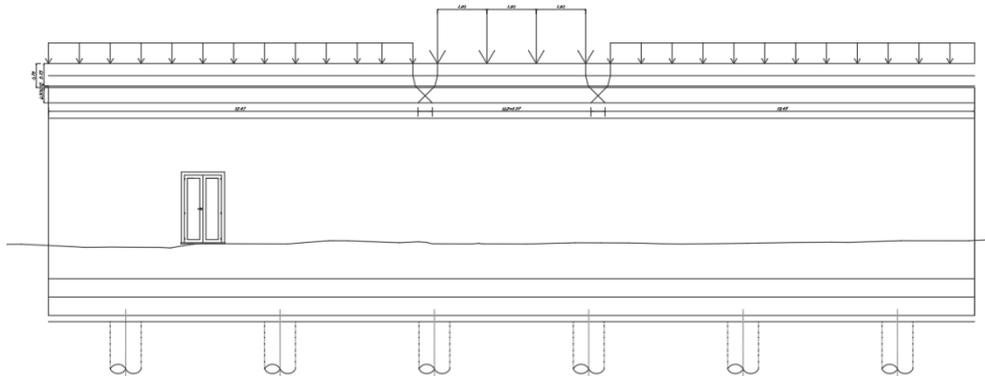


Figura 7-6 – LM71 BD SX 2° Load Case - LM71 BP DX 2° Load Case

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 21 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

- 3° Load Case, le 4 forze concentrate vengono posizionate a metà del conchio ottenendo una lunghezza di diffusione del carico in direzione longitudinale pari a:

$$L_{L,3} = 1.60 \cdot 3 + 2 \cdot H_{ballast} \cdot \frac{1}{4} + 2 \cdot H_{massetto} \cdot \frac{1}{1} + H_{soletta} \cdot \frac{1}{1} = 6.07m$$



La pressione applicata in soletta vale:

- al di sotto delle forze concentrate: $LM71_{(250kN)} - 3^\circ Load Case = 1.1 \times 1.36 \times 4 \times 250 / 3.67 / 6.07 = 67 \text{ kN/m}^2$
- al di sotto del carico distribuito: $LM71_{(80kN/m)} - 3^\circ Load Case = 1.1 \times 1.36 \times 80 / 3.67 = 33 \text{ kN/m}^2$

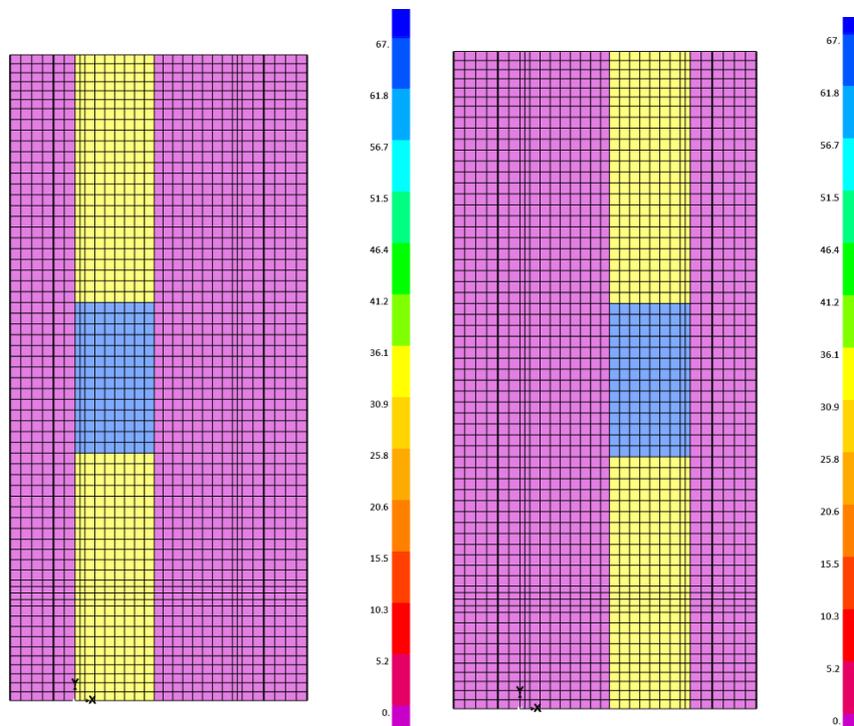


Figura 7-7 – LM71 BD SX 3° Load Case - LM71 BP DX 3° Load Case

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 22 di 174

Per il treno di carico LM71 è prevista un'eccentricità del carico rispetto all'asse del binario pari a $s/18$, con $s=1435$ mm. Quindi l'eccentricità considerata nel modo più sfavorevole per le strutture è pari a:

- $e = 1435/18=80$ mm

Per effetto di questa eccentricità nasce un momento che genera in soletta una distribuzione a farfalla di pressioni. Per i tre casi di carico si riporta di seguito il valore delle pressioni calcolate:

- 1° Load Case:

$Q_{250,1}$	1495 KN
e	0.08 m
M	119 kNm
w	12.21 m³
$\sigma=M/w$	9.8 kN/m²

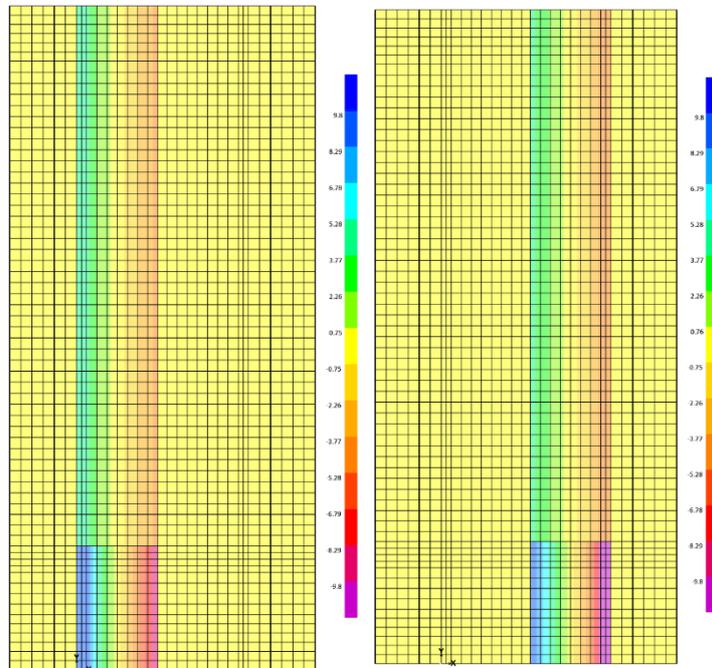


Figura 7-8 – Pressioni per effetto del carico eccentrico - LM71 ecc SX 1° Load Case - LM71 ecc DX 1° Load Case

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 23 di 174

- 2° Load Case:

$Q_{250,3}$ **1495 kN/m2**
e **0.08 m**
M **119 kNm**
w **13.64 m3**
 $\sigma=M/w$ **8.7 kN/m2**

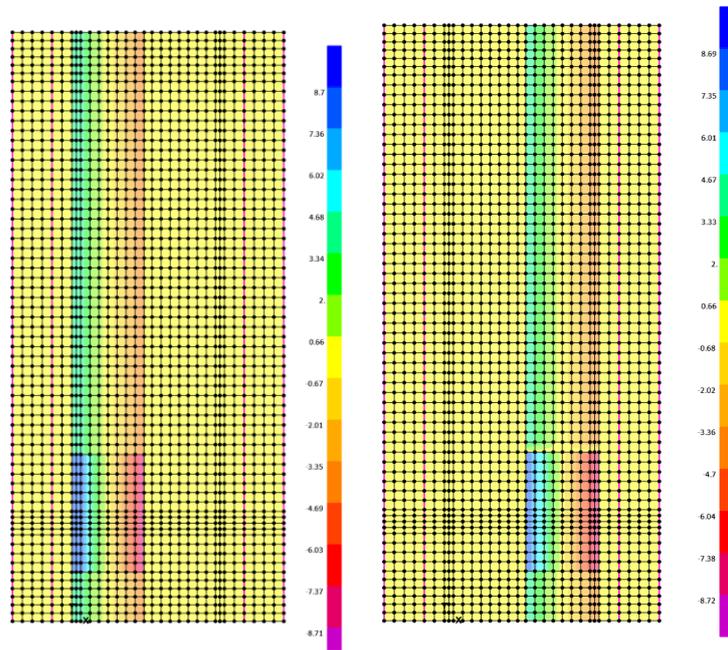


Figura 7-9 – Pressioni per effetto del carico eccentrico - LM71 ecc SX 2° Load Case - LM71 ecc DX 2° Load Case

APPALTATORE: <u>Conorzio</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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 24 di 174

- 3° Load Case:

$Q_{250,3}$ **1495 kN/m²**
e **0.08 m**
M **119 kNm**
w **13.64 m³**
 $\sigma=M/w$ **8.7 kN/m²**

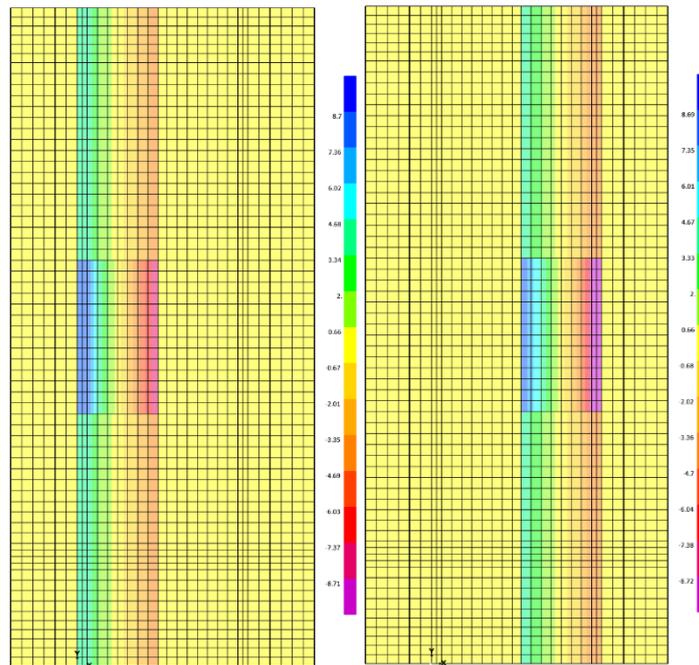


Figura 7-10 – Pressioni per effetto del carico eccentrico - LM71 ecc SX 3° Load Case - LM71 ecc DX 3° Load Case

La pressione dovuta all'eccentricità al di sotto del carico distribuito vale:

$M_{r,Q80}$ **10 kNm/m**
e **0.08 m**
w **2.25 m³**
 $\sigma=M/w$ **4.3 kN/m²**

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 25 di 174

Treni di carico SW/0 – SW/2

I Treni di carico SW/0-SW/2 sono schematizzati nella figura seguente.



Figura 7-11 – Treno di carico SW

Il modello di carico SW/0 schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario normale per travi continue (esso andrà utilizzato solo per le travi continue qualora più sfavorevole dell'LM71, nel caso in esame non viene quindi preso in considerazione).

Il modello di carico SW/2 schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario pesante. Le caratterizzazioni di entrambe queste configurazioni sono indicate nella tabella seguente:

<i>Tipo di carico</i>	Q_{rk} [kN/m]	<i>A</i> [m]	<i>C</i> [m]
<i>SW/0</i>	<i>133</i>	<i>15,00</i>	<i>5,30</i>
<i>SW/2</i>	<i>150</i>	<i>25,00</i>	<i>7,00</i>

Tabella 2 – caratterizzazione treni di carico SW

La pressione da applicare in soletta vale:

$$- Q_{SW/2} = 1.0 \times 1.36 \times 150 / 3.67 = 56 \text{ kN/m}^2$$

In funzione delle caratteristiche geometriche dell'opera risulta quindi più sfavorevole il carico dovuto al treno LM71 rispetto al carico dovuto al treno SW/2.

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 26 di 174

7.3.2 Carichi sui marciapiedi ($Q_{sbalzo,SX} - Q_{sbalzo,DX}$)

I marciapiedi non aperti al pubblico sono utilizzati solo dal personale autorizzato. I carichi accidentali sono schematizzati da un carico uniformemente ripartito del valore di 10 kN/m². Questo carico non viene considerato contemporaneo al transito dei convogli ferroviari e viene applicato sopra i marciapiedi in modo da dare luogo agli effetti locali più sfavorevoli. Per questo tipo di carico distribuito non viene applicato l'incremento dinamico.

Il valore di questo carico verrà considerato nelle analisi degli sbalzi laterali.

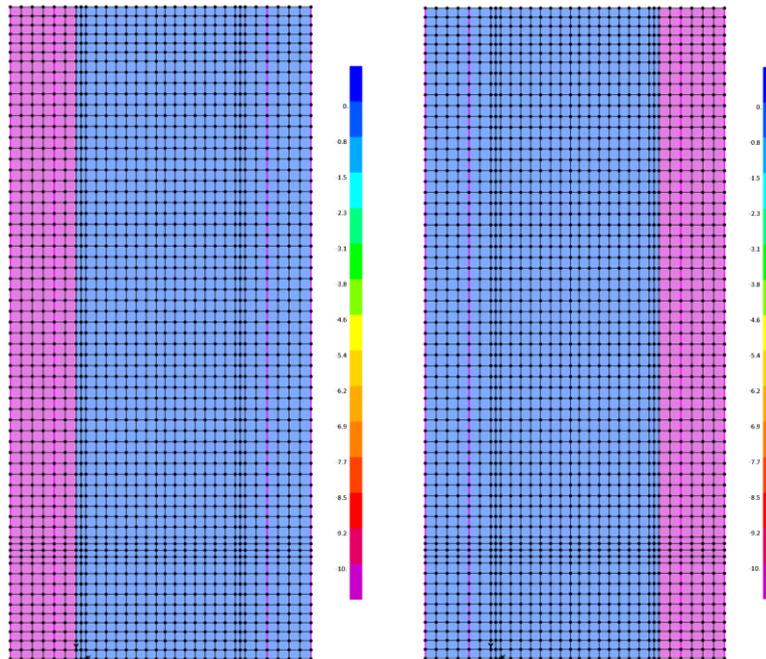


Figura 7-12 – Carichi sugli sbalzi, marciapiede SX e marciapiede DX

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 27 di 174

7.3.3 Serpeggio

La forza laterale indotta dal serpeggio si considera come una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario.

Il valore caratteristico di tale forza è stato assunto pari a $Q_{sk}=100$ kN. Tale valore deve essere moltiplicato per α , ma non per il coefficiente di incremento dinamico.

Questa forza laterale deve essere sempre combinata con i carichi verticali.

L'azione generata dal convoglio risulta pari a:

$$Q_{sk}=100 \times 1.10 = 110 \text{ kN}$$

Per ciascuno dei 3 casi di carico analizzati (3 per il binario di destra e 3 per il binario di sinistra), sarà considerato un nodo all'altezza del piano ferro. Tale nodo, posizionato in mezzeria rispetto all'impronta di carico, sarà collegato al sottostante nodo della struttura tramite un link rigido. Al nodo superiore sarà applicata una forza orizzontale concentrata di 110 kN rappresentativa del serpeggio.

L'azione da serpeggio è applicata al piano ferro e pertanto, nel trasporto al piano medio della soletta nasce una coppia di trasporto. Il braccio rispetto al piano medio della soletta vale 1.28m:

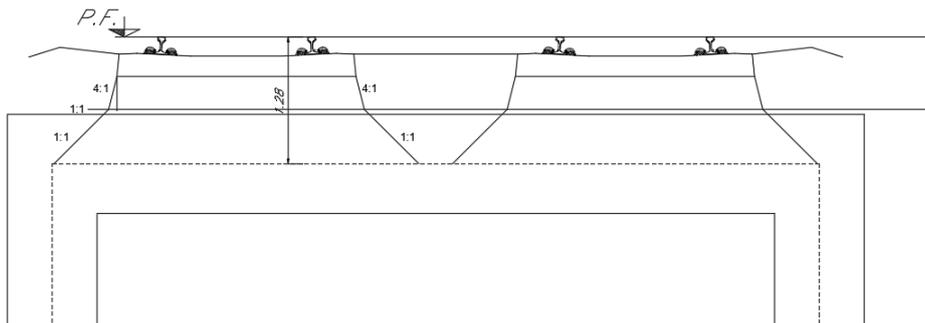


Figura 7-13 – Distanza tra piano ferro e interasse soletta superiore

A titolo di esempio, si riporta di seguito l'applicazione della forza di serpeggio sul binario di destra per il primo schema di carico:

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 28 di 174

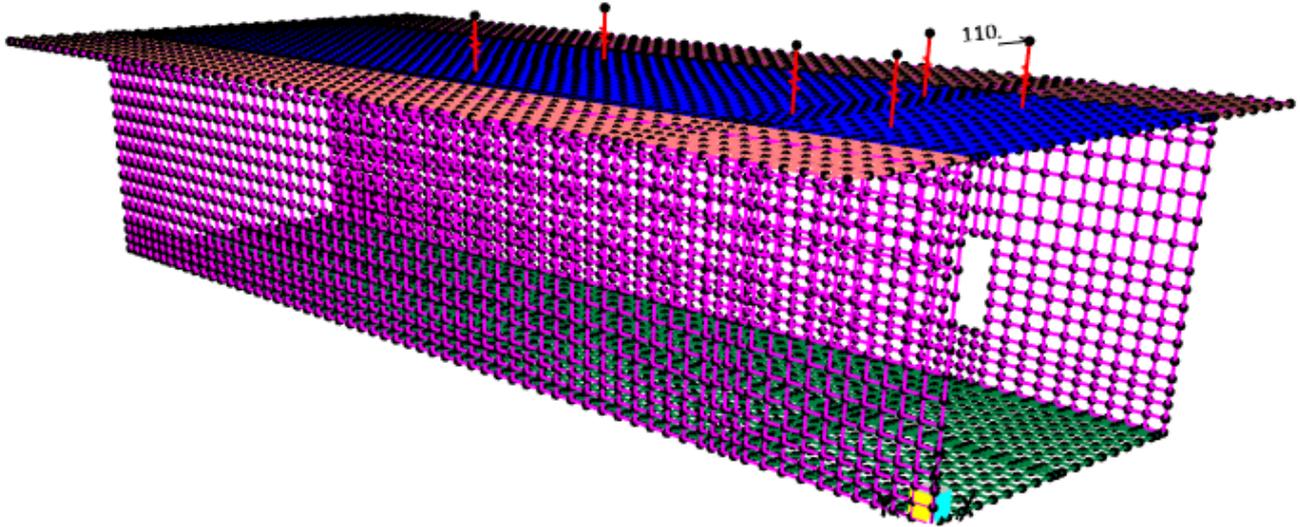


Figura 7-14 – Serpeggio - DX 1° Load Case

L'azione di serpeggio è stata applicata in modo analogo sia per il binario pari che per il binario dispari, per tutti gli schemi di carico.

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 29 di 174

7.3.4 Avviamento e frenatura

Le forze di frenatura e di avviamento agiscono sulla sommità del binario, nella direzione longitudinale dello stesso. Dette forze sono da considerarsi uniformemente distribuite su una lunghezza di binario L determinata per ottenere l'effetto più gravoso sull'elemento strutturale considerato. I valori caratteristici da considerare sono i seguenti:

Avviamento:

$$Q_{a,k} = 33 \text{ [kN/m]} \times L[m] \leq 1000 \text{ kN per modelli di carico LM71, SW/0, SW/2}$$

Frenatura:

$$Q_{b,k} = 20 \text{ [kN/m]} \times L[m] \leq 6000 \text{ kN per modelli di carico LM71, SW/0}$$

$$Q_{b,k} = 35 \text{ [kN/m]} \times L[m] \text{ per modelli di carico SW/2}$$

Al fine di applicare una pressione al modello di calcolo, si dividono i valori caratteristici per la lunghezza di diffusione in direzione trasversale:

$$Q_{\text{avviamento}} \quad 33 \text{ kN/m} \quad 9.89 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{\text{frenatura}} \quad 20 \text{ kN/m} \quad 5.99 \text{ kN/m}^2$$

Le azioni di frenatura ed avviamento vengono combinate con i relativi carichi verticali. Nel caso di ponti a doppio binario si devono considerare due treni in transito in versi opposti, uno in fase di avviamento, l'altro in fase di frenatura. I valori caratteristici dell'azione di frenatura e di quella di avviamento devono essere moltiplicati per α e non devono essere moltiplicati per Φ .

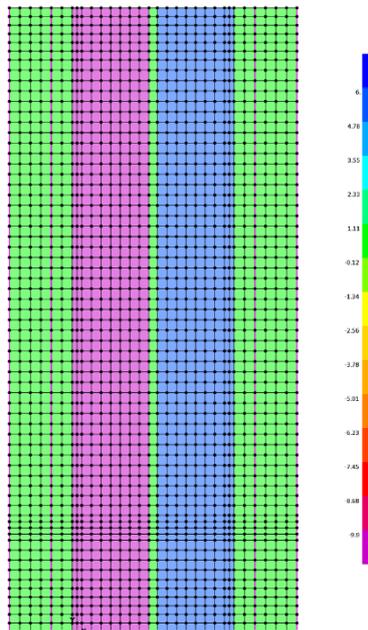


Figura 7-15 – Carico di avviamento sul binario sinistro e di frenatura sul binario destro – frenatura e avviamento

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.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	IF28	01	E ZZ CL	RI0300 001	B	30 di 174

7.4 AZIONI CLIMATICHE

Le variazioni termiche, uniforme e differenziale, vengono applicate sia sulla soletta di copertura che sui piedritti in quanto, essendo la struttura in elevazione fuori terra, risulta essere esposta alle azioni climatiche.

7.4.1 Variazione termica uniforme

È stata considerata una variazione termica uniforme pari a $\pm 15^{\circ}\text{C}$.

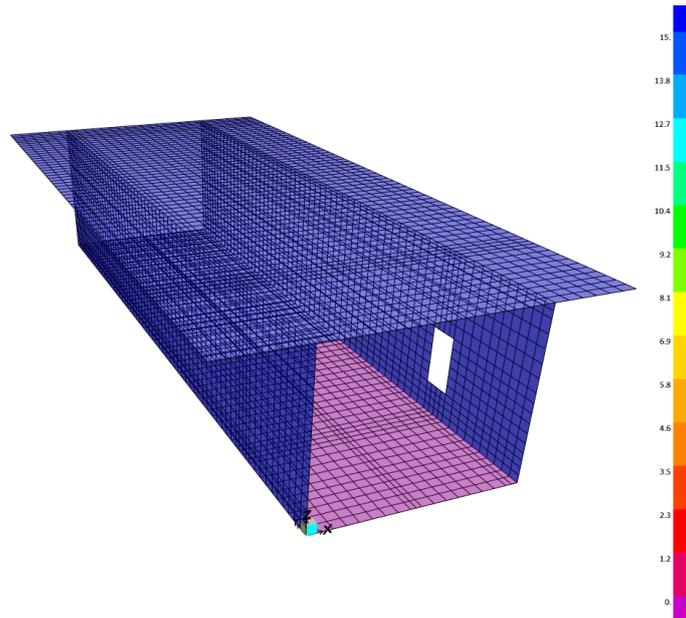


Figura 7-16 – Variazione termica uniforme +15°

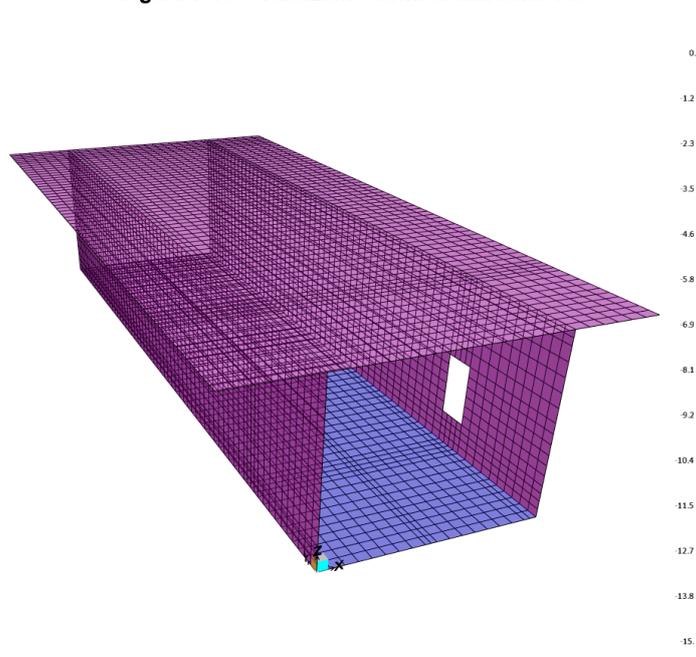


Figura 7-17 – Variazione termica uniforme -15°

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 31 di 174

7.4.2 Variazione termica differenziale

È stata considerata una differenza di temperatura tra estradosso e intradosso degli elementi pari a $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

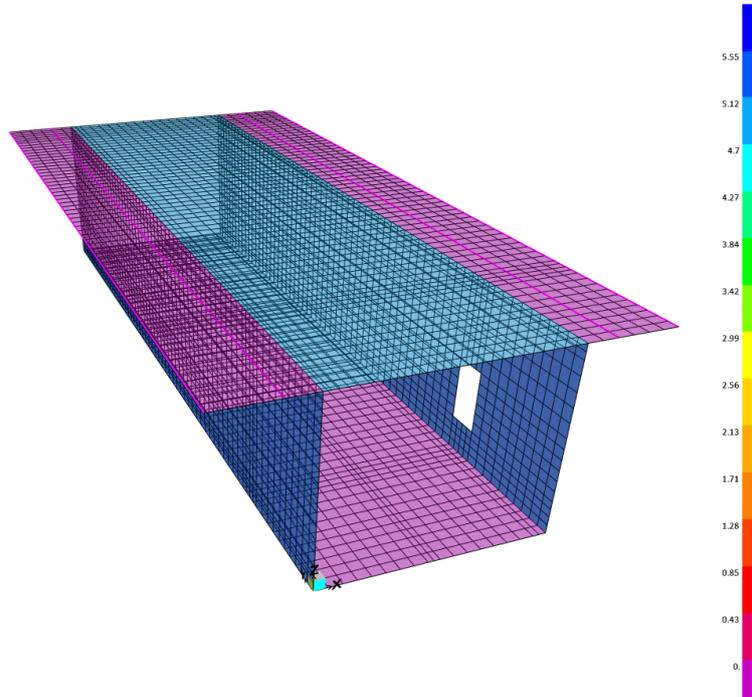


Figura 7-18 – Variazione termica differenziale +5°

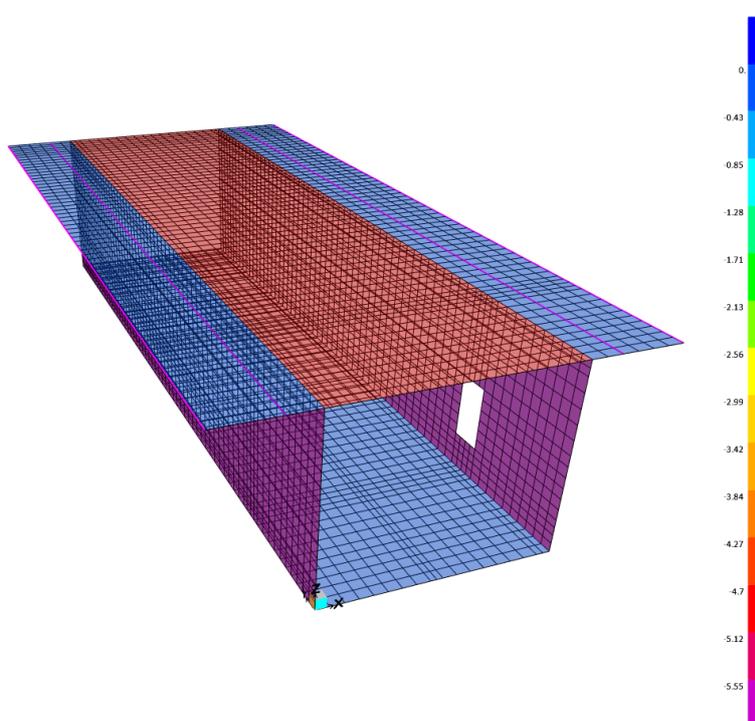


Figura 7-19 – Variazione termica differenziale -5°

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.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0300 001	REV. B	FOGLIO 32 di 174

7.4.3 Azione del vento

Di seguito si riporta il calcolo dell'azione del vento valutata per il sito in esame.

Ai sensi del NTC 08, la pressione del vento è pari a:

$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

dove:

- q_b – Pressione cinetica di riferimento
- c_e – Coefficiente di esposizione
- c_p – Coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico)
- c_d – Coefficiente dinamico

Pressione cinetica di riferimento:

La pressione cinetica di riferimento q_b in (N/m²) è data dall'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$$

dove:

- v_b - Velocità di riferimento del vento
- ρ - Densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1.25kg/m³

Nel caso in esame si assume un periodo di ritorno T_R pari a 50 anni per cui si ottiene un coefficiente $\alpha_R \approx 1.00$.

Pertanto la velocità di riferimento $v_b(T_R)$ sarà pari a:

$$v_b(T_R) = \alpha_R \cdot v_b$$

dove:

- v_b – Velocità di riferimento del vento associata ad un periodo di ritorno di 50 anni
- α_R – Coefficiente fornito dalla seguente espressione in funzione di T_R espresso in anni

$$\alpha_R = 0.75 \sqrt{1 - 0.2 \cdot \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]}$$

L'area oggetto di studio ricade in zona 3 e pertanto si ottiene:

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 33 di 174

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
1	Valle d' Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,010
2	Emilia Romagna	25	750	0,015
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,020
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,020
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,015
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,020
7	Liguria	28	1000	0,015
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,010
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,020

Figura 7-20: valore dei parametri $v_{b,0}$ – a_0 - k_a

- $v_{b,0} = 27$ m/s
- $a_0 = 500$ m
- $k_a = 0.020$ 1/s

Considerando un'altitudine sul livello del mare $a_s \approx 320$ m s.l.m. $< a_0$, si ottiene che $v_b = v_{b,0}$:

$$q_b = 1.25/2 * 27^2 = 456 \text{ N/m}^2$$

Coefficiente di esposizione

Per il sito in esame si considera la classe di rugosità del terreno D (tab. 3.3.III):

Tabella 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

Figura 7-21: classi di rugosità del terreno

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 34 di 174

Categoria di esposizione del sito	k_r	z_0 [m]	z_{min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

Figura 7-22: parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

In zona 3, con classe di rugosità D ed a circa 50 km dalla costa si ottiene il valore della classe di esposizione del sito pari a II per il quale valgono i seguenti parametri:

- $k_r=0.19$
- $z_0=0.05$ m
- $z_{min}=4.0$ m

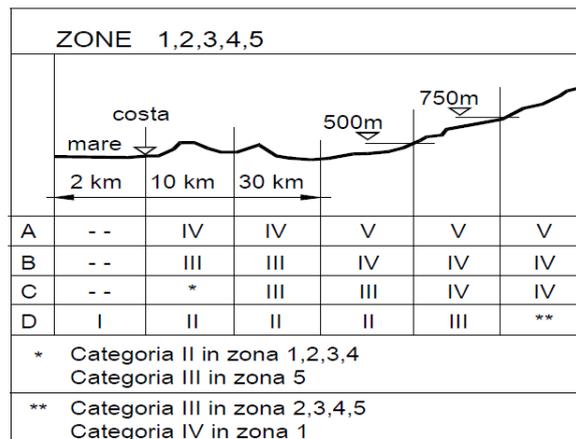


Figura 7-23: definizione delle categorie di esposizione

Per il calcolo dell'azione del vento si considera come altezza della struttura $z = 6.30$ m sopra il piano di campagna. Considerando i seguenti parametri:

- $k_r=0.19$
- $z_0=0.05$ m
- $z_{min}=4.0$ m
- $z=6.30$ m
- $ct=1.0$

E considerando la relazione valida per $z > z_{min}$:

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{min}) \quad \text{per } z < z_{min}$$

Si ottiene:

$$C_e = 2.07$$

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 35 di 174

Coefficiente di forma (o aerodinamico):

Per la determinazione del coefficiente di forma si fa riferimento a quanto riportato al § C3.3.10.1 della circolare esplicativa del 2009.

Il coefficiente di forma c_{pe} vale:

- piedritto direttamente investito dal vento: $c_{pe}=+0.80$
- piedritto non direttamente investito dal vento: $c_{pe}=-0.40$

Coefficiente dinamico

Il coefficiente dinamico tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura. Esso è assunto cautelativamente pari ad 1.

La pressione del vento agente sulla struttura vale pertanto:

$$p_{piedritto,1} = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 0.456 \cdot 2.07 \cdot 0.80 \cdot 1.00 = 0.75 \frac{kN}{m^2}$$

$$p_{piedritto,2} = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 0.456 \cdot 2.07 \cdot (-0.40) \cdot 1.00 = -0.38 \frac{kN}{m^2}$$

$$soletta = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 0.456 \cdot 2.07 \cdot (-0.40) \cdot 1.00 = -0.38 \frac{kN}{m^2}$$

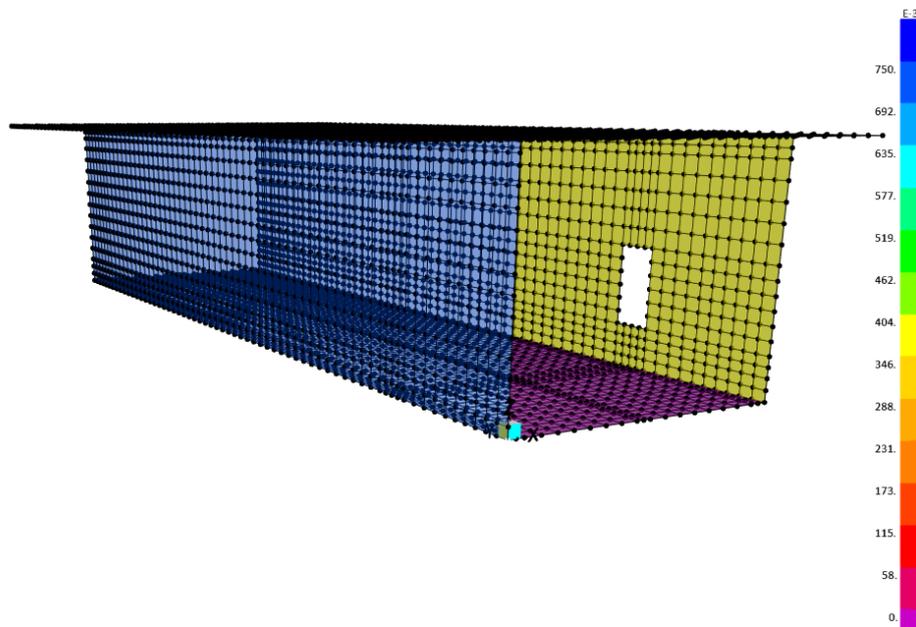


Figura 7-24 – Pressione del vento agente sulla struttura

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.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>RI0300 001</td> <td>B</td> <td>36 di 174</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	RI0300 001	B	36 di 174
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	RI0300 001	B	36 di 174													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo																		

7.5 AZIONI INDIRETTE

7.5.1 Ritiro e viscosità

Non si considera il ritiro sulla soletta di fondazione in quanto sostanzialmente interrata per la maggior parte della sua dimensione. Si applica una variazione di temperatura equivalente per schematizzare il fenomeno di ritiro abbattuta per tenere in conto che il fenomeno si sviluppa nel tempo.

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 RI0300 001	REV. FOGLIO B 37 di 174

RITIRO DA ESSICAMENTO, ϵ_{cd}											
$\epsilon_{cd}(t)$	= sviluppo nel tempo = 0.0002610										
	$\epsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) k_s \epsilon_{cd,0}$										
	$\beta_{ds}(t, t_s) = \frac{t - t_s}{(t - t_s) + 0.04 \sqrt{h_0^3}}$										
t	= età del calcestruzzo al momento considerato = 18,250 gg										
t _s	= età del calcestruzzo (inizio rit) alla fine della maturazione = 1 gg										
L	= larghezza sez trasversale calcestruzzo = mm										
s	= altezza sez trasversale calcestruzzo (media) = mm										
Ac	= area sezione trasversale calcestruzzo = 19,630,000 mm ²										
b	= larghezza totale piattabande superiori = mm										
u	= perimetro sez esposta ad essiccamento = 50,920 mm										
$h_0 = 2A_c/u$	= dimensione convenzionale sez trasversale = 771 mm										
	<table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>h0 [mm]</th> <th>kh</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0.85</td> </tr> <tr> <td>300</td> <td>0.75</td> </tr> <tr> <td>≥500</td> <td>0.70</td> </tr> </tbody> </table> <p style="margin-left: 20px;">prospetto 3.3</p>	h0 [mm]	kh	100	1.00	200	0.85	300	0.75	≥500	0.70
h0 [mm]	kh										
100	1.00										
200	0.85										
300	0.75										
≥500	0.70										
	<p style="margin-left: 20px;">interpolazione lineare</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>x</th> <th>y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>300</td> <td>0.75</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>500</td> <td>0.70</td> </tr> </tbody> </table>		x	y	1	300	0.75	2	500	0.70	
	x	y									
1	300	0.75									
2	500	0.70									
kh	= coefficiente dipendente da h0 = 0.700										
$\beta_{ds}(t, t_s)$	= funzione di sviluppo temporale = 0.955										
	$\epsilon_{cd,0} = 0.85 \left[(220 + 110 \alpha_{ds1}) \exp\left(-\alpha_{ds2} \frac{f_{cm}}{f_{cm0}}\right) \right] 10^{-6} \beta_{RH}$										
	$\beta_{RH} = 1.55 \left[1 - \left(\frac{RH}{RH_0}\right)^3 \right]$										
f _{ck}	= resistenza caratteristica a compressione = 32 MPa										
f _{cm}	= resistenza media a compressione = 40 MPa										
f _{cm0}	= valore di riferimento da normativa = 10 MPa										
α_{ds1}	= coefficiente dipendente dal tipo cemento = 4										
	<table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tbody> <tr> <td>α_{ds1}</td> <td>=</td> <td>3 cemento Classe S</td> </tr> <tr> <td></td> <td>=</td> <td>4 cemento Classe N</td> </tr> <tr> <td></td> <td>=</td> <td>6 cemento Classe R</td> </tr> </tbody> </table>	α_{ds1}	=	3 cemento Classe S		=	4 cemento Classe N		=	6 cemento Classe R	
α_{ds1}	=	3 cemento Classe S									
	=	4 cemento Classe N									
	=	6 cemento Classe R									
α_{ds2}	= coefficiente dipendente dal tipo cemento = 0.12										
	<table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tbody> <tr> <td>α_{ds2}</td> <td>=</td> <td>0.13 cemento Classe S</td> </tr> <tr> <td></td> <td>=</td> <td>0.12 cemento Classe N</td> </tr> <tr> <td></td> <td>=</td> <td>0.11 cemento Classe R</td> </tr> </tbody> </table>	α_{ds2}	=	0.13 cemento Classe S		=	0.12 cemento Classe N		=	0.11 cemento Classe R	
α_{ds2}	=	0.13 cemento Classe S									
	=	0.12 cemento Classe N									
	=	0.11 cemento Classe R									
RH	= umidità relativa ambiente = 65 %										
RH ₀	= valore di riferimento da normativa = 100 %										
β_{RH}	= 1.124										
$\epsilon_{cd,0}$	= deformazione di base = 0.00039										
$\epsilon_{cd}(\infty)$	= valore medio a tempo infinito = 0.0002732										
	$\epsilon_{cd}(\infty) = k_s \epsilon_{cd,0}$										
RITIRO AUTOGENO, ϵ_{ca}											
$\epsilon_{ca}(t)$	= sviluppo nel tempo $\epsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \epsilon_{ca}(\infty) = 0.0000550$										
$\beta_{as}(t)$	= $\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0.2t^{0.5}) = 1.000$										
$\epsilon_{ca}(\infty)$	= valore medio a tempo infinito $\epsilon_{ca}(\infty) = 2.5(f_{ck} - 10)10^{-6} = 0.0000550$										

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 38 di 174

Per determinare il coefficiente di viscosità si fa riferimento all'appendice B dell'EC2:

EC2 Annex B			
	fck	32	MPa
	fcm	40	MPa
	Ecm	33346	Mpa
	RH	65	%
(B.6)	h0	771	mm
(B.8c)	α_1	0.911	
(B.8c)	α_2	0.974	
(B.8c)	α_3	0.935	
(B.3.a) or (B.3.b)	$\phi_r h$	1.312	
(B.4)	$\beta(fcm)$	2.656	
età cls applicazione carico	t = t0	1	gg
	t ∞	18,250	
(B.7)	$\beta_c(t,t_0)$	0.978	
(B.8a) or (B.8b)	β_h	1404	>1500*a3 1403.12
(B.5)	$\beta(t_0)$	0.909	
(B.2)	ϕ_0	3.17	
(B.1)	$\phi(t,t_0)$	3.10	

La variazione termica equivalente al ritiro viene valutata con l'espressione $\epsilon_s / [(\phi(t,t_0)) \times \alpha]$.

Variazione termica da ritiro equivalente

$\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca}$	0.000316	deformazione da ritiro totale
$\phi(t,t_0)$	3.10	Coeff. di viscosità
α	0.000010 [1/°C]	Coeff. di dilatazione termica
ΔT	-10 °C	Variazione termica equivalente

Si assume una variazione termica equivalente applicata ai piedritti e alla soletta superiore pari a:

$$\Delta T = -10^\circ\text{C}$$

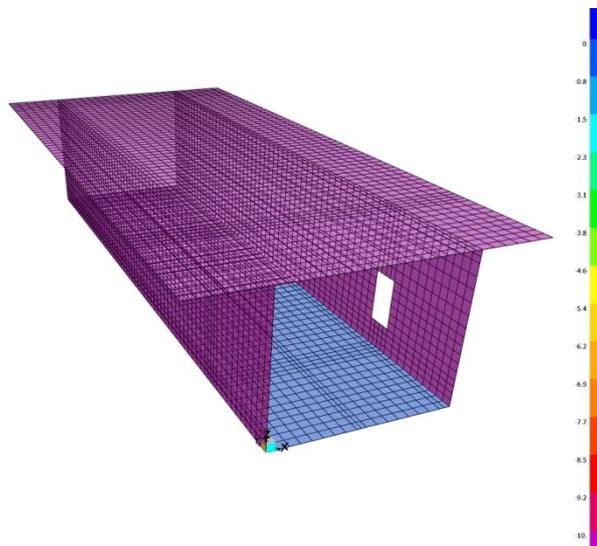


Figura 7-25 – Variazione termica equivalente agli effetti del ritiro $Q_{31} = -10^\circ$

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 39 di 174

7.6 AZIONI SISMICHE

L'opera in oggetto ricade nel comune di Grottoaminda (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.

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 |>>>

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

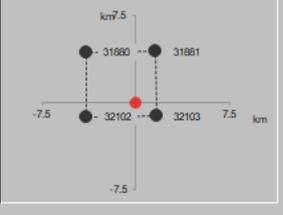
Interpolazione

superficie rigata |>



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 posì individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

Nodi del reticolo intorno al sito



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 7-26 – Fase 1 – Individuazione della pericolosità del sito

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 40 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

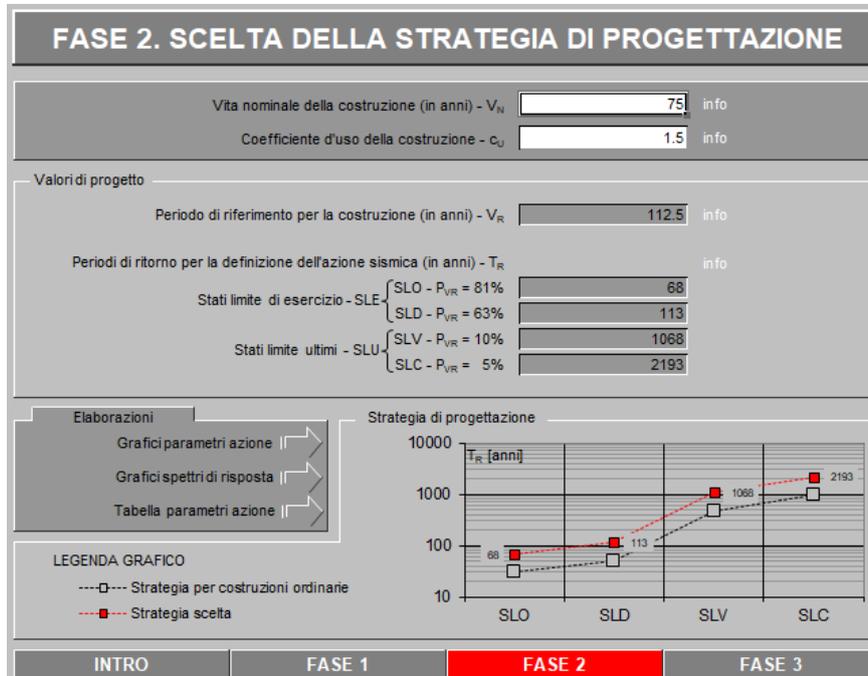


Figura 7-27 – Fase 2 – Strategia di progettazione

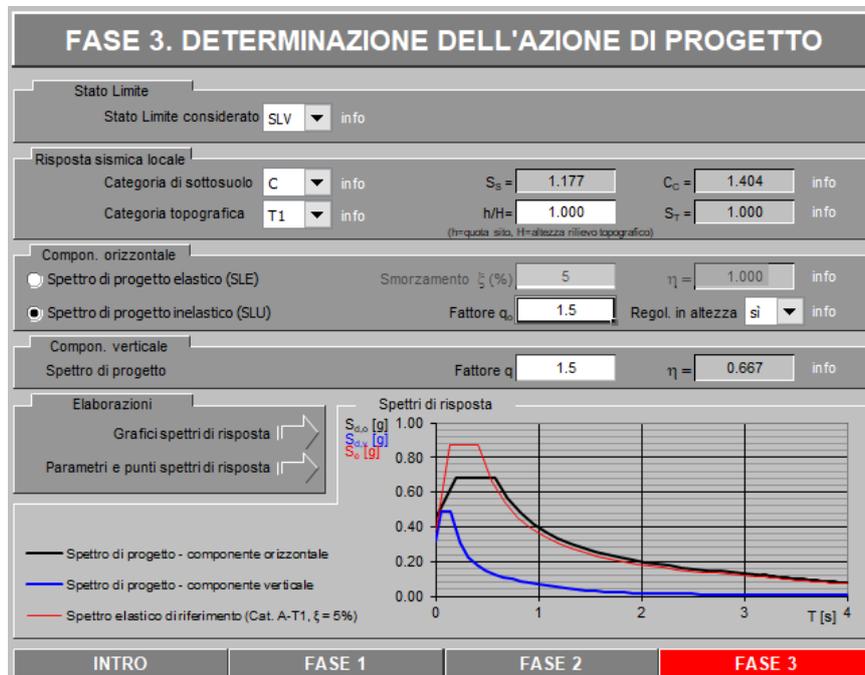


Figura 7-28 – Fase 3 – Azione di progetto

In seguito ad una analisi in frequenza del modello di calcolo (vedasi APPENDICE 1), si sono estrapolati i modi di vibrare per le direzioni principali. Di conseguenza, le azioni sismiche sono valutate considerando un'analisi statica equivalente e quindi è stata considerata l'accelerazione spettrale massima in corrispondenza del Plateau per la componente trasversale X e verticale Z mentre in direzione longitudinale Y la struttura presenta una rigidità molto elevata e il periodo può quindi essere supposto prossimo allo zero (la struttura è molto rigida in quanto nella

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 41 di 174

realtà il contributo della fondazione in contatto con il suolo è non trascurabile e la fondazione stessa ha un numero inferiore di giunti rispetto all'elevazione) 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.

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

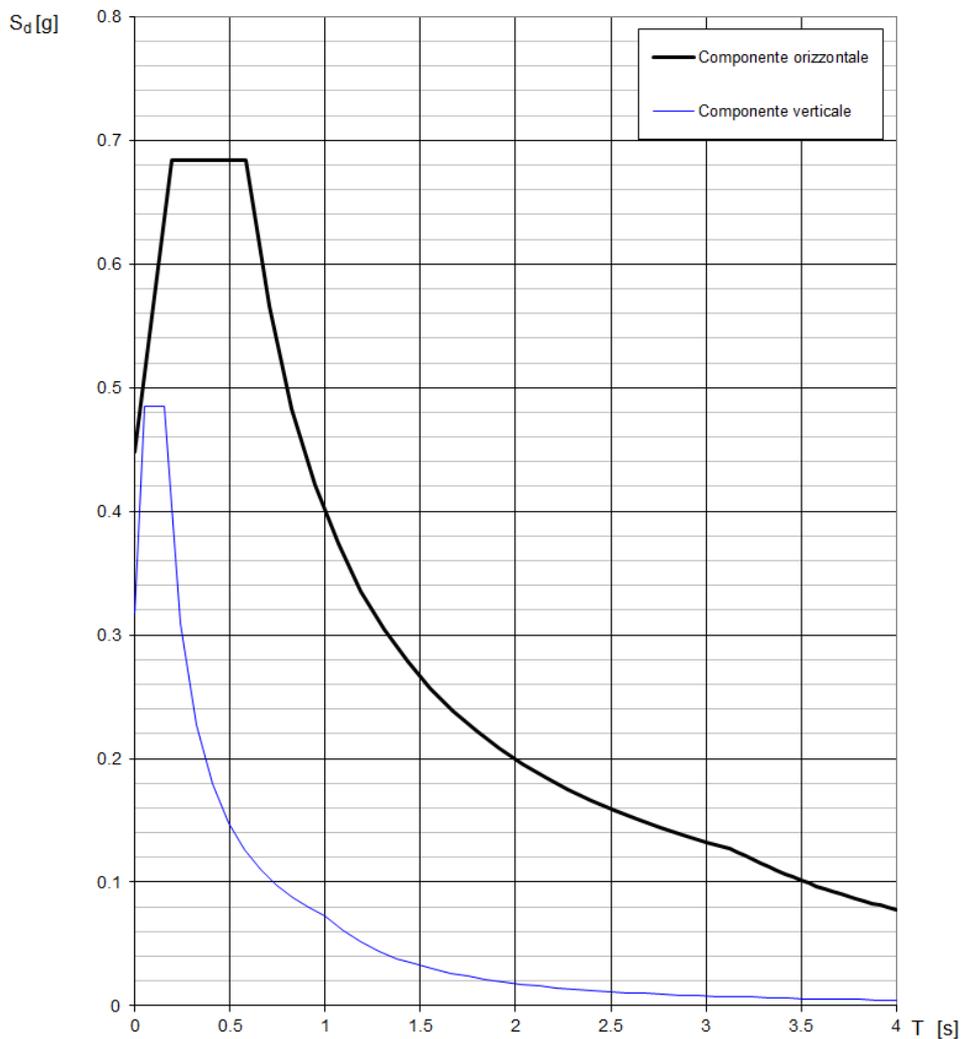


Figura 7-29 – Spettri di risposta in direzione orizzontale e verticale allo SLV

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 42 di 174

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 7-30 – Spettro di risposta in direzione orizzontale allo SLV

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 43 di 174

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 7-31 – Spettro di risposta in direzione verticale allo SLV

Nel modello è stata implementata un'analisi sismica di tipo statico equivalente. Sono state considerate partecipanti le masse proprie degli elementi strutturali, i carichi permanenti e il carico ferroviario con coefficiente di partecipazione pari a 0.2. L'azione sismica è stata così applicata in direzione X, Y e Z.

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 44 di 174

8 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:

- $E_1 = \pm 1.00 \quad E_x \pm 0.30 \quad E_y \pm 0.30 \quad E_z$
- $E_2 = \pm 0.30 \quad E_x \pm 1.00 \quad E_y \pm 0.30 \quad E_z$
- $E_3 = \pm 0.30 \quad E_x \pm 0.30 \quad E_y \pm 1.00 \quad E_z$

Con E_x , E_y ed E_z rappresentative rispettivamente dell'azione sismica orizzontale in direzione x e y e verticale z.

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 45 di 174

8.1 MODELLO DI CALCOLO

Nel software di calcolo agli elementi finiti è stato modellato un conchio di sviluppo longitudinale pari a 30m (distanza relativa tra due successivi giunti strutturali sovra-struttura). Questo modello è stato considerato per la valutazione delle sollecitazioni e le deformazioni degli elementi strutturali per le combinazioni agli stati limite ultimi, di esercizio e sismiche.

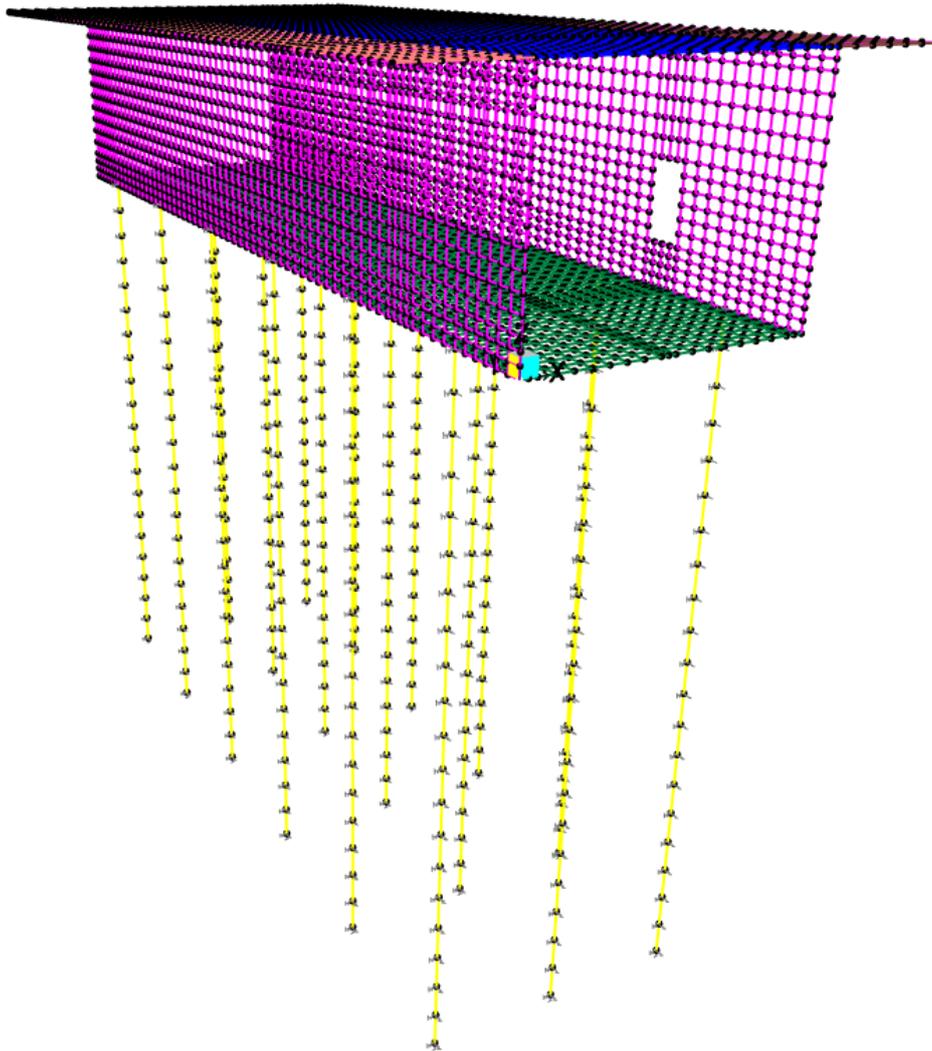


Figura 8-1 – Modello di calcolo SLU/SLE

Sono stati modellati anche i pali di fondazione mediante elementi frame suddivisi in elementi di 1.0 metro di lunghezza. Lungo lo sviluppo del palo, in corrispondenza dei nodi, sono state applicate delle molle in direzione X e Y. In corrispondenza del nodo alla base del palo è stata applicata anche una molla in direzione verticale Z.

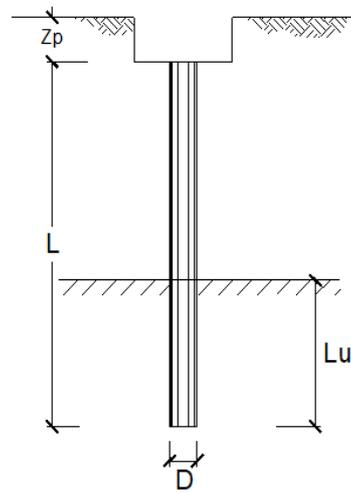
APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0300 001	REV. B	FOGLIO 46 di 174

Profondità palo	Z da p.c.	Unità	nh (kN/m3)	Cu (kPa)	Kh (kN/m3)	a	D	kN/m
0	2.1	Unità 1		100	25000	0.5	1.2	15000
1	3.1			100	25000	1	1.2	30000
2	4.1	Unità 2	4000		13667	1	1.2	16400
3	5.1		4000		17000	1	1.2	20400
4	6.1	Unità 4a		179	44850	1	1.2	53820
5	7.1			183	45850	1	1.2	55020
6	8.1			187	46850	1	1.2	56220
7	9.1			191	47850	1	1.2	57420
8	10.1	Unità 4b		289	72292	1	1.2	86750
9	11.1			292	72986	1	1.2	87583
10	12.1			295	73681	1	1.2	88417
11	13.1			298	74375	1	1.2	89250
12	14.1			300	75069	1	1.2	90083
13	15.1			303	75764	1	1.2	90917
14	16.1			306	76458	1	1.2	91750
15	17.1			309	77153	1	1.2	92583
16	18.1			311	77847	1	1.2	93417
17	19.1			314	78542	1	1.2	94250
18	20.1		317	79236	0.5	1.2	47542	

Figura 8-2 – Molle orizzontali da applicare al modello

La molla verticale alla base è stata calcolata a partire dal cedimento del palo:

Cedimento			
D	1.2	m	
P	2314	kN	
L totale	18	m	
L utile	14.5	m	
E1	15	Mpa	
E2	40	Mpa	
E3		MPa	
Spessore 1	4	m	
Spessore 2	11.5	m	
Spessore 3		m	
	15.5	m	
E ponderato		34 MPa	
β	1.58218676		
Cedimento	0.0075263	m	= 7.53 mm
k	307455	kN/m	



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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 47 di 174

9 CRITERI DI VERIFICA

Gli effetti dei carichi verticali, dovuti alla presenza dei convogli, vengono combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti di cui alla Tabella 5.2.IV del DM 14/01/2008 di seguito riportata. In particolare, per ogni gruppo viene individuata un'azione dominante che verrà considerata per intero; per le altre azioni, vengono definiti diversi coefficienti di combinazione. Ogni gruppo massimizza una particolare condizione alla quale la struttura dovrà essere verificata.

Tabella 5.2.III - Carichi mobili in funzione del numero di binari presenti sul ponte

Numero di binari	Binari Carichi	Traffico normale		Traffico pesante ⁽²⁾
		caso a ⁽¹⁾	caso b ⁽¹⁾	
1	Primo	1,0 (LM 71 ⁺⁺ SW/0 ⁰)	-	1,0 SW/2
2	Primo	1,0 (LM 71 ⁺⁺ SW/0 ⁰)	-	1,0 SW/2
	secondo	1,0 (LM 71 ⁺⁺ SW/0 ⁰)	-	1,0 (LM 71 ⁺⁺ SW/0 ⁰)
≥ 3	Primo	1,0 (LM 71 ⁺⁺ SW/0 ⁰)	0,75 (LM 71 ⁺⁺ SW/0 ⁰)	1,0 SW/2
	secondo	1,0 (LM 71 ⁺⁺ SW/0 ⁰)	0,75 (LM 71 ⁺⁺ SW/0 ⁰)	1,0 (LM 71 ⁺⁺ SW/0 ⁰)
	Altri	-	0,75 (LM 71 ⁺⁺ SW/0 ⁰)	-

Tabella 5.2.IV - Valutazione dei carichi da traffico

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

Azione dominante
⁽¹⁾ Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ, α , ecc.)
⁽²⁾ La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

I valori fra parentesi indicati nella Tab. 5.2.IV vanno assunti quando l'azione risulta favorevole nei riguardi della verifica che si sta svolgendo.

Il gruppo 4 è da considerarsi esclusivamente per le verifiche a fessurazione. I valori indicati fra parentesi si assumeranno pari a: 0.6 per impalcati con 2 binari carichi e 0.4 per impalcati con tre o più binari carichi.

In fase di combinazione, ai fini delle verifiche degli SLU e SLE per la verifica delle tensioni, si sono considerati i soli Gruppo 1 e 3, mentre per la verifica a fessurazione è stato utilizzato il Gruppo 4. Nella tabella 5.2.III vengono riportati i carichi da utilizzare in caso di impalcati con due, tre o più binari carichi.

I coefficienti di amplificazione dei carichi γ e i coefficienti di combinazione ψ sono riportati nelle tabelle seguenti. In particolare nel calcolo della struttura in esame si fa riferimento alla combinazione A1 STR.

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 48 di 174

Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica (da DM 14/01/2008)

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

(1) Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.

(2) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

(3) Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

(4) Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.

(5) Aliquota di carico da traffico da considerare.

(6) 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

(7) 1,20 per effetti locali

Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione ψ delle azioni.

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	σ_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	σ_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	σ_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	σ_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 49 di 174

Le azioni descritte nei paragrafi precedenti ed utilizzati nelle combinazioni di carico vengono di seguito riassunte:

n° Load Case	Load Case
1	dead
2	sovrastuttura ferroviaria
3	canalette
4	LM71 BD DX 1° Load Case
5	LM71 BP SX 1° Load Case
6	LM71 BD DX 2° Load Case
7	LM71 BP SX 2° Load Case
8	LM71 BD DX 3° Load Case
9	LM71 BP SX 3° Load Case
10	LM71 ecc DX 1° Load Case
11	LM71 ecc SX 1° Load Case
12	LM71 ecc DX 2° Load Case
13	LM71 ecc SX 2° Load Case
14	LM71 ecc DX 3° Load Case
15	LM71 ecc SX 3° Load Case
16	serpeggio SX 1° Load Case
17	serpeggio DX 1° Load Case
18	serpeggio SX 2° Load Case
19	serpeggio DX 2° Load Case
20	serpeggio SX 3° Load Case
21	serpeggio DX 3° Load Case
22	frenatura e avviamento
23	marciapiede SX
24	marciapiede DX
25	termica uniforme +15
26	termica uniforme -15
27	termica lineare +5
28	termica lineare -5
29	ritiro
30	sisma Z
31	sisma X
32	sisma Y
33	vento

Figura 9-1 – Casi elementari di carico

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 50 di 174

Si riportano di seguito le combinazioni allo SLU di carico implementate nel modello di calcolo:

n° Load Case	Load Case	SLU1 - Load Case 1 - gr 1	SLU2 - Load Case 1 - gr 1	SLU3 - Load Case 1 - gr 1	SLU4 - Load Case 1 - gr 1	SLU5 - Load Case 1 - gr 1
1	dead	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
2	sovrastuttura ferroviaria	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
3	canalette	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
4	LM71 BD DX 1° Load Case	1.45	1.45	1.45	1.16	1.16
5	LM71 BP SX 1° Load Case	1.45	1.45	1.45	1.16	1.16
6	LM71 BD DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	LM71 BP SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	LM71 BD DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	LM71 BP SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	LM71 ecc DX 1° Load Case	1.45	1.45	1.45	1.16	1.16
11	LM71 ecc SX 1° Load Case	1.45	1.45	1.45	1.16	1.16
12	LM71 ecc DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	LM71 ecc SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	LM71 ecc DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	LM71 ecc SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	serpeggio SX 1° Load Case	1.45	1.45	1.45	1.16	1.16
17	serpeggio DX 1° Load Case	1.45	1.45	1.45	1.16	1.16
18	serpeggio SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	serpeggio DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	serpeggio SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	serpeggio DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	frenatura e avviamento	0.73	0.73	0.73	0.58	0.58
23	marciapiede SX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	marciapiede DX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	termica uniforme +15	0.00	0.90	0.00	1.50	0.00
26	termica uniforme -15	0.00	0.00	0.90	0.00	1.50
27	termica lineare +5	0.00	0.90	0.00	1.50	0.00
28	termica lineare -5	0.00	0.00	0.90	0.00	1.50
29	ritiro	0.00	1.20	1.20	1.20	1.20
30	vento	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

n° Load Case	Load Case	SLU8 - Load Case 2 - gr 1	SLU9 - Load Case 2 - gr 1	SLU10 - Load Case 2 - gr 1	SLU11 - Load Case 2 - gr 1	SLU12 - Load Case 2 - gr 1
1	dead	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
2	sovrastuttura ferroviaria	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
3	canalette	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
4	LM71 BD DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	LM71 BP SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	LM71 BD DX 2° Load Case	1.45	1.45	1.45	1.16	1.16
7	LM71 BP SX 2° Load Case	1.45	1.45	1.45	1.16	1.16
8	LM71 BD DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	LM71 BP SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	LM71 ecc DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	LM71 ecc SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	LM71 ecc DX 2° Load Case	1.45	1.45	1.45	1.16	1.16
13	LM71 ecc SX 2° Load Case	1.45	1.45	1.45	1.16	1.16
14	LM71 ecc DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	LM71 ecc SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	serpeggio SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	serpeggio DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	serpeggio SX 2° Load Case	1.45	1.45	1.45	1.16	1.16
19	serpeggio DX 2° Load Case	1.45	1.45	1.45	1.16	1.16
20	serpeggio SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	serpeggio DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	frenatura e avviamento	0.73	0.73	0.73	0.58	0.58
23	marciapiede SX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	marciapiede DX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	termica uniforme +15	0.00	0.90	0.00	1.50	0.00
26	termica uniforme -15	0.00	0.00	0.90	0.00	1.50
27	termica lineare +5	0.00	0.90	0.00	1.50	0.00
28	termica lineare -5	0.00	0.00	0.90	0.00	1.50
29	ritiro	0.00	1.20	1.20	1.20	1.20
30	vento	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

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: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL RI0300 001 B 51 di 174

n° Load Case	Load Case	SLU15 - Load Case 3 - gr 1	SLU16 - Load Case 3 - gr 1	SLU17 - Load Case 3 - gr 1	SLU18 - Load Case 3 - gr 1	SLU19 - Load Case 3 - gr 1
1	dead	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
2	sovrastruttura ferroviaria	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
3	canalette	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
4	LM71 BD DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	LM71 BP SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	LM71 BD DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	LM71 BP SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	LM71 BD DX 3° Load Case	1.45	1.45	1.45	1.16	1.16
9	LM71 BP SX 3° Load Case	1.45	1.45	1.45	1.16	1.16
10	LM71 ecc DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	LM71 ecc SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	LM71 ecc DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	LM71 ecc SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	LM71 ecc DX 3° Load Case	1.45	1.45	1.45	1.16	1.16
15	LM71 ecc SX 3° Load Case	1.45	1.45	1.45	1.16	1.16
16	serpeggio SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	serpeggio DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	serpeggio SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	serpeggio DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	serpeggio SX 3° Load Case	1.45	1.45	1.45	1.16	1.16
21	serpeggio DX 3° Load Case	1.45	1.45	1.45	1.16	1.16
22	frenatura e avviamento	0.73	0.73	0.73	0.58	0.58
23	marciapiede SX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	marciapiede DX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	termica uniforme +15	0.00	0.90	0.00	1.50	0.00
26	termica uniforme -15	0.00	0.00	0.90	0.00	1.50
27	termica lineare +5	0.00	0.90	0.00	1.50	0.00
28	termica lineare -5	0.00	0.00	0.90	0.00	1.50
29	ritiro	0.00	1.20	1.20	1.20	1.20
30	vento	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

n° Load Case	Load Case	SLU22 - Marciapiedi	SLU23 - Marciapiedi	SLU24 - Marciapiedi	SLU26 - Marciapiedi
1	dead	1.35	1.35	1.35	1.35
2	sovrastruttura ferroviaria	1.50	1.50	1.50	1.50
3	canalette	1.50	1.50	1.50	1.50
4	LM71 BD DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
5	LM71 BP SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
6	LM71 BD DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
7	LM71 BP SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
8	LM71 BD DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
9	LM71 BP SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
10	LM71 ecc DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
11	LM71 ecc SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
12	LM71 ecc DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
13	LM71 ecc SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
14	LM71 ecc DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
15	LM71 ecc SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
16	serpeggio SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
17	serpeggio DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
18	serpeggio SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
19	serpeggio DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
20	serpeggio SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
21	serpeggio DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
22	frenatura e avviamento	0.00	0.00	0.00	0.00
23	marciapiede SX	1.50	1.50	1.50	1.05
24	marciapiede DX	1.50	1.50	1.50	1.05
25	termica uniforme +15	0.00	0.90	0.00	0.00
26	termica uniforme -15	0.00	0.00	0.90	1.50
27	termica lineare +5	0.00	0.90	0.00	0.00
28	termica lineare -5	0.00	0.00	0.90	1.50
29	ritiro	0.00	1.20	1.20	1.20
30	vento	0.90	0.90	0.90	0.90

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 LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL RI0300 001 B 52 di 174

n° Load Case	Load Case	SLU29 - Load Case 3 - gr 1	SLU30 - Load Case 3 - gr 1	SLU31 - Load Case 3 - gr 1	SLU32 - Load Case 3 - gr 1	SLU33 - Load Case 3 - gr 1
1	dead	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
2	sovrastruttura ferroviaria	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
3	canalette	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
4	LM71 BD DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	LM71 BP SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	LM71 BD DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	LM71 BP SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	LM71 BD DX 3° Load Case	1.45	1.45	1.45	1.16	1.16
9	LM71 BP SX 3° Load Case	1.45	1.45	1.45	1.16	1.16
10	LM71 ecc DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	LM71 ecc SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	LM71 ecc DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	LM71 ecc SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	LM71 ecc DX 3° Load Case	1.45	1.45	1.45	1.16	1.16
15	LM71 ecc SX 3° Load Case	1.45	1.45	1.45	1.16	1.16
16	serpeggio SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	serpeggio DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	serpeggio SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	serpeggio DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	serpeggio SX 3° Load Case	1.45	1.45	1.45	1.16	1.16
21	serpeggio DX 3° Load Case	1.45	1.45	1.45	1.16	1.16
22	frenatura e avviamento	0.73	0.73	0.73	0.58	0.58
23	marciapiede SX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	marciapiede DX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	termica uniforme +15	0.00	0.90	0.00	1.50	0.00
26	termica uniforme -15	0.00	0.00	0.90	0.00	1.50
27	termica lineare +5	0.00	0.90	0.00	1.50	0.00
28	termica lineare -5	0.00	0.00	0.90	0.00	1.50
29	ritiro	0.00	1.20	1.20	1.20	1.20
30	vento	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

Le combinazioni di carico da 29 a 33 sono la copia delle combinazioni da 15 a 19 e vengono considerate per analizzare il caso in cui c'è l'avviamento solo su un binario.

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 53 di 174

Si riportano di seguito le combinazioni sismiche allo stato limite di vita (SLV) implementate nel modello:

- Sisma dominante in direzione trasversale X:

n° Load Case	Load Case	SLV1 - Load Case 1 - gr 1	SLV2 - Load Case 1 - gr 1	SLV3 - Load Case 1 - gr 1	SLV4 - Load Case 1 - gr 1
1	dead	1.00	1.00	1.00	1.00
2	sovrastuttura ferroviaria	1.00	1.00	1.00	1.00
3	canalette	1.00	1.00	1.00	1.00
4	LM71 BD DX 1° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
5	LM71 BP SX 1° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
6	LM71 BD DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
7	LM71 BP SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
8	LM71 BD DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
9	LM71 BP SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
10	LM71 ecc DX 1° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
11	LM71 ecc SX 1° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
12	LM71 ecc DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
13	LM71 ecc SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
14	LM71 ecc DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
15	LM71 ecc SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
16	serpeggio SX 1° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
17	serpeggio DX 1° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
18	serpeggio SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
19	serpeggio DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
20	serpeggio SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
21	serpeggio DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
22	frenatura e avviamento	0.10	0.10	0.10	0.10
23	marciapiede SX	0.00	0.00	0.00	0.00
24	marciapiede DX	0.00	0.00	0.00	0.00
25	termica uniforme +15	0.50	0.50	0.50	0.50
26	termica uniforme -15	0.00	0.00	0.00	0.00
27	termica lineare +5	0.50	0.50	0.50	0.50
28	termica lineare -5	0.00	0.00	0.00	0.00
29	ritiro	0.00	0.00	0.00	0.00
30	sisma Z	0.30	-0.30	-0.30	0.30
31	sisma X	1.00	1.00	-1.00	-1.00
32	sisma Y	0.30	0.30	0.30	0.30

n° Load Case	Load Case	SLV5 - Load Case 1 - gr 1	SLV6 - Load Case 1 - gr 1	SLV7 - Load Case 1 - gr 1	SLV8 - Load Case 1 - gr 1
1	dead	1.00	1.00	1.00	1.00
2	sovrastuttura ferroviaria	1.00	1.00	1.00	1.00
3	canalette	1.00	1.00	1.00	1.00
4	LM71 BD DX 1° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
5	LM71 BP SX 1° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
6	LM71 BD DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
7	LM71 BP SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
8	LM71 BD DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
9	LM71 BP SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
10	LM71 ecc DX 1° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
11	LM71 ecc SX 1° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
12	LM71 ecc DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
13	LM71 ecc SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
14	LM71 ecc DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
15	LM71 ecc SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
16	serpeggio SX 1° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
17	serpeggio DX 1° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
18	serpeggio SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
19	serpeggio DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
20	serpeggio SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
21	serpeggio DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
22	frenatura e avviamento	0.10	0.10	0.10	0.10
23	marciapiede SX	0.00	0.00	0.00	0.00
24	marciapiede DX	0.00	0.00	0.00	0.00
25	termica uniforme +15	0.00	0.00	0.00	0.00
26	termica uniforme -15	0.50	0.50	0.50	0.50
27	termica lineare +5	0.00	0.00	0.00	0.00
28	termica lineare -5	0.50	0.50	0.50	0.50
29	ritiro	0.00	0.00	0.00	0.00
30	sisma Z	0.30	-0.30	-0.30	0.30
31	sisma X	1.00	1.00	-1.00	-1.00
32	sisma Y	0.30	0.30	0.30	0.30

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 54 di 174

n° Load Case	Load Case	SLV9 - Load Case 2 - gr 1	SLV10 - Load Case 2 - gr 1	SLV11 - Load Case 2 - gr 1	SLV12 - Load Case 2 - gr 1
1	dead	1.00	1.00	1.00	1.00
2	sovrastuttura ferroviaria	1.00	1.00	1.00	1.00
3	canalette	1.00	1.00	1.00	1.00
4	LM71 BD DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
5	LM71 BP SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
6	LM71 BD DX 2° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
7	LM71 BP SX 2° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
8	LM71 BD DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
9	LM71 BP SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
10	LM71 ecc DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
11	LM71 ecc SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
12	LM71 ecc DX 2° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
13	LM71 ecc SX 2° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
14	LM71 ecc DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
15	LM71 ecc SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
16	serpeggio SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
17	serpeggio DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
18	serpeggio SX 2° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
19	serpeggio DX 2° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
20	serpeggio SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
21	serpeggio DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
22	frenatura e avviamento	0.10	0.10	0.10	0.10
23	marciapiede SX	0.00	0.00	0.00	0.00
24	marciapiede DX	0.00	0.00	0.00	0.00
25	termica uniforme +15	0.50	0.50	0.50	0.50
26	termica uniforme -15	0.00	0.00	0.00	0.00
27	termica lineare +5	0.50	0.50	0.50	0.50
28	termica lineare -5	0.00	0.00	0.00	0.00
29	ritiro	0.00	0.00	0.00	0.00
30	sisma Z	0.30	-0.30	-0.30	0.30
31	sisma X	1.00	1.00	-1.00	-1.00
32	sisma Y	0.30	0.30	0.30	0.30

n° Load Case	Load Case	SLV13 - Load Case 2 - gr 1	SLV14 - Load Case 2 - gr 1	SLV15 - Load Case 2 - gr 1	SLV16 - Load Case 2 - gr 1
1	dead	1.00	1.00	1.00	1.00
2	sovrastuttura ferroviaria	1.00	1.00	1.00	1.00
3	canalette	1.00	1.00	1.00	1.00
4	LM71 BD DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
5	LM71 BP SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
6	LM71 BD DX 2° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
7	LM71 BP SX 2° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
8	LM71 BD DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
9	LM71 BP SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
10	LM71 ecc DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
11	LM71 ecc SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
12	LM71 ecc DX 2° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
13	LM71 ecc SX 2° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
14	LM71 ecc DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
15	LM71 ecc SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
16	serpeggio SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
17	serpeggio DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
18	serpeggio SX 2° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
19	serpeggio DX 2° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
20	serpeggio SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
21	serpeggio DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
22	frenatura e avviamento	0.10	0.10	0.10	0.10
23	marciapiede SX	0.00	0.00	0.00	0.00
24	marciapiede DX	0.00	0.00	0.00	0.00
25	termica uniforme +15	0.00	0.00	0.00	0.00
26	termica uniforme -15	0.50	0.50	0.50	0.50
27	termica lineare +5	0.00	0.00	0.00	0.00
28	termica lineare -5	0.50	0.50	0.50	0.50
29	ritiro	0.00	0.00	0.00	0.00
30	sisma Z	0.30	-0.30	-0.30	0.30
31	sisma X	1.00	1.00	-1.00	-1.00
32	sisma Y	0.30	0.30	0.30	0.30

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 RI0300 001	REV. B	FOLGIO 55 di 174

n° Load Case	Load Case	SLV17 - Load Case 3 - gr 1	SLV18 - Load Case 3 - gr 1	SLV19 - Load Case 3 - gr 1	SLV20 - Load Case 3 - gr 1
1	dead	1.00	1.00	1.00	1.00
2	sovrastuttura ferroviaria	1.00	1.00	1.00	1.00
3	canalette	1.00	1.00	1.00	1.00
4	LM71 BD DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
5	LM71 BP SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
6	LM71 BD DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
7	LM71 BP SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
8	LM71 BD DX 3° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
9	LM71 BP SX 3° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
10	LM71 ecc DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
11	LM71 ecc SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
12	LM71 ecc DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
13	LM71 ecc SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
14	LM71 ecc DX 3° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
15	LM71 ecc SX 3° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
16	serpeggio SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
17	serpeggio DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
18	serpeggio SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
19	serpeggio DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
20	serpeggio SX 3° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
21	serpeggio DX 3° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
22	frenatura e avviamento	0.10	0.10	0.10	0.10
23	marciapiede SX	0.00	0.00	0.00	0.00
24	marciapiede DX	0.00	0.00	0.00	0.00
25	termica uniforme +15	0.50	0.50	0.50	0.50
26	termica uniforme -15	0.00	0.00	0.00	0.00
27	termica lineare +5	0.50	0.50	0.50	0.50
28	termica lineare -5	0.00	0.00	0.00	0.00
29	ritiro	0.00	0.00	0.00	0.00
30	sisma Z	0.30	-0.30	-0.30	0.30
31	sisma X	1.00	1.00	-1.00	-1.00
32	sisma Y	0.30	0.30	0.30	0.30

n° Load Case	Load Case	SLV21 - Load Case 3 - gr 1	SLV22 - Load Case 3 - gr 1	SLV23 - Load Case 3 - gr 1	SLV24 - Load Case 3 - gr 1
1	dead	1.00	1.00	1.00	1.00
2	sovrastuttura ferroviaria	1.00	1.00	1.00	1.00
3	canalette	1.00	1.00	1.00	1.00
4	LM71 BD DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
5	LM71 BP SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
6	LM71 BD DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
7	LM71 BP SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
8	LM71 BD DX 3° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
9	LM71 BP SX 3° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
10	LM71 ecc DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
11	LM71 ecc SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
12	LM71 ecc DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
13	LM71 ecc SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
14	LM71 ecc DX 3° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
15	LM71 ecc SX 3° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
16	serpeggio SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
17	serpeggio DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
18	serpeggio SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
19	serpeggio DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
20	serpeggio SX 3° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
21	serpeggio DX 3° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
22	frenatura e avviamento	0.10	0.10	0.10	0.10
23	marciapiede SX	0.00	0.00	0.00	0.00
24	marciapiede DX	0.00	0.00	0.00	0.00
25	termica uniforme +15	0.00	0.00	0.00	0.00
26	termica uniforme -15	0.50	0.50	0.50	0.50
27	termica lineare +5	0.00	0.00	0.00	0.00
28	termica lineare -5	0.50	0.50	0.50	0.50
29	ritiro	0.00	0.00	0.00	0.00
30	sisma Z	0.30	-0.30	-0.30	0.30
31	sisma X	1.00	1.00	-1.00	-1.00
32	sisma Y	0.30	0.30	0.30	0.30

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: Mandatario 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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 56 di 174

- Sisma dominante in direzione verticale Z:

n° Load Case	Load Case	SLV25 - Load Case 1 - gr 1	SLV26 - Load Case 1 - gr 1	SLV27 - Load Case 1 - gr 1	SLV28 - Load Case 1 - gr 1
1	dead	1.00	1.00	1.00	1.00
2	sovrastuttura ferroviaria	1.00	1.00	1.00	1.00
3	canalette	1.00	1.00	1.00	1.00
4	LM71 BD DX 1° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
5	LM71 BP SX 1° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
6	LM71 BD DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
7	LM71 BP SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
8	LM71 BD DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
9	LM71 BP SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
10	LM71 ecc DX 1° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
11	LM71 ecc SX 1° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
12	LM71 ecc DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
13	LM71 ecc SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
14	LM71 ecc DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
15	LM71 ecc SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
16	serpeggio SX 1° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
17	serpeggio DX 1° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
18	serpeggio SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
19	serpeggio DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
20	serpeggio SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
21	serpeggio DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
22	frenatura e avviamento	0.10	0.10	0.10	0.10
23	marciapiede SX	0.00	0.00	0.00	0.00
24	marciapiede DX	0.00	0.00	0.00	0.00
25	termica uniforme +15	0.50	0.50	0.50	0.50
26	termica uniforme -15	0.00	0.00	0.00	0.00
27	termica lineare +5	0.50	0.50	0.50	0.50
28	termica lineare -5	0.00	0.00	0.00	0.00
29	ritiro	0.00	0.00	0.00	0.00
30	sisma Z	1.00	-1.00	-1.00	1.00
31	sisma X	0.30	0.30	-0.30	-0.30
32	sisma Y	0.30	0.30	0.30	0.30

n° Load Case	Load Case	SLV29 - Load Case 1 - gr 1	SLV30 - Load Case 1 - gr 1	SLV31 - Load Case 1 - gr 1	SLV32 - Load Case 1 - gr 1
1	dead	1.00	1.00	1.00	1.00
2	sovrastuttura ferroviaria	1.00	1.00	1.00	1.00
3	canalette	1.00	1.00	1.00	1.00
4	LM71 BD DX 1° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
5	LM71 BP SX 1° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
6	LM71 BD DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
7	LM71 BP SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
8	LM71 BD DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
9	LM71 BP SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
10	LM71 ecc DX 1° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
11	LM71 ecc SX 1° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
12	LM71 ecc DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
13	LM71 ecc SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
14	LM71 ecc DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
15	LM71 ecc SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
16	serpeggio SX 1° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
17	serpeggio DX 1° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
18	serpeggio SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
19	serpeggio DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
20	serpeggio SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
21	serpeggio DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
22	frenatura e avviamento	0.10	0.10	0.10	0.10
23	marciapiede SX	0.00	0.00	0.00	0.00
24	marciapiede DX	0.00	0.00	0.00	0.00
25	termica uniforme +15	0.00	0.00	0.00	0.00
26	termica uniforme -15	0.50	0.50	0.50	0.50
27	termica lineare +5	0.00	0.00	0.00	0.00
28	termica lineare -5	0.50	0.50	0.50	0.50
29	ritiro	0.00	0.00	0.00	0.00
30	sisma Z	1.00	-1.00	-1.00	1.00
31	sisma X	0.30	0.30	-0.30	-0.30
32	sisma Y	0.30	0.30	0.30	0.30

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 57 di 174

n° Load Case	Load Case	SLV33 - Load Case 2 - gr 1	SLV34 - Load Case 2 - gr 1	SLV35 - Load Case 2 - gr 1	SLV36 - Load Case 2 - gr 1
1	dead	1.00	1.00	1.00	1.00
2	sovrastuttura ferroviaria	1.00	1.00	1.00	1.00
3	canalette	1.00	1.00	1.00	1.00
4	LM71 BD DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
5	LM71 BP SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
6	LM71 BD DX 2° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
7	LM71 BP SX 2° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
8	LM71 BD DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
9	LM71 BP SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
10	LM71 ecc DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
11	LM71 ecc SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
12	LM71 ecc DX 2° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
13	LM71 ecc SX 2° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
14	LM71 ecc DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
15	LM71 ecc SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
16	serpeggio SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
17	serpeggio DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
18	serpeggio SX 2° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
19	serpeggio DX 2° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
20	serpeggio SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
21	serpeggio DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
22	frenatura e avviamento	0.10	0.10	0.10	0.10
23	marciapiede SX	0.00	0.00	0.00	0.00
24	marciapiede DX	0.00	0.00	0.00	0.00
25	termica uniforme +15	0.50	0.50	0.50	0.50
26	termica uniforme -15	0.00	0.00	0.00	0.00
27	termica lineare +5	0.50	0.50	0.50	0.50
28	termica lineare -5	0.00	0.00	0.00	0.00
29	ritiro	0.00	0.00	0.00	0.00
30	sisma Z	1.00	-1.00	-1.00	1.00
31	sisma X	0.30	0.30	-0.30	-0.30
32	sisma Y	0.30	0.30	0.30	0.30

n° Load Case	Load Case	SLV37 - Load Case 2 - gr 1	SLV38 - Load Case 2 - gr 1	SLV39 - Load Case 2 - gr 1	SLV40 - Load Case 2 - gr 1
1	dead	1.00	1.00	1.00	1.00
2	sovrastuttura ferroviaria	1.00	1.00	1.00	1.00
3	canalette	1.00	1.00	1.00	1.00
4	LM71 BD DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
5	LM71 BP SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
6	LM71 BD DX 2° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
7	LM71 BP SX 2° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
8	LM71 BD DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
9	LM71 BP SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
10	LM71 ecc DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
11	LM71 ecc SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
12	LM71 ecc DX 2° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
13	LM71 ecc SX 2° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
14	LM71 ecc DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
15	LM71 ecc SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
16	serpeggio SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
17	serpeggio DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
18	serpeggio SX 2° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
19	serpeggio DX 2° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
20	serpeggio SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
21	serpeggio DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
22	frenatura e avviamento	0.10	0.10	0.10	0.10
23	marciapiede SX	0.00	0.00	0.00	0.00
24	marciapiede DX	0.00	0.00	0.00	0.00
25	termica uniforme +15	0.00	0.00	0.00	0.00
26	termica uniforme -15	0.50	0.50	0.50	0.50
27	termica lineare +5	0.00	0.00	0.00	0.00
28	termica lineare -5	0.50	0.50	0.50	0.50
29	ritiro	0.00	0.00	0.00	0.00
30	sisma Z	1.00	-1.00	-1.00	1.00
31	sisma X	0.30	0.30	-0.30	-0.30
32	sisma Y	0.30	0.30	0.30	0.30

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 LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL RI0300 001 B 58 di 174

n° Load Case	Load Case	SLV41 - Load Case 3 - gr 1	SLV42 - Load Case 3 - gr 1	SLV43 - Load Case 3 - gr 1	SLV44 - Load Case 3 - gr 1
1	dead	1.00	1.00	1.00	1.00
2	sovrastuttura ferroviaria	1.00	1.00	1.00	1.00
3	canalette	1.00	1.00	1.00	1.00
4	LM71 BD DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
5	LM71 BP SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
6	LM71 BD DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
7	LM71 BP SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
8	LM71 BD DX 3° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
9	LM71 BP SX 3° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
10	LM71 ecc DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
11	LM71 ecc SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
12	LM71 ecc DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
13	LM71 ecc SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
14	LM71 ecc DX 3° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
15	LM71 ecc SX 3° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
16	serpeggio SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
17	serpeggio DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
18	serpeggio SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
19	serpeggio DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
20	serpeggio SX 3° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
21	serpeggio DX 3° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
22	frenatura e avviamento	0.10	0.10	0.10	0.10
23	marciapiede SX	0.00	0.00	0.00	0.00
24	marciapiede DX	0.00	0.00	0.00	0.00
25	termica uniforme +15	0.50	0.50	0.50	0.50
26	termica uniforme -15	0.00	0.00	0.00	0.00
27	termica lineare +5	0.50	0.50	0.50	0.50
28	termica lineare -5	0.00	0.00	0.00	0.00
29	ritiro	0.00	0.00	0.00	0.00
30	sisma Z	1.00	-1.00	-1.00	1.00
31	sisma X	0.30	0.30	-0.30	-0.30
32	sisma Y	0.30	0.30	0.30	0.30

n° Load Case	Load Case	SLV45 - Load Case 3 - gr 1	SLV46 - Load Case 3 - gr 1	SLV47 - Load Case 3 - gr 1	SLV48 - Load Case 3 - gr 1
1	dead	1.00	1.00	1.00	1.00
2	sovrastuttura ferroviaria	1.00	1.00	1.00	1.00
3	canalette	1.00	1.00	1.00	1.00
4	LM71 BD DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
5	LM71 BP SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
6	LM71 BD DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
7	LM71 BP SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
8	LM71 BD DX 3° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
9	LM71 BP SX 3° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
10	LM71 ecc DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
11	LM71 ecc SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
12	LM71 ecc DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
13	LM71 ecc SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
14	LM71 ecc DX 3° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
15	LM71 ecc SX 3° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
16	serpeggio SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
17	serpeggio DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
18	serpeggio SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
19	serpeggio DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00
20	serpeggio SX 3° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
21	serpeggio DX 3° Load Case	0.20	0.20	0.20	0.20
22	frenatura e avviamento	0.10	0.10	0.10	0.10
23	marciapiede SX	0.00	0.00	0.00	0.00
24	marciapiede DX	0.00	0.00	0.00	0.00
25	termica uniforme +15	0.00	0.00	0.00	0.00
26	termica uniforme -15	0.50	0.50	0.50	0.50
27	termica lineare +5	0.00	0.00	0.00	0.00
28	termica lineare -5	0.50	0.50	0.50	0.50
29	ritiro	0.00	0.00	0.00	0.00
30	sisma Z	1.00	-1.00	-1.00	1.00
31	sisma X	0.30	0.30	-0.30	-0.30
32	sisma Y	0.30	0.30	0.30	0.30

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 62 di 174

Si riportano di seguito le combinazioni di calcolo allo SLE (QUASI PERMANENTE):

n° Load Case	Load Case	QP 1 - TENSIONI Load Case 1 - gr 1	QP 2 - TENSIONI Load Case 1 - gr 1	QP 3 - TENSIONI Load Case 1 - gr 1	QP 4 - TENSIONI Load Case 1 - gr 1	QP 5 - TENSIONI Load Case 1 - gr 1	QP 5 - TENSIONI Load Case 1 - gr 1
1	dead	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	sovrastuttura ferroviaria	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	canalette	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	LM71 BD DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	LM71 BP SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	LM71 BD DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	LM71 BP SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	LM71 BD DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	LM71 BP SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	LM71 ecc DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	LM71 ecc SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	LM71 ecc DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	LM71 ecc SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	LM71 ecc DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	LM71 ecc SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	serpeggio SX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	serpeggio DX 1° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	serpeggio SX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	serpeggio DX 2° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	serpeggio SX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	serpeggio DX 3° Load Case	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	frenatura e avviamento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	marciapiede SX	0.60	0.60	0.00	0.00	0.60	0.60
24	marciapiede DX	0.00	0.00	0.60	0.60	0.60	0.60
25	termica uniforme +15	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00
26	termica uniforme -15	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50
27	termica lineare +5	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00
28	termica lineare -5	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50
29	ritiro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Il coefficiente di combinazione Ψ_2 per il gruppo di carico 1 (gr₁) è nullo e pertanto, in combinazione quasi permanente, non si tiene in conto dei relativi carichi.

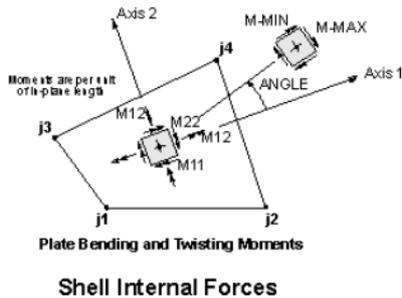
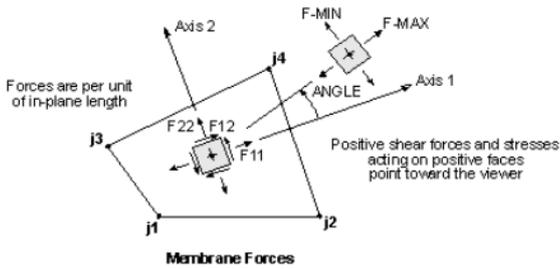
APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0300 001	REV. B	FOGLIO 63 di 174

10 DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI

10.1 ORIENTAMENTO DEGLI ASSI LOCALI PER GLI ELEMENTI SHELL

L'orientamento degli assi locali 1 e 2 è determinato dalla relazione tra l'asse locale 3 e l'asse globale Z:

- il piano locale 3-2 viene preso verticale, cioè parallelo all'asse Z;
- l'asse locale 2 viene preso in direzione positiva verso l'alto (+Z) a meno che la shell non sia orizzontale nel qual caso l'asse locale 2 è preso orizzontale diretto lungo la direzione globale +Y;
- l'asse locale 1 è sempre orizzontale cioè giace in un piano parallelo al piano XY.



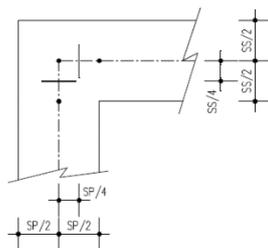
10.2 CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI E DI ESERCIZIO

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

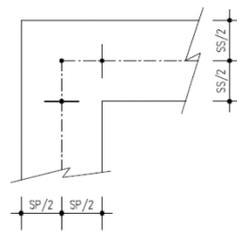
Le verifiche a flessione sono effettuate rispettivamente:

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

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



VERIFICHE A FLESSIONE



VERIFICHE A FESSURAZIONE E TAGLIO

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 64 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

10.3 MAPPE DELLE SOLLECITAZIONI

Di seguito si riportano le mappe delle sollecitazioni e le verifiche strutturali per la struttura in elevazione allo SLU in condizioni statiche e allo SLV in condizioni sismiche. Il valore delle sollecitazioni è in kN e kNm.

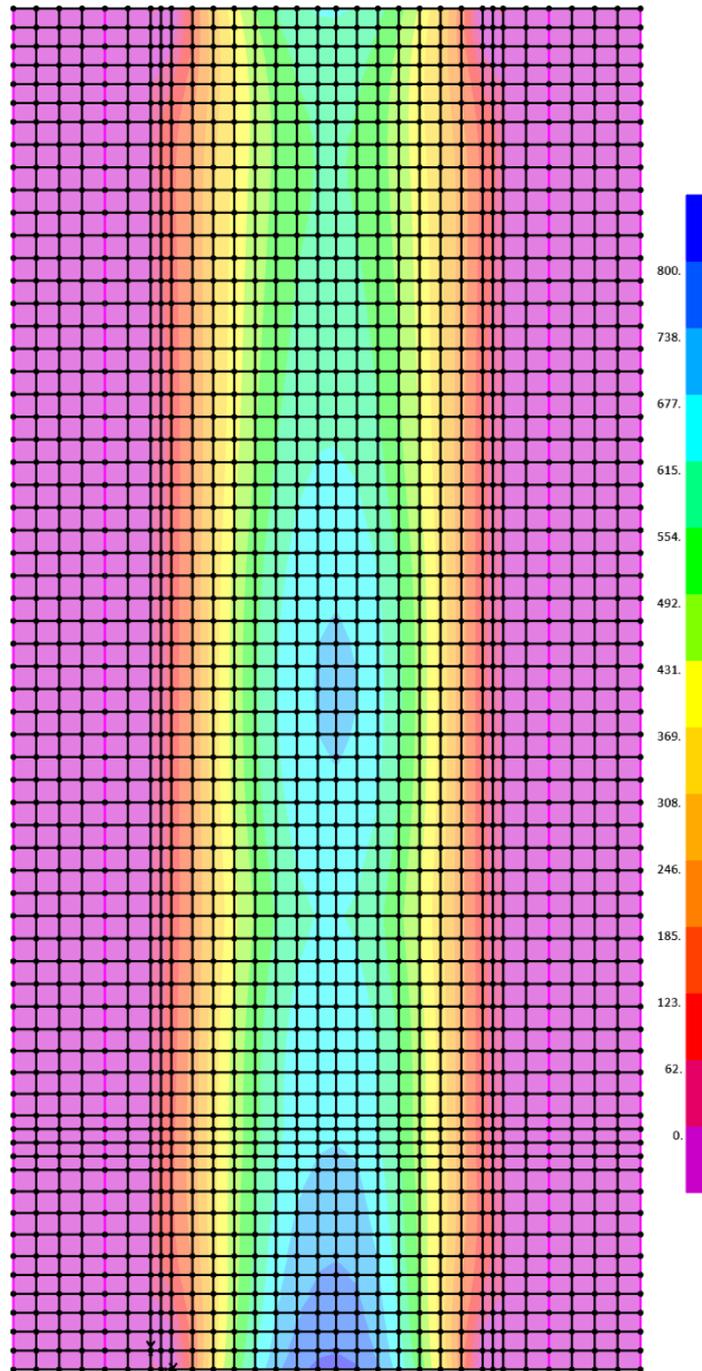


Figura 10-1 – Soletta superiore - Involuppo Momento flettente positivo M11(trasversale) - SLU

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 RI0300 001	REV. FOGLIO B 65 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo					

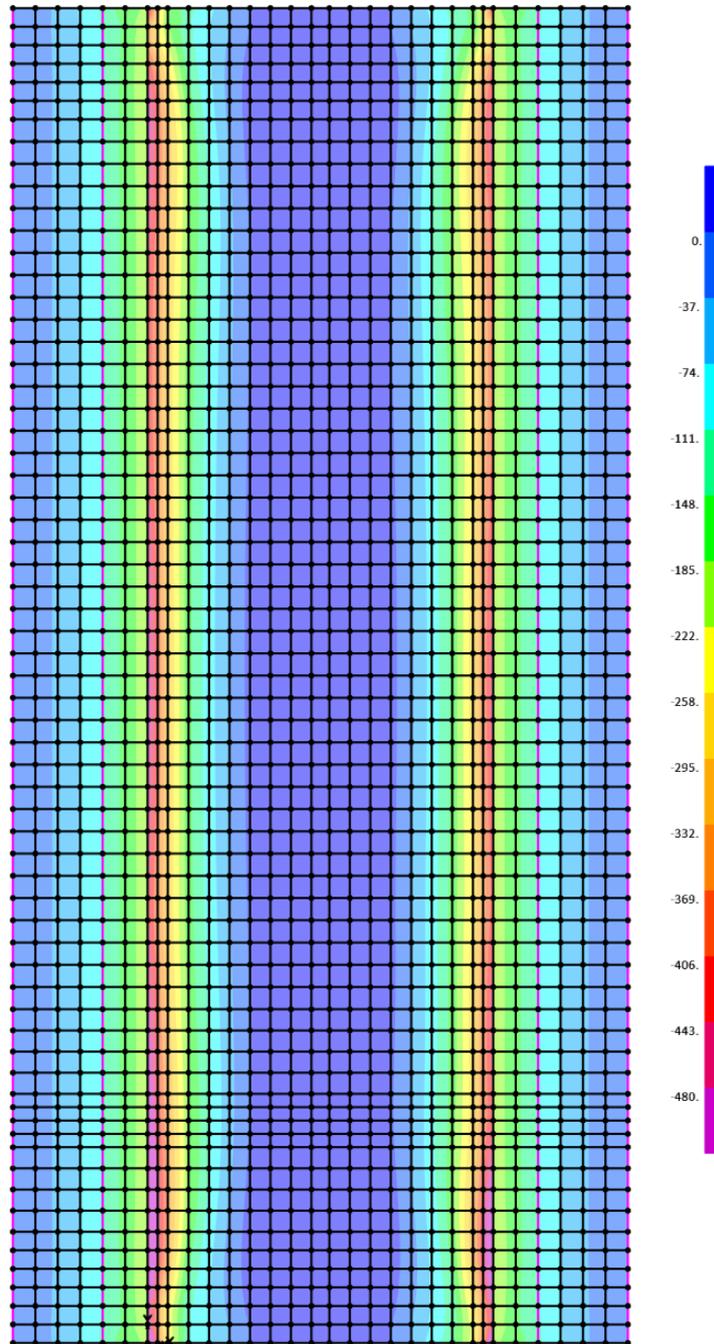


Figura 10-2 – Soletta superiore attacco piedritti - Inviluppo Momento flettente negativo M11(trasversale) - SLU

APPALTATORE: <u>Conorzio</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.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0300 001	REV. B	FOGLIO 66 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

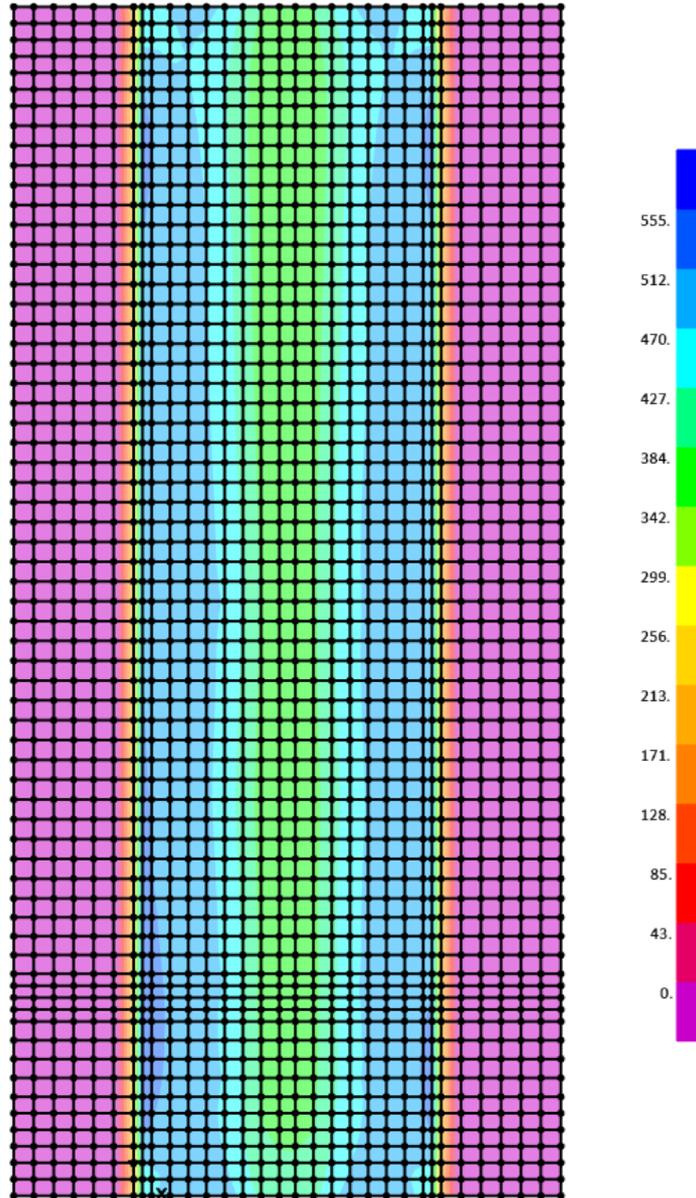


Figura 10-3 – Soletta superiore attacco piedritti - Inviluppo Momento flettente positivo M11(trasversale) - SLV

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 67 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

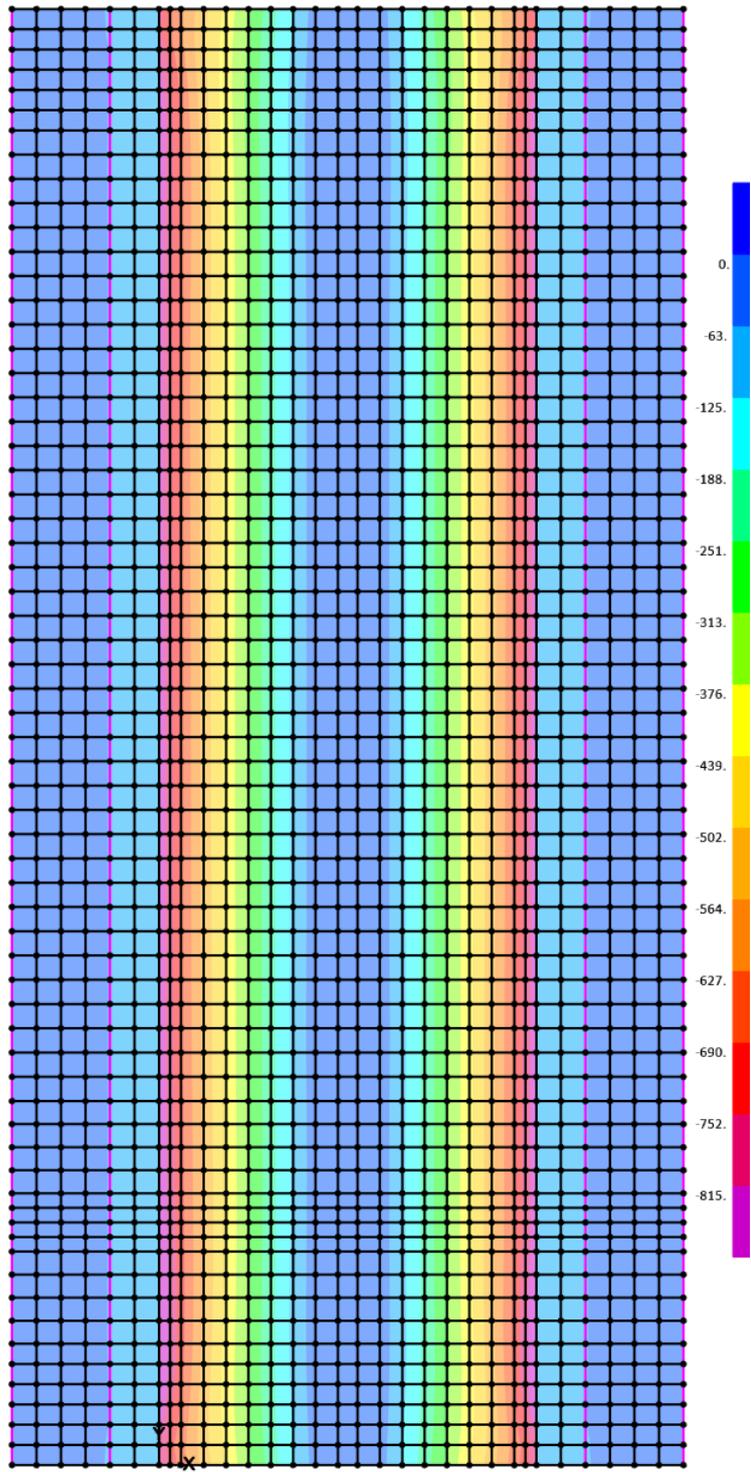


Figura 10-4 – Soletta superiore attacco piedritti - Involuppo Momento flettente negativo M11(trasversale) – SLV

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 68 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

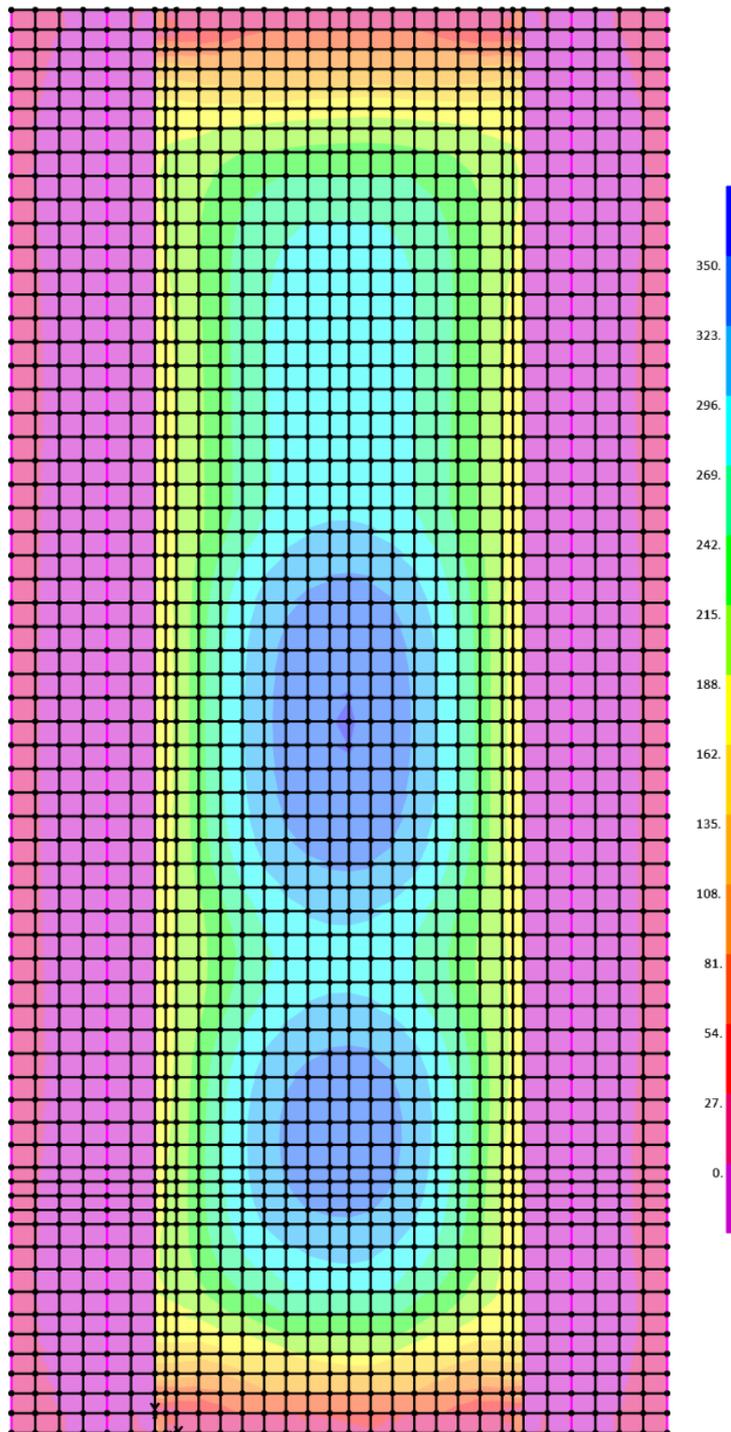


Figura 10-5 – Soletta superiore mezzeria - Inviluppo Momento flettente positivo M22(longitudinale) – SLU

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 69 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

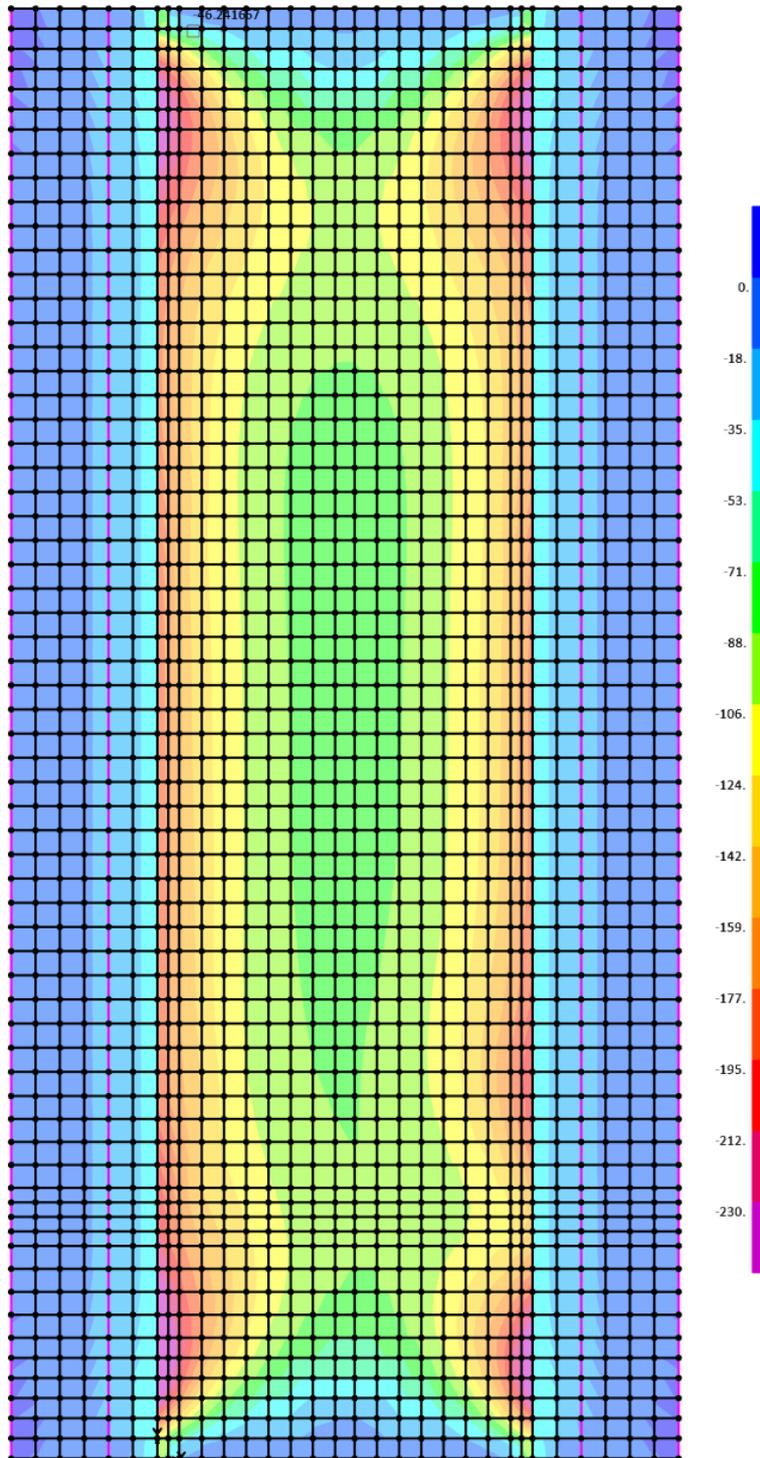


Figura 10-6 – Soletta superiore mezzeria - Involuppo Momento flettente negativo M22(longitudinale) – SLU

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 70 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

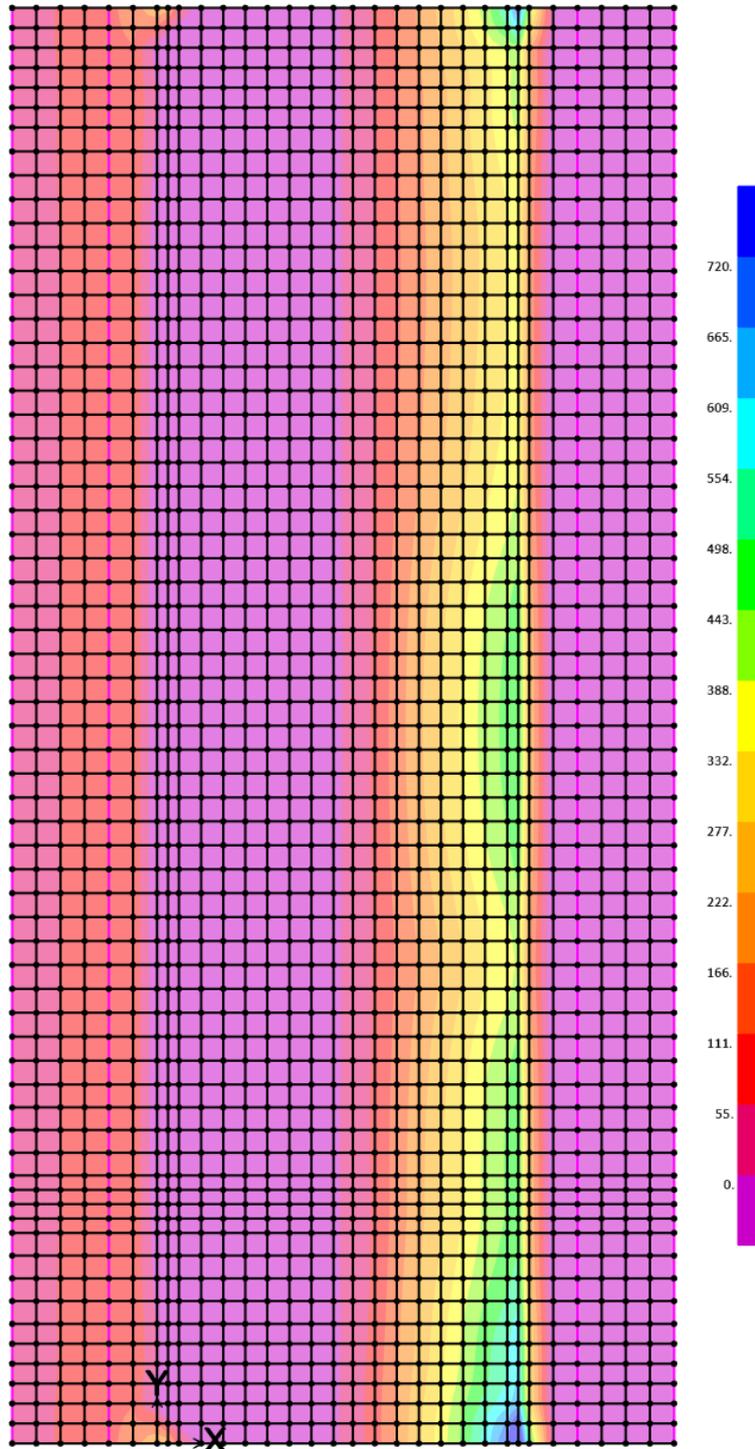


Figura 10-7 – Soletta superiore - Involuppo Taglio V13 massimo attacco piedritti - SLU

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 71 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

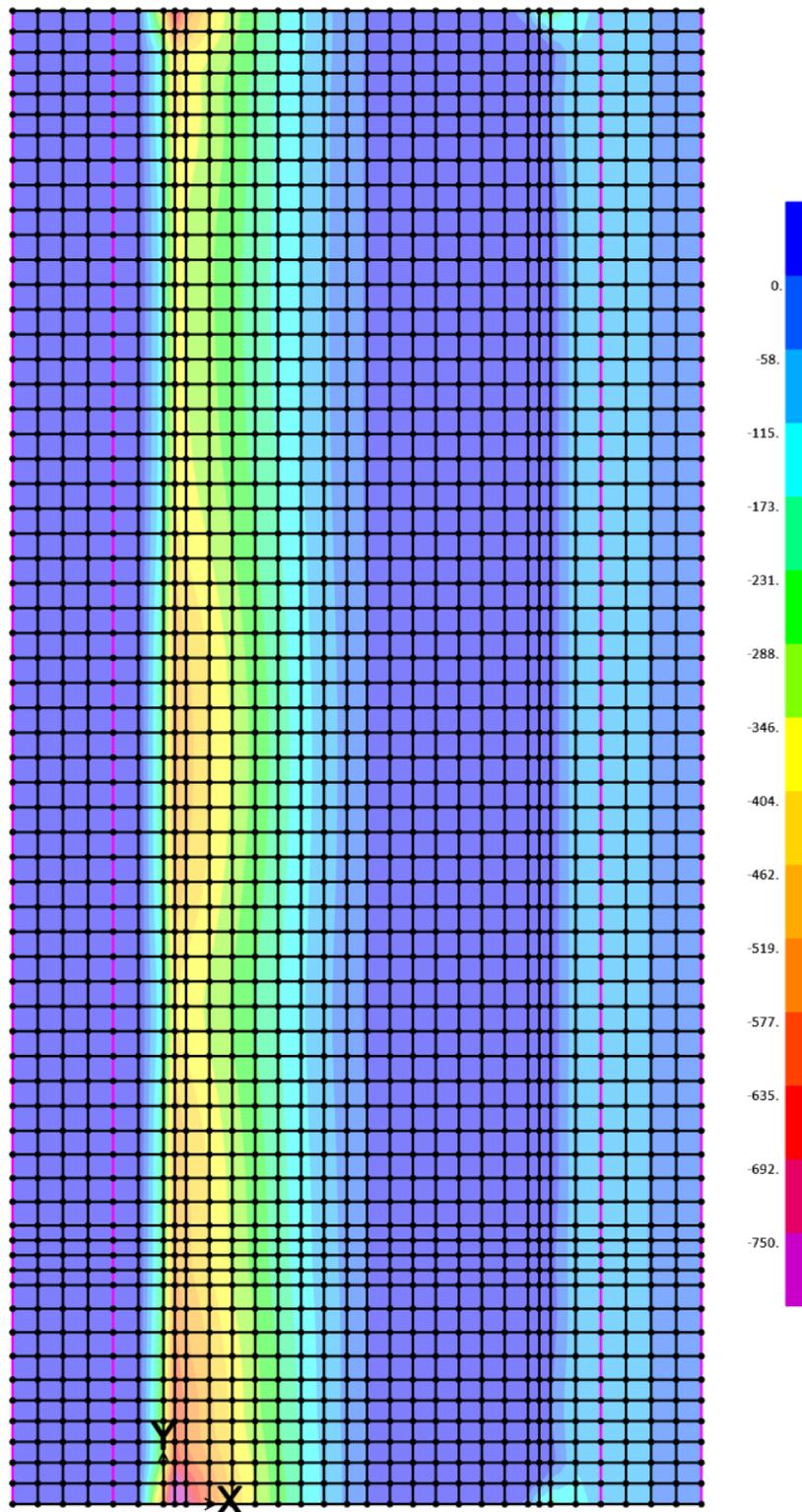


Figura 10-8 – Soletta superiore - Involuppo Taglio V13 minimo attacco piedritti - SLU

APPALTATORE: <u>Conorzio</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.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	IF28	01	E ZZ CL	RI0300 001	B	72 di 174

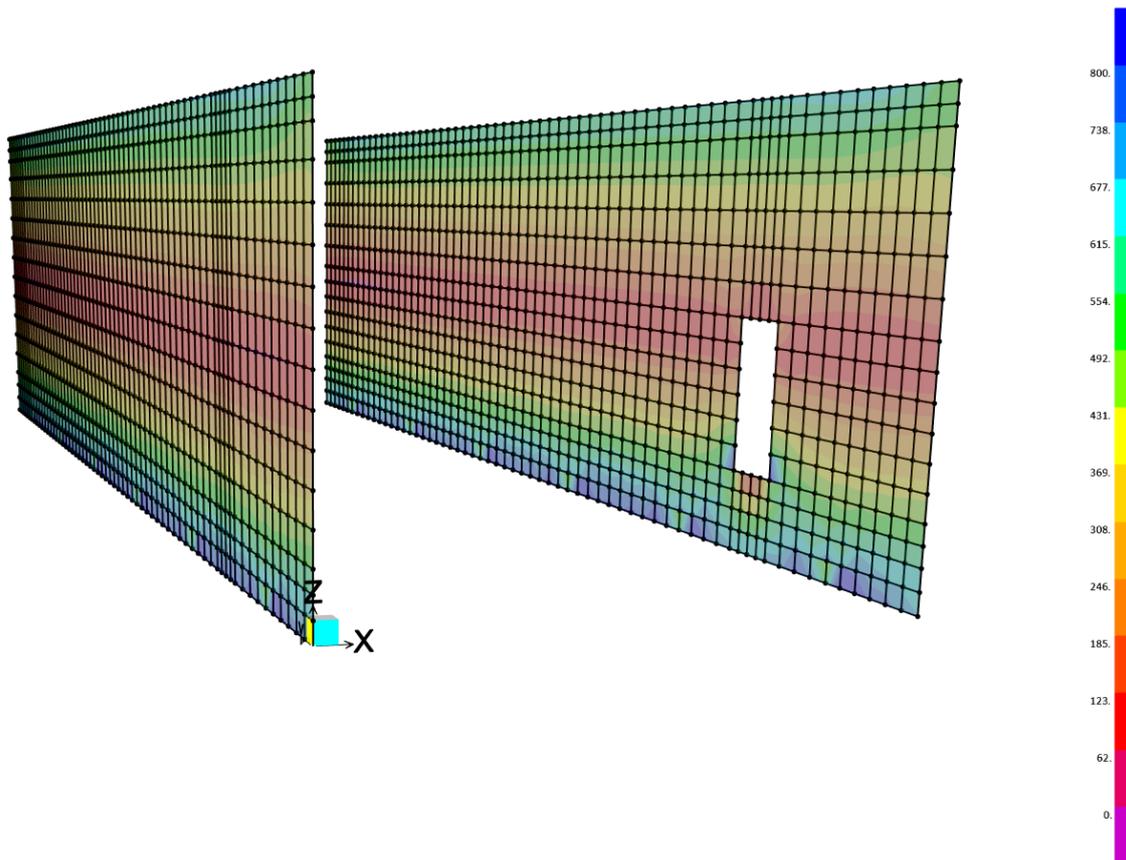


Figura 10-9 – Piedritti - Involuppo Momento flettente positivo M_{22} (trasversale) allo SLV

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 IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0300 001	REV. B	FOGLIO 73 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo							

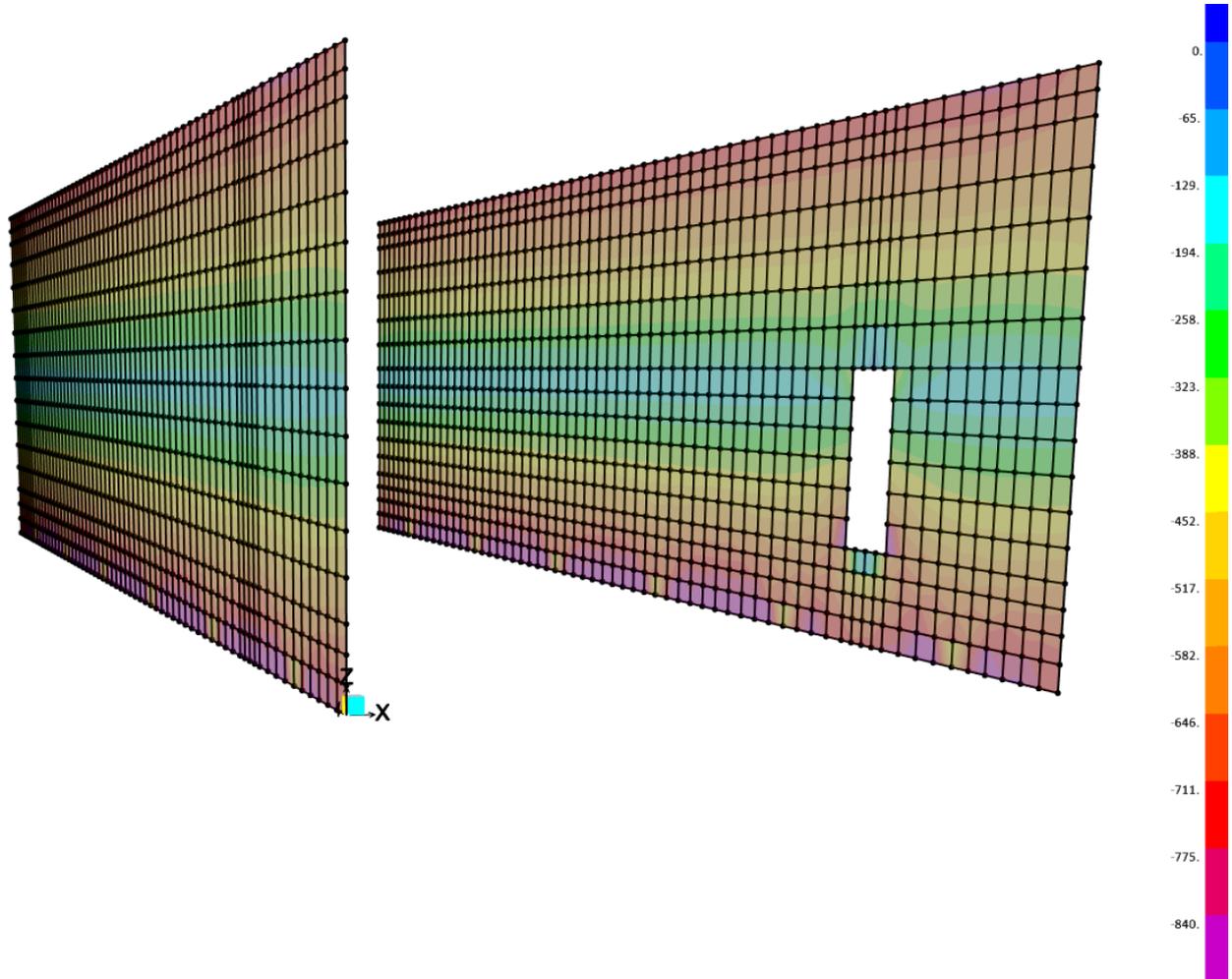


Figura 10-10 – Piedritti - Involuppo Momento flettente negativo M_{22} (trasversale) allo SLV

APPALTATORE: <u>Conorzio</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.		COMMESSA IF28		LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0300 001	REV. B	FOGLIO 74 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo								

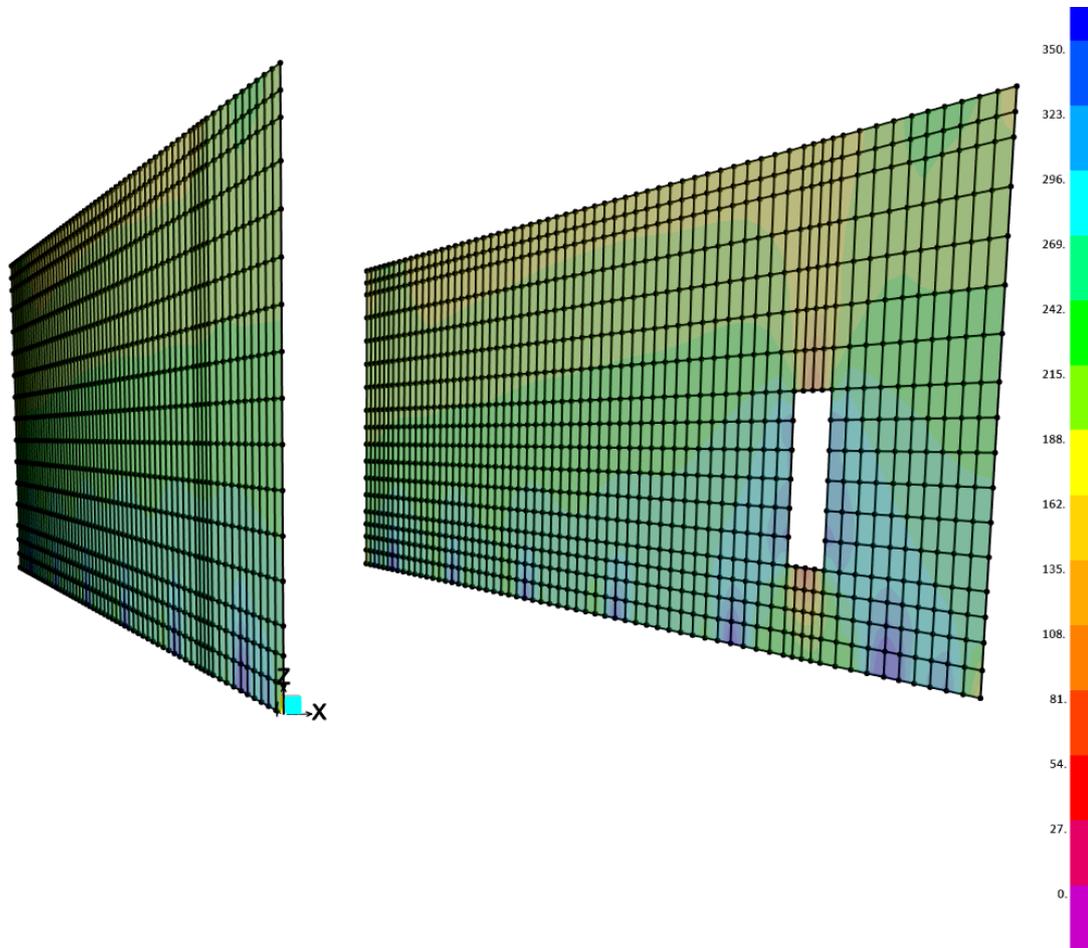


Figura 10-11 – Piedritti - Involuppo Taglio Positivo V23 (trasversale) allo SLV

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.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		IF28	01	E ZZ CL	RI0300 001	B	75 di 174

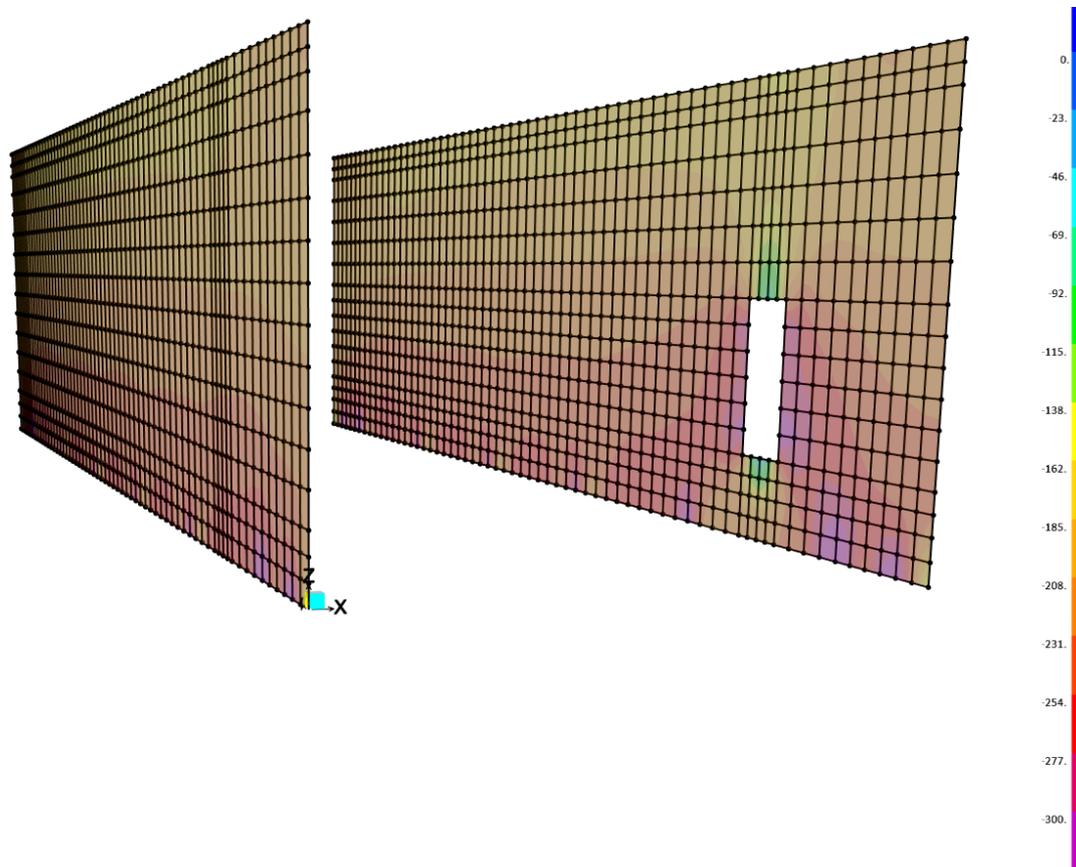


Figura 10-12 – Piedritti - Inviluppo Taglio Negativo V23 (trasversale) allo SLV

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.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0300 001	REV. FOGLIO B 76 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo					

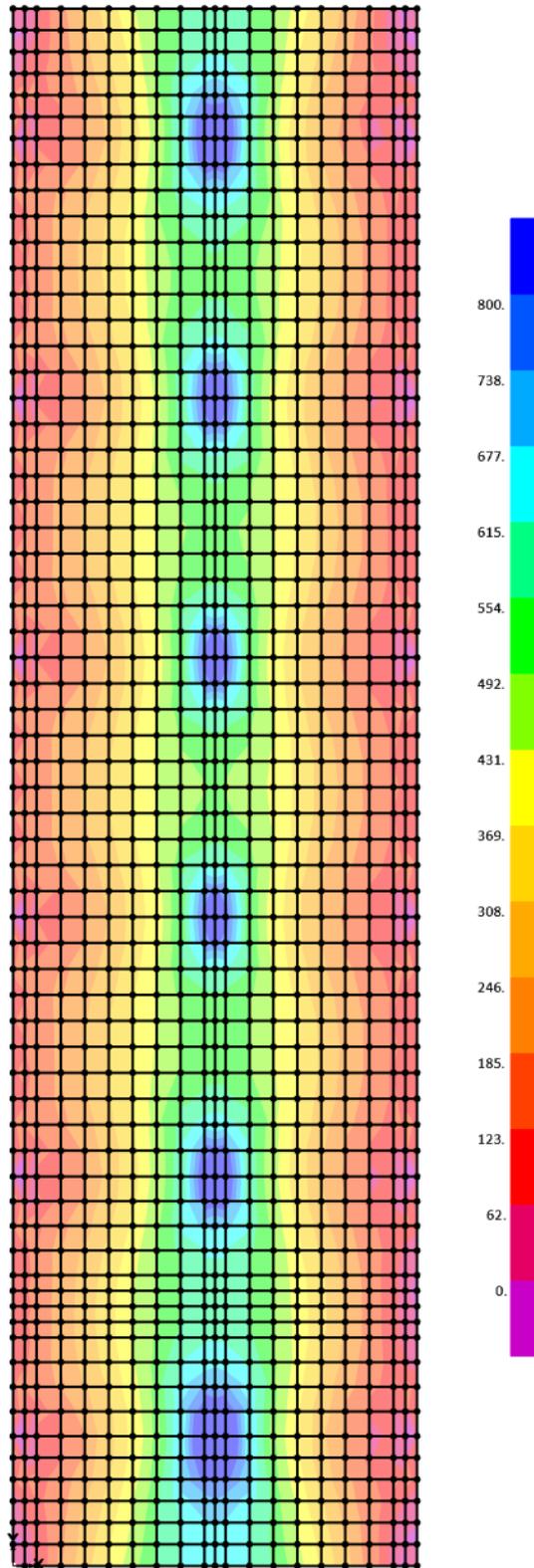


Figura 10-13 – Fondazione - Involuppo Momento flettente positivo M11(trasversale) allo SLU

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.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0300 001	REV. B	FOGLIO 77 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

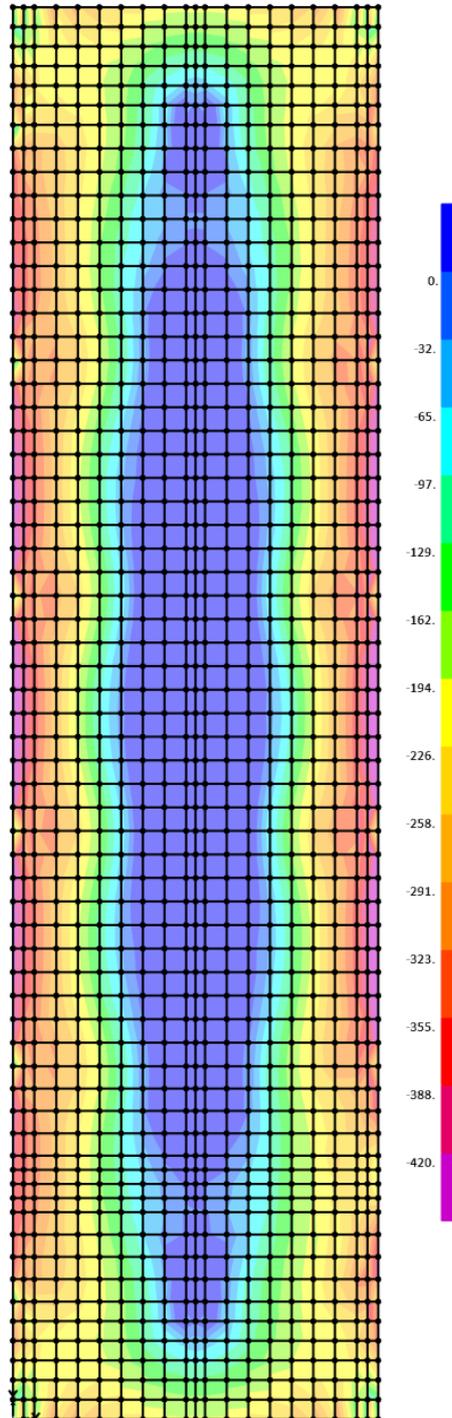


Figura 10-14 – Fondazione - Involuppo Momento flettente negativo M11(trasversale) allo SLU

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.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0300 001	REV. B	FOGLIO 78 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

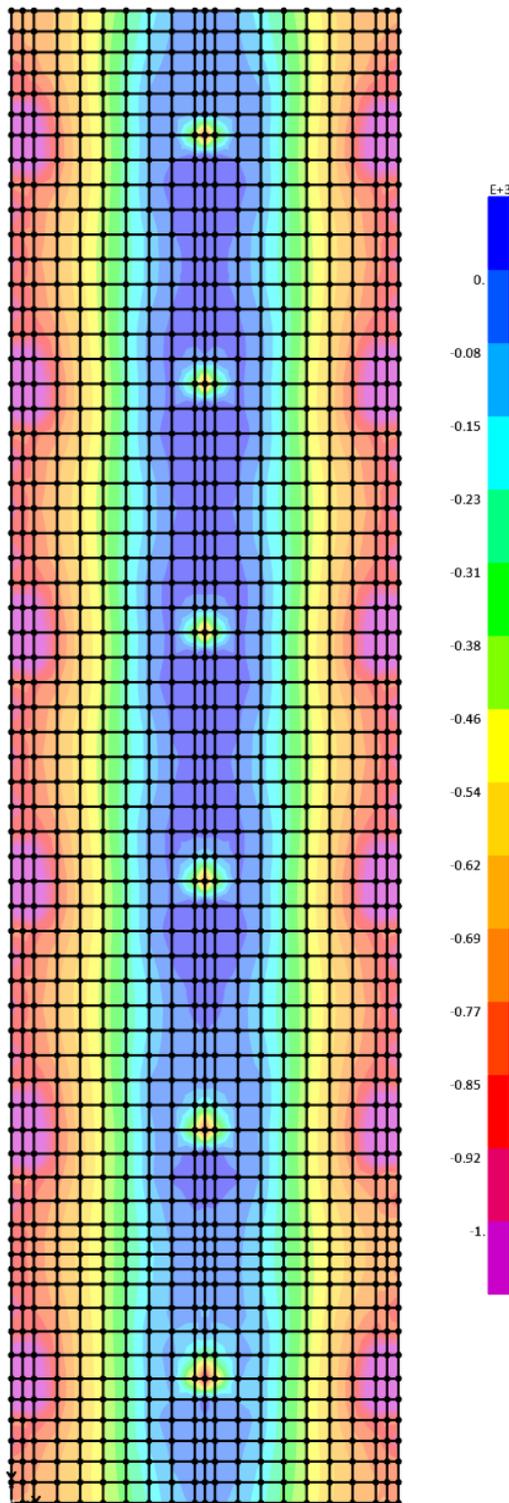


Figura 10-15 – Fondazione - Involuppo Momento flettente negativo M11(trasversale) allo SLV

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.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0300 001	REV. B	FOGLIO 79 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

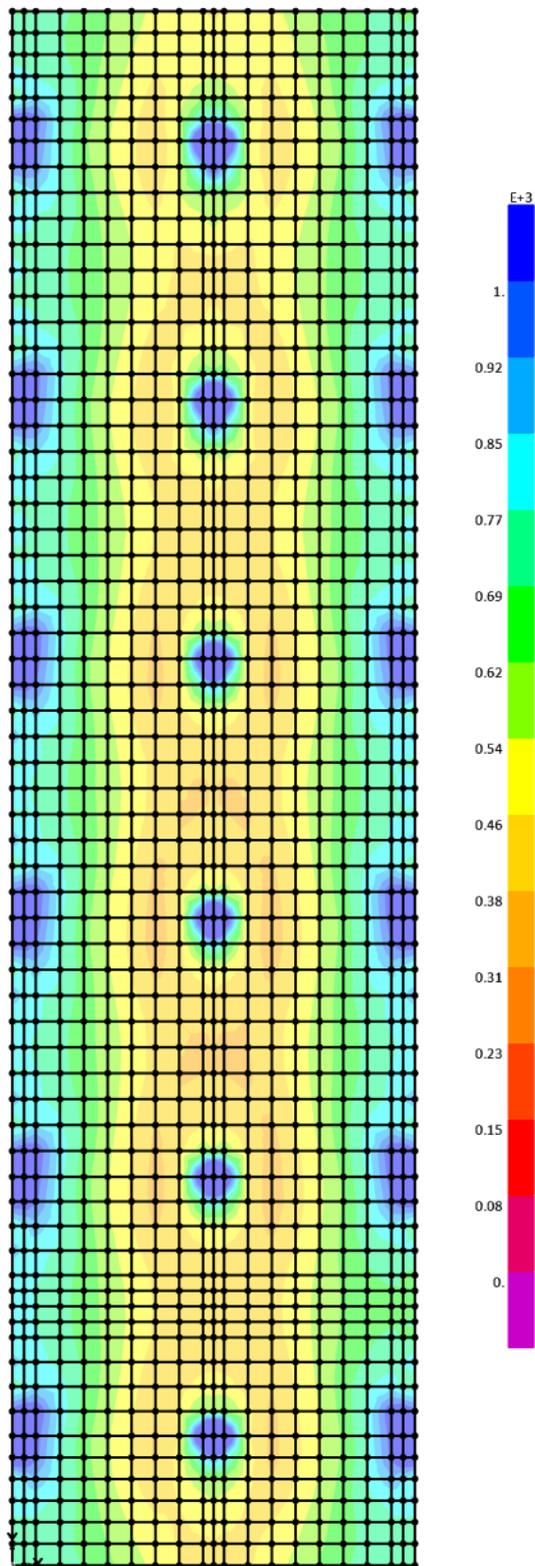


Figura 10-16 – Fondazione - Inviluppo Momento flettente positivo M_{11} (trasversale) allo SLV

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 80 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

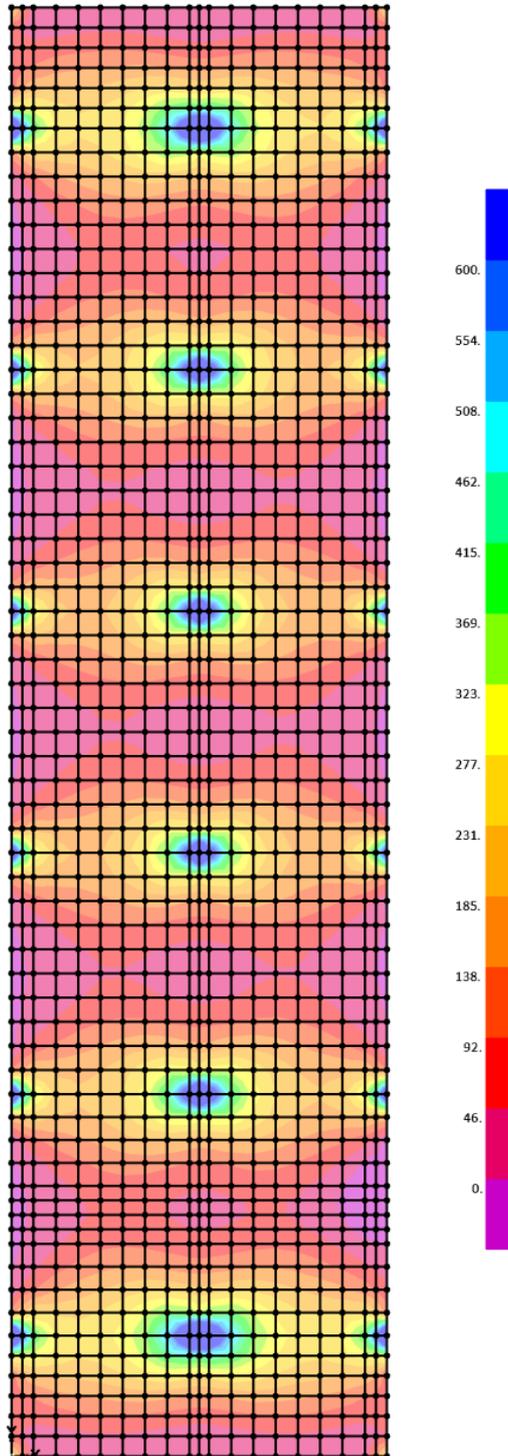


Figura 10-17 – Fondazione - Involuppo Momento flettente positivo M22(longitudinale) allo SLU

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 81 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

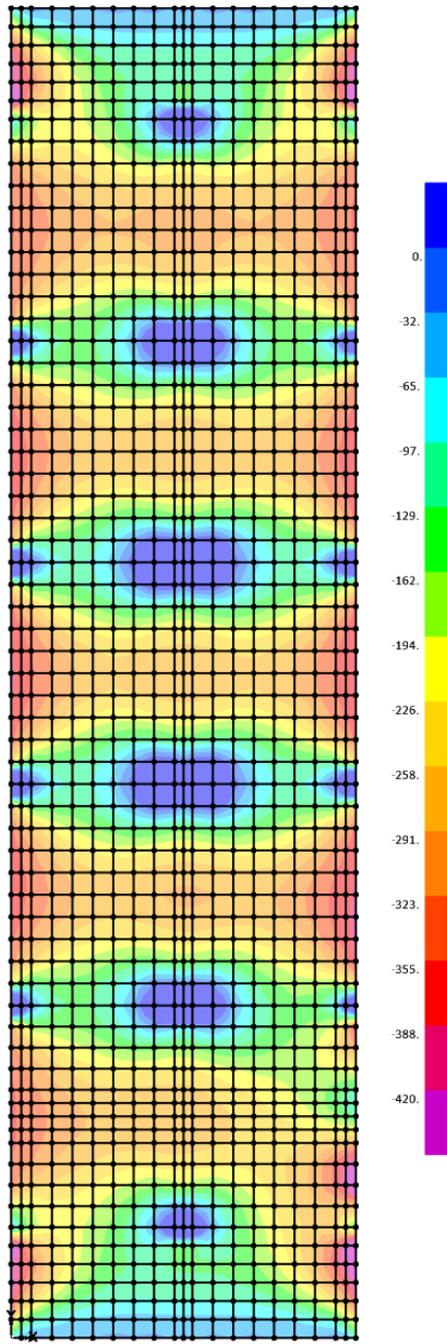


Figura 10-18 – Fondazione - Involuppo Momento flettente negativo M22 (longitudinale) allo SLU

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	IF28	01	E ZZ CL	RI0300 001	B	82 di 174

Di seguito sono riportate le mappe delle sollecitazioni taglianti in fondazione allo SLU e allo SLV. Il taglio resistente per la sezione non armata a taglio vale circa 360kN, che è il valore dell'intervallo considerato per plottare le mappe. Le zone per cui si hanno valori maggiori saranno quindi armate a taglio.

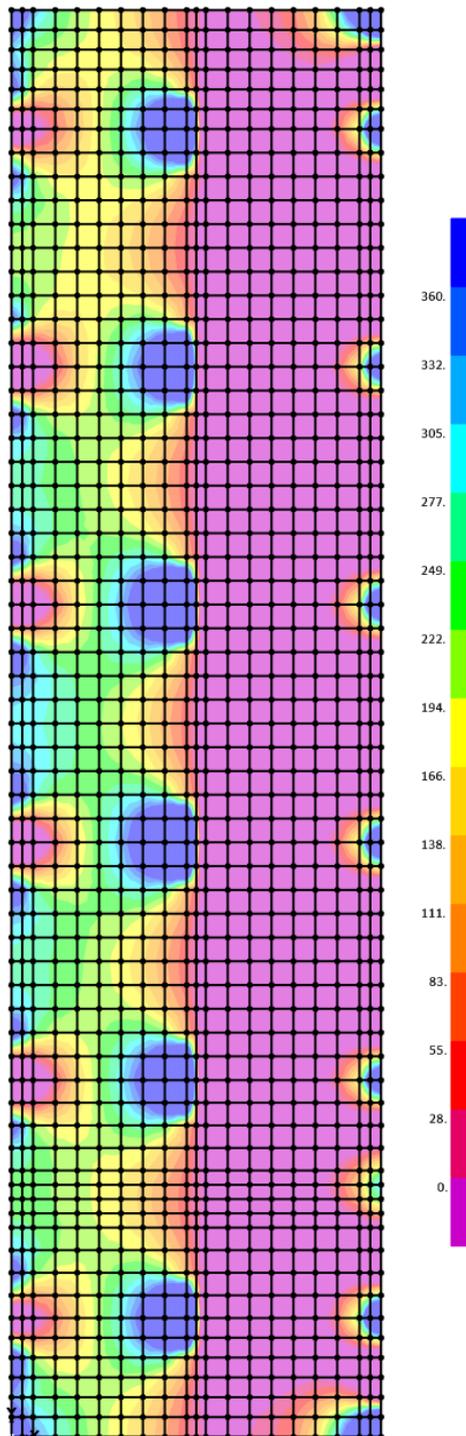


Figura 10-19 – Fondazione - Involuppo Taglio massimo V13 allo SLU

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.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0300 001	REV. FOGLIO B 83 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo					

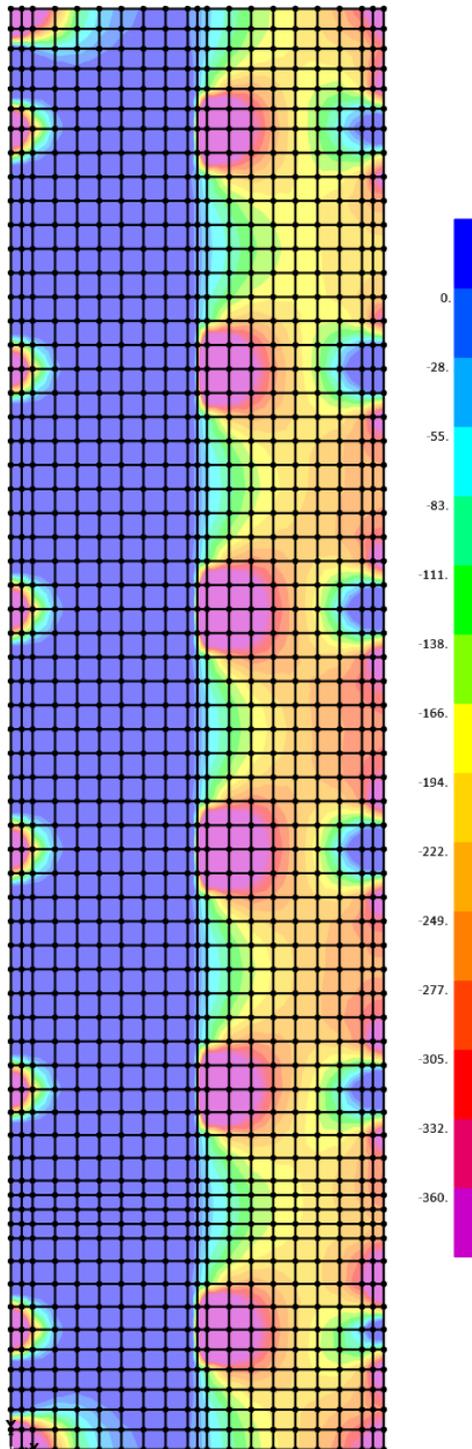


Figura 10-20 – Fondazione - Inviluppo Taglio minimo V13 allo SLU

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 RI0300 001	REV. B FOGLIO 84 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo					

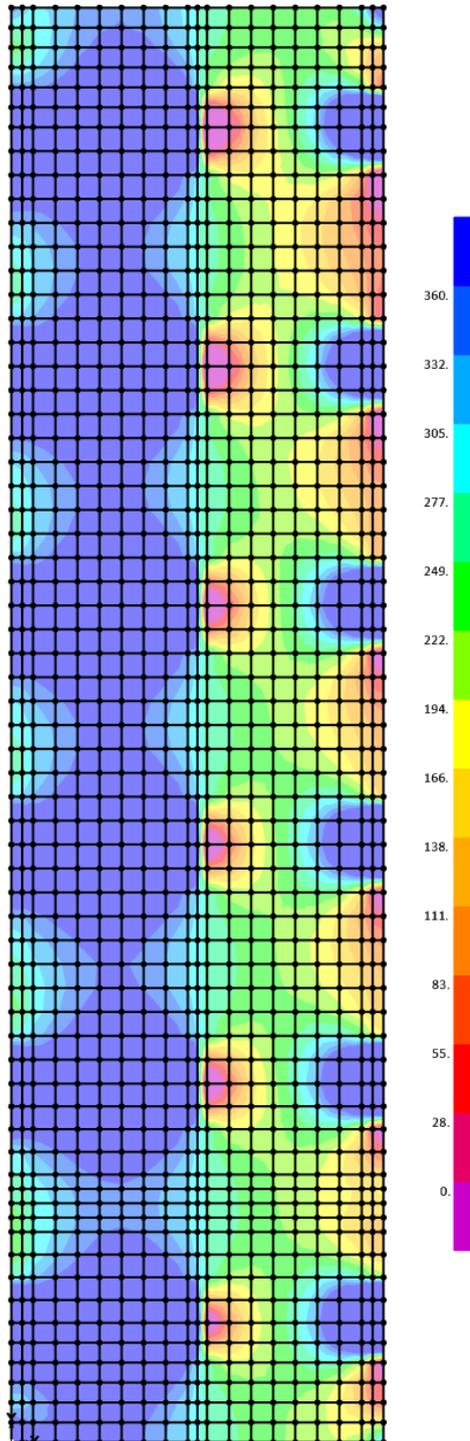


Figura 10-21 – Fondazione - Involuppo Taglio massimo V13 allo SLV

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 85 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

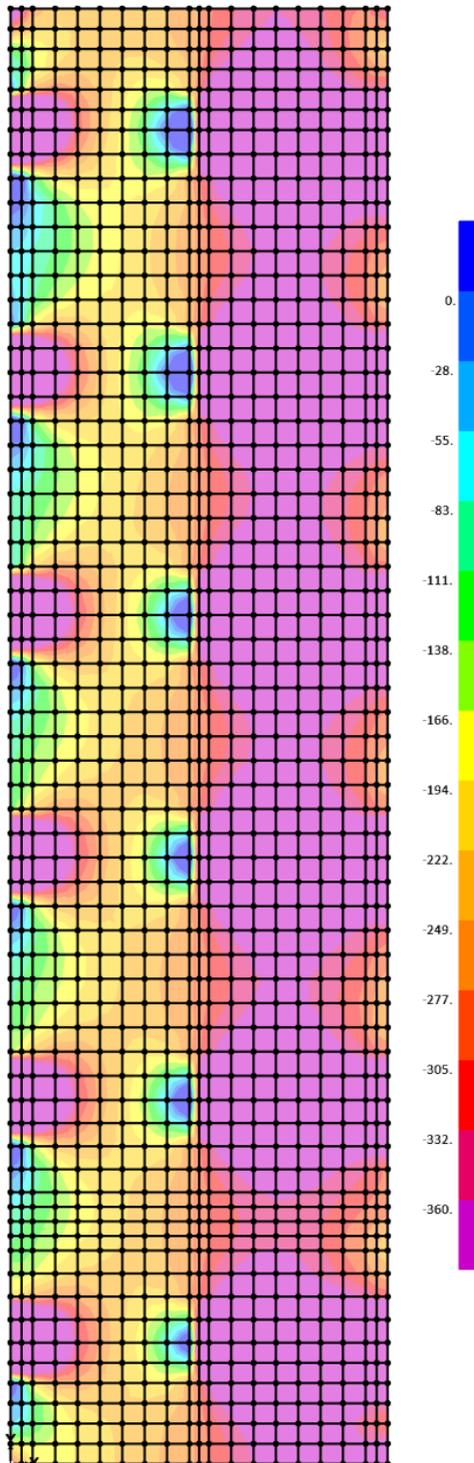


Figura 10-22 – Fondazione - Inviluppo Taglio minimo V13 allo SLV

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 86 di 174

Di seguito si riportano le mappe delle sollecitazioni per la struttura in elevazione allo SLE in RARA. Il valore delle sollecitazioni è in kN e kNm.

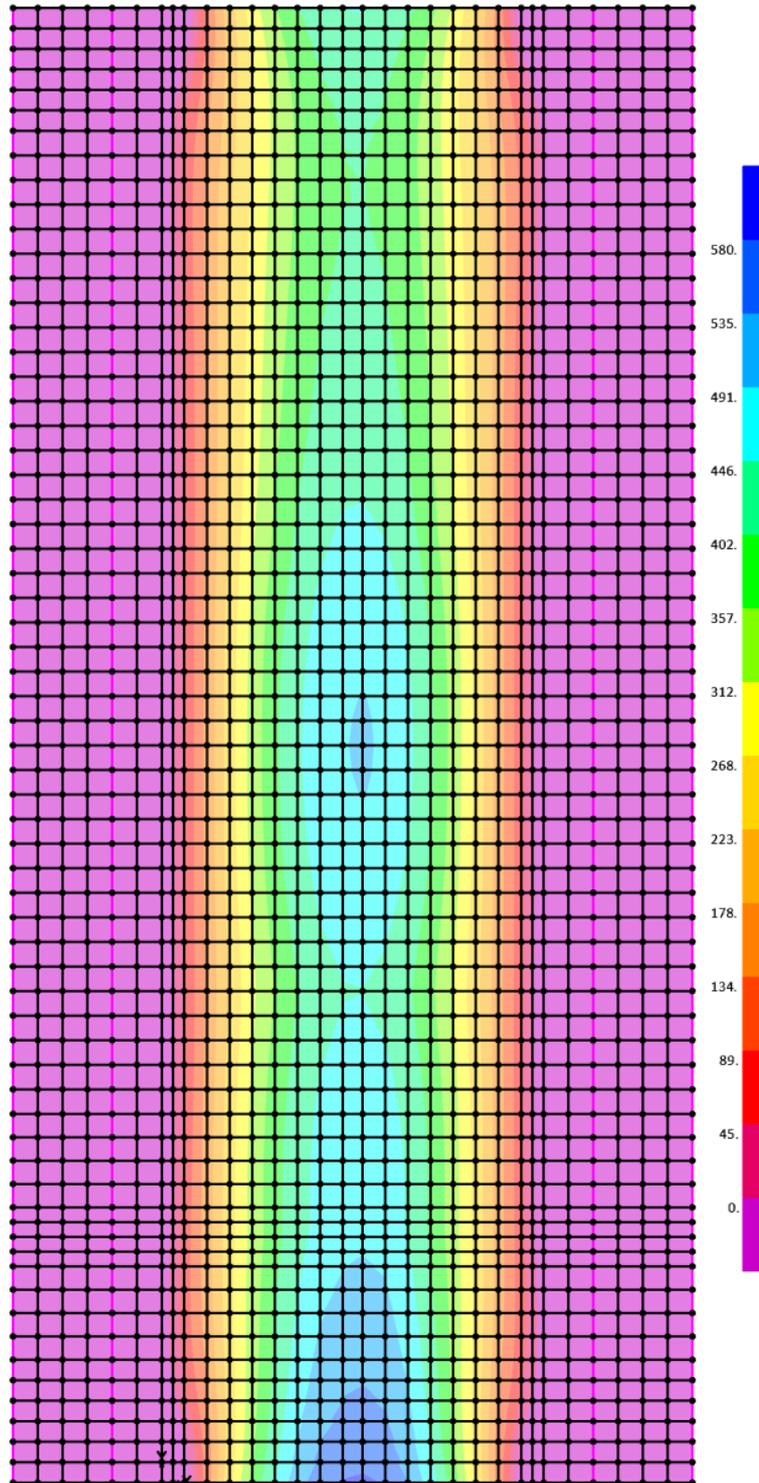


Figura 10-23 – Soletta superiore - Involuppo Momento flettente positivo M11(trasversale) in RARA

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 87 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

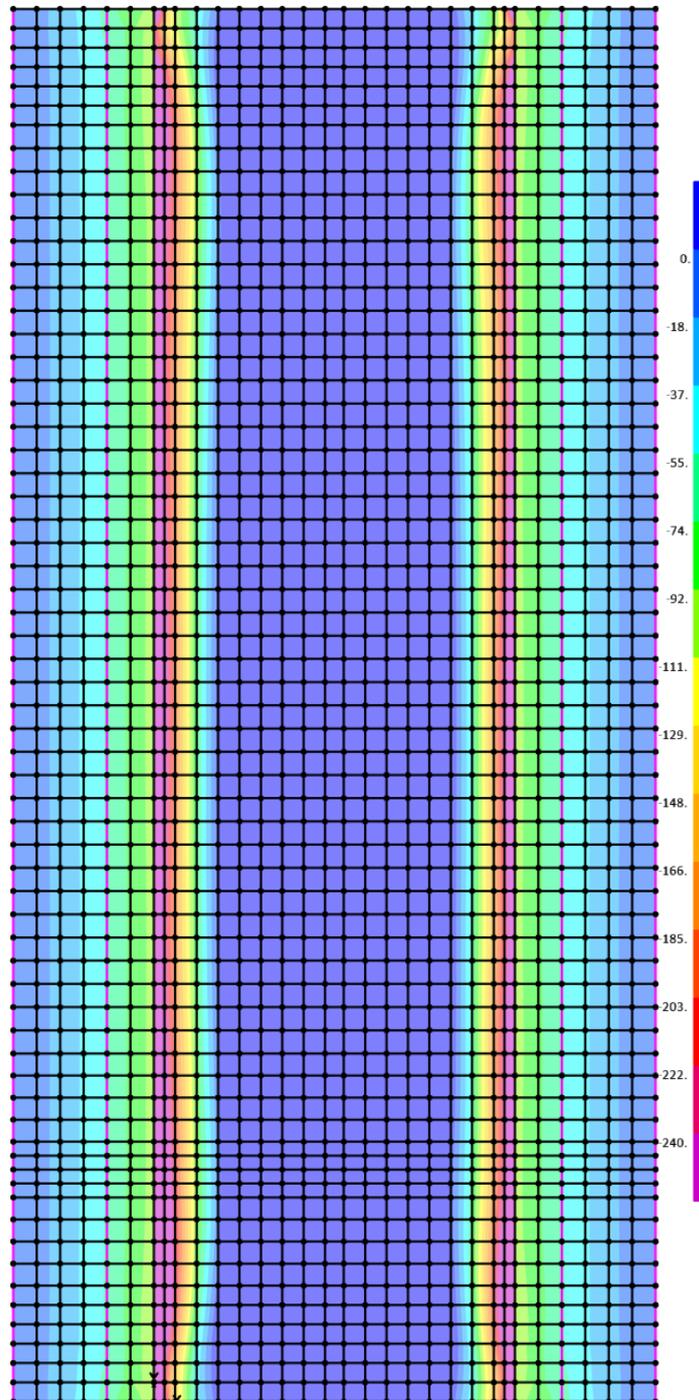


Figura 10-24 – Soletta superiore - Involuppo Momento flettente negativo attacco con i piedritti M11(trasversale) in RARA

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 RI0300 001	REV. FOGLIO B 88 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo					

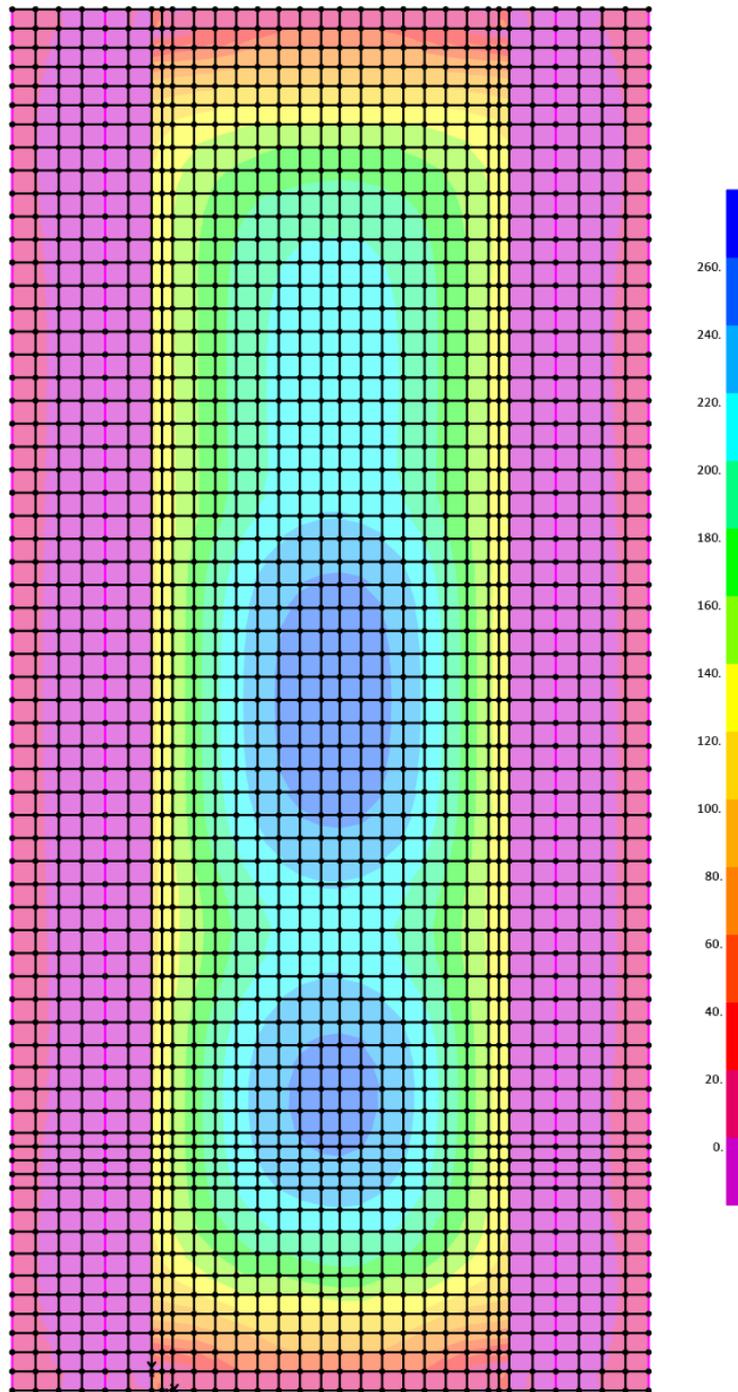


Figura 10-25 – Soletta superiore - Involuppo Momento flettente positivo mezzeria M22(longitudinale) in RARA

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 RI0300 001	REV. FOGLIO B 89 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo					

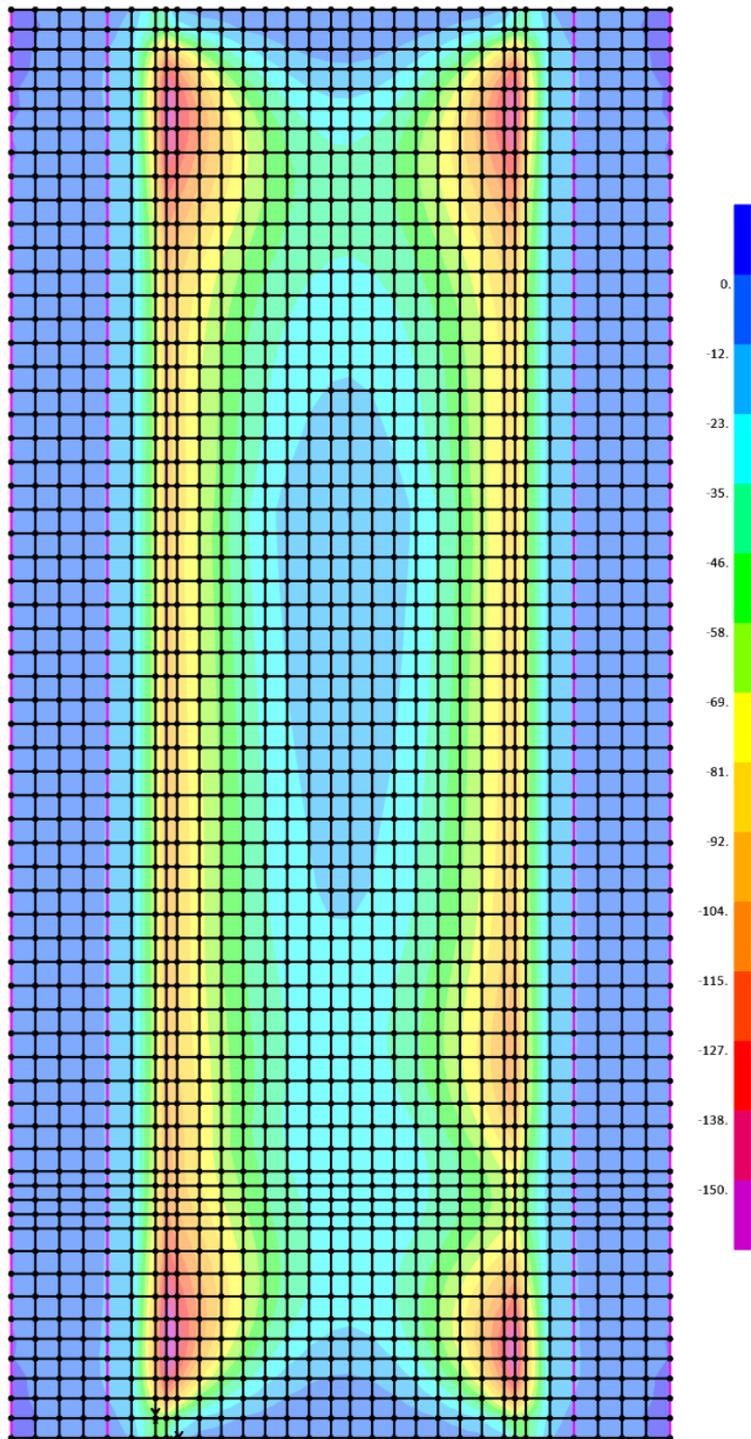


Figura 10-26 – Soletta superiore - Involuppo Momento flettente negativo attacco ai piedritti M22(longitudinale) in RARA

APPALTATORE: <u>Conorzio</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.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0300 001	REV. B	FOGLIO 90 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

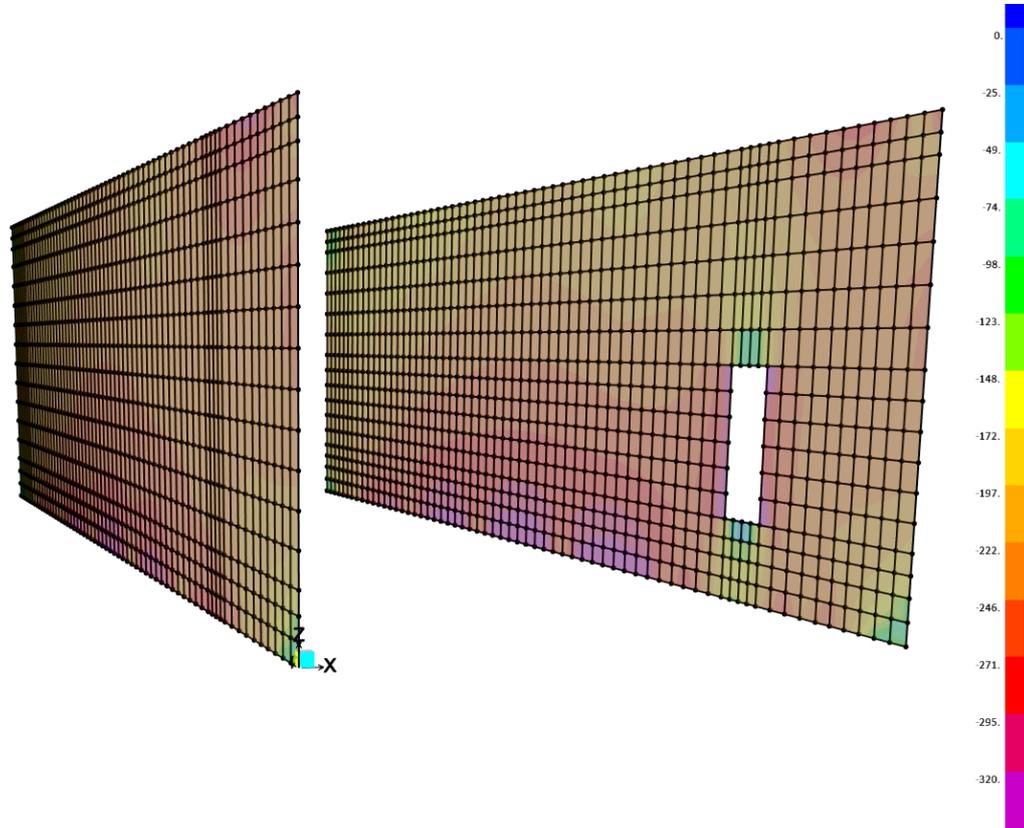


Figura 10-27 – Piedritti - Involuppo Momento flettente negativo M22(trasversale) allo SLE - RARA

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.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0300 001	REV. B	FOGLIO 91 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

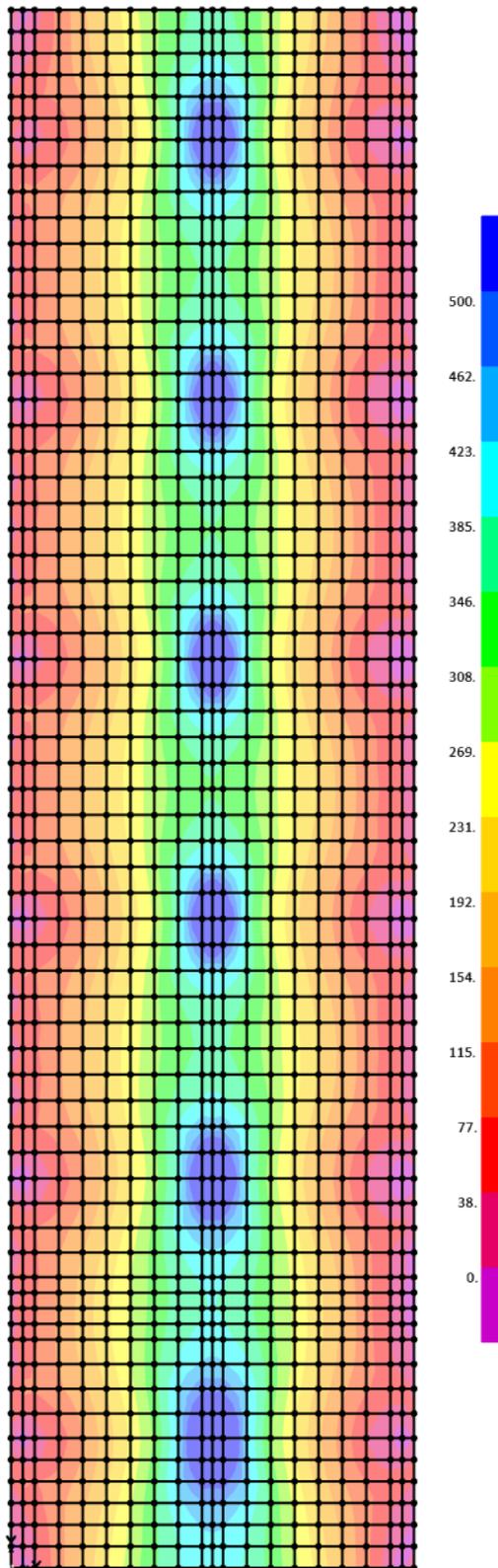


Figura 10-28 – Fondazione - Involuppo Momento flettente positivo M11(trasversale) in RARA

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 92 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

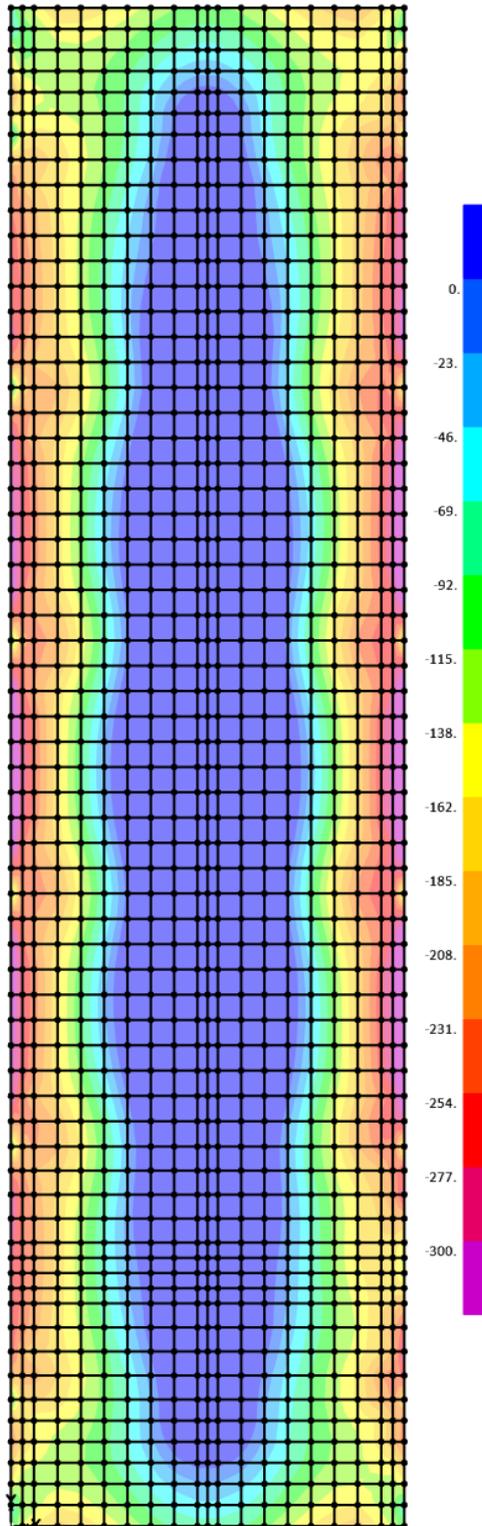


Figura 10-29 – Fondazione - Involuppo Momento flettente negativo M11(trasversale) in RARA

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.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0300 001	REV. B	FOGLIO 93 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

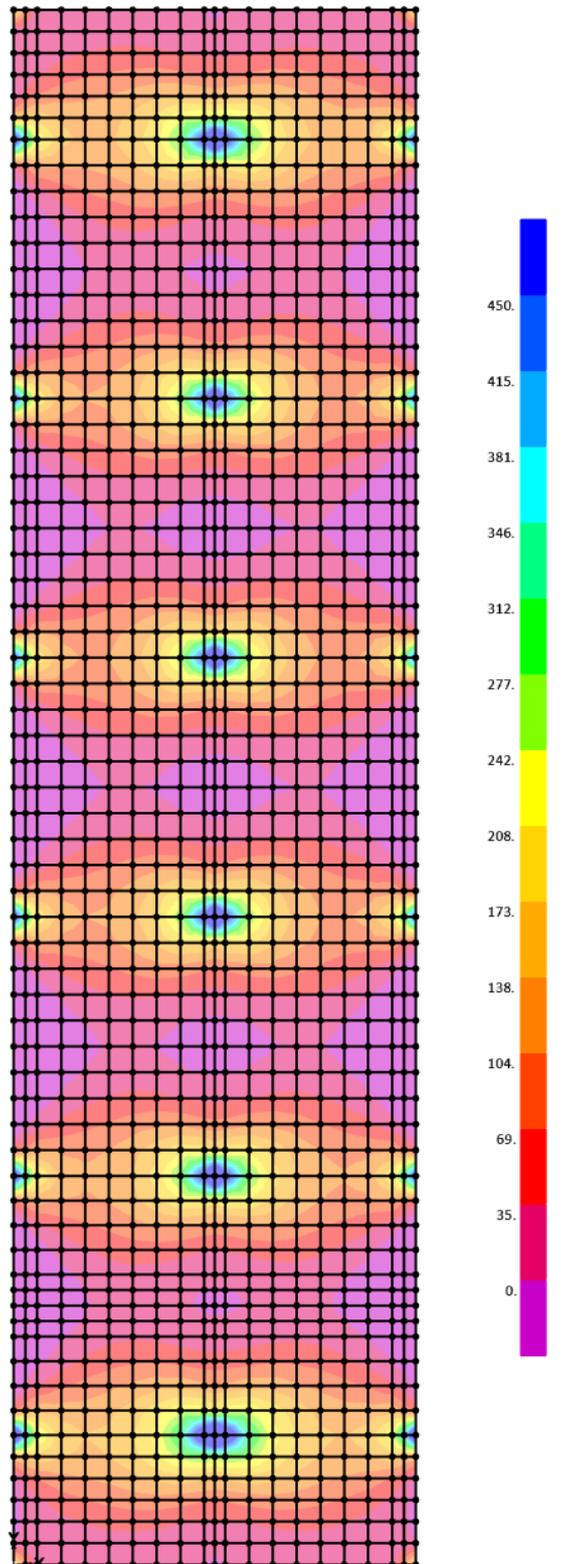


Figura 10-30 – Fondazione - Involuppo Momento flettente positivo M22 (longitudinale) in RARA

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.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0300 001	REV. FOGLIO B 94 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo					

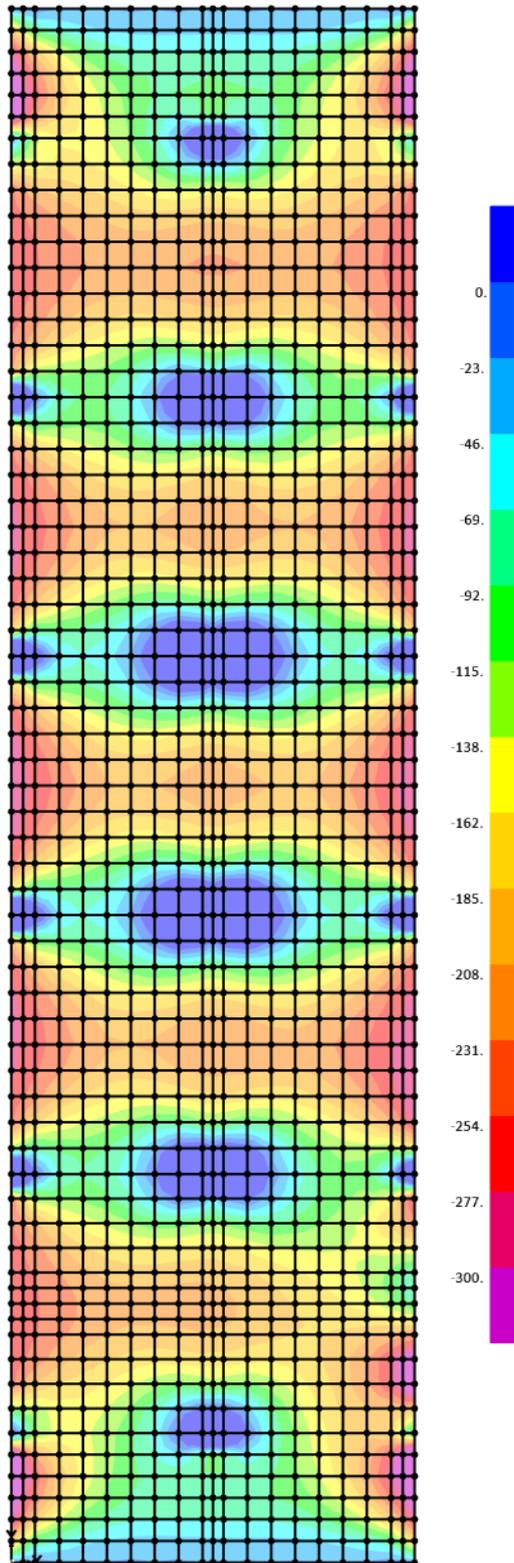


Figura 10-31 – Fondazione - Involuppo Momento flettente negativo M22 (longitudinale) in RARA

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 95 di 174

10.4 ANALISI IN DIREZIONE LONGITUDINALE

Le azioni agenti in direzione longitudinale Y possono essere riassunte in:

- azioni sismiche;
- azioni causate dal ritiro;
- azioni dovute alla temperatura.

Per le sovrastrutture (piedritti e soletta superiore) l'azione sismica longitudinale può essere trascurata in quanto lo scatolare ha sviluppo notevole. Ne consegue che le tensioni interne principalmente membranali sono minime.

L'azione dovuta al ritiro del calcestruzzo, già determinata precedentemente come temperatura equivalente, genera tensioni di trazione permanenti a lungo termine principalmente nei piedritti poichè si assume conservativamente che essi non possano contrarsi liberamente a causa del vincolo di incastro alla soletta di fondazione la quale, essendo a sua volta vincolata ai pali ed avendo sicuramente una maggiore età di maturazione rispetto alle sovrastrutture, costituisce vincolo alla contrazione delle rimanenti parti di sovrastruttura.

Per quanto riguarda invece la tensione di trazione dovuta alla temperatura, essa agisce a breve termine per cui non contribuisce alla formazione permanente di fessurazione. L'azione termica sarà comunque considerata per le verifiche allo S.L.U. ed allo S.L.E.

Le armature da disporre in direzione longitudinale per contenere la fessurazione da ritiro saranno quindi disposte principalmente nei piedritti in quanto la soletta superiore risente meno di tale coazione ed è comunque armata per sopportare le sollecitazioni interne.

La coazione da ritiro determina nelle zone adiacenti la fondazione una tensione di trazione pari circa a 2.5MPa (si veda immagine seguente), valore pressochè uguale al limite imposto da normativa ($f_{ctm}/1.2 = 3.0/1.2 = 2.5$ MPa) per cui si ritiene necessario inserire una specifica armatura.

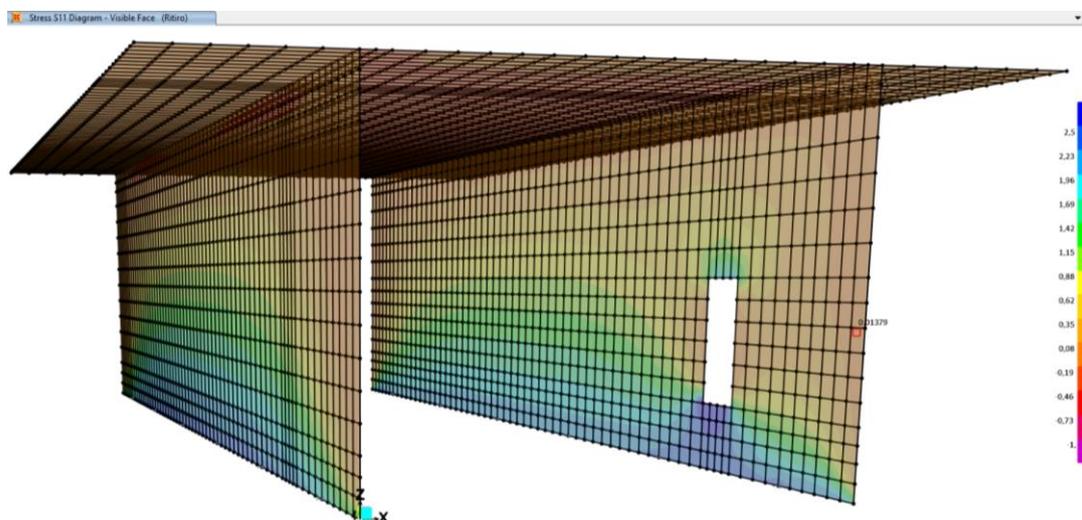


Figura 10-32 – Tensioni di trazione per effetto dell'applicazione del delta termico equivalente $\Delta T = -10^\circ$

I piedritti hanno altezza netta pari ad $H=5.20$ m e spessore effettivo pari a $B=0.90$ m.

Si determina l'armatura minima mediante l'equazione definita in Eurocodice 2 di seguito riportata.

$$A_{s,min} > k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

Per il calcolo dei coefficienti si considera conservativamente la sezione trasversale del piedritto tenso-inflessa con tensione inferiore pari a $\sigma_{c,bot} = f_{ct,eff} = f_{ctm}/1.2$ e superiore pari a metà di quella inferiore, $\sigma_{c,top} = 0.5 \cdot \sigma_{c,bot}$ ($1/3 \cdot H$ superiore compresso e $2/3 \cdot H$ inferiore tesi).

Si assume quindi:

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 96 di 174

$$f_{ct,eff} = f_{ctm} / 1.2 = 2.5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,bot} = 2.5 \text{ MPa}, \sigma_{c,top} = 1.25 \text{ MPa}$$

$$k_c = 0.4 * [1 - (\sigma_c / (k_1 * (h/h^*) * f_{ct,eff}))] \leq 1$$

$$\sigma_c = N / (B * H)$$

Dove $N = N_{comp} + N_{traz} = +973 - 3904 = -2931 \text{ kN}$ è la forza assiale di trazione su tutta la sezione del piedritto dovuta a ritiro impedito calcolata con andamento tensionale sopra definito ($\sigma_{c,bot}$ e $\sigma_{c,top}$).

$$\text{Si ottiene: } \sigma_c = N / (B * H) = -2931 * 10^3 / (900 * 5200) = -0.63 \text{ MPa}$$

$$h^* = 1.0 \text{ m}$$

$$k_1 = 2/3 * (1.0/5.2) = 0.13$$

$$k_c = 0.4 * [1 - (-0.63 / (0.13 * (5.2/1.0) * 2.5))] = 0.55$$

$$k = 0.65$$

$$\sigma_s = 240 \text{ MPa} < 0.75 * f_{yk} = 330 \text{ MPa}$$

Si ottiene:

$$A_{s,min} > 0.55 * 0.65 * 2.5 * (2/3 * 5200 * 900) / 240 = 0.55 * 0.65 * 2.5 * 3120000 / 240 = 11711 \text{ mm}^2$$

Tale armature sarà disposta per un'altezza pari a circa $2/3 * H \approx 4.00 \text{ m}$ di piedritto (zona inferiore tesa)

Si dispongono:

- nei primi 2.0m: $2 + 2\phi 16/200 \text{ mm}$ (di parete) + $2\phi 12/200 \text{ mm}$ interni allo spessore B

- nei successivi 2.00m: $2\phi 16/200 \text{ mm}$ (di parete) + $1\phi 12/200 \text{ mm}$ interni allo spessore B

Si ottiene:

$$A_{s,d} = [2 * (2.0/0.2) * 2 * 201 + 2 * (2.0/0.2) * 113 + 2 * (2.0/0.2) * 201 + 1 * (2.0/0.2) * 113] = 15450 \text{ mm}^2 > A_{s,min}$$

Il passo delle armature in direzione orizzontale è pari circa a 200mm nella zona inferiore tesa.

In accordo al punto 7.3.3(2) dell'Eurocodice 2, si può ragionevolmente ritenere che nel caso di fessurazione provocata da deformazioni impresse, l'utilizzo dei parametri scelti (diametri, spaziatura orizzontale e verticale e limitazione tensionale dell'armatura) conduca con buona probabilità ad un'ampiezza di fessura inferiore a 0.3mm. Tale limite è ritenuto accettabile essendo i piedritti non a permanente contatto con il terreno ed interamente ispezionabili.

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 97 di 174

11 VERIFICHE STRUTTURALI

11.1 SOLETTA SUPERIORE MEZZERIA MOMENTO POSITIVO – DIREZIONE TRASVERSALE

Titolo: Soletta sup trasversale MEZZERIA SLU - SLE

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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1000	1	1901	61
			2	4555	937

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN
 M_{xEd} 820 580 kNm
 M_{yEd} 0 0

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali: B450C C32/40

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 210.000 N/mm² f_{cd} 18.13 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1 ‰
 ε_{syd} 1.863 ‰ σ_{c,adm} 12.25 ‰
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333 ‰
 τ_{c1} 2.114 ‰

M_{xRd} 1.592 kNm
 σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_s 3.5 ‰
 ε_s 32.8 ‰
 d 937 mm
 x 90.33 s/d 0.09641
 δ 0.7

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

Tipo flessione: Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 mm Col. modello

Precompresso

Titolo: Soletta sup trasversale MEZZERIA SLU - SLE

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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1000	1	1901	61
			2	4555	937

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN
 M_{xEd} 820 580 kNm
 M_{yEd} 0 0

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali: B450C C32/40

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 210.000 N/mm² f_{cd} 18.13 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1 ‰
 ε_{syd} 1.863 ‰ σ_{c,adm} 12.25 ‰
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333 ‰
 τ_{c1} 2.114 ‰

M_{xRd} 1.592 kNm
 σ_c -4.231 N/mm²
 σ_s 150.1 N/mm²
 ε_s 0.7146 ‰
 d 937 mm
 x 278.5 s/d 0.2973
 δ 0.8116

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

Tipo flessione: Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 mm Col. modello

Precompresso

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

Armatura:

5φ22 superiori

5φ26 + 5φ22 inferiori

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: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL RI0300 001 B 98 di 174

Comb. SLE RARA - MEZZERIA SOLETTA SUPERIORE			
Rck	40	Mpa	
fck	32	Mpa	
σ_s	150	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
α_e	6.30		$\alpha_e = E_s/E_c$
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	1000	mm	Altezza sezione
c'	63	mm	Copriferro (al baricentro armature) armature tese
d	937	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	278.5	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	157.5	mm	
(h-x)/3	240.5	mm	
h/2	500.0	mm	
hceff	157.5	mm	Altezza efficace
Aceff	157,500	mmq	Area efficace
As	4555	mmq	Area armatura nella zona tesa
ρ_p ,eff	0.02892		Percentuale armatura
ϵ_{sm}	0.000429		
c	50	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0.8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0.5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3.40		
k4	0.425		
n1	5		
Φ_1	26	mm	
n2	5		
Φ_2	22	mm	
ϕ_{eq}	24.17	mm	Diametro equivalente
srmax	312.055	mm	Distanza massima fessura
w	0.13	mm	Ampiezza teorica fessura

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 99 di 174

11.2 SOLETTA SUPERIORE APOGGIO MOMENTO NEGATIVO – DIREZIONE TRASVERSALE

Titolo: Soletta sup trasversale appoggio Mneg SLV

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	940	1	2655	63
			2	2655	877

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN
M_{xEd} 815 -240 kNm
M_{yEd} 0 0

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

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C C32/40
ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 210.000 N/mm² f_{cd} 18.13 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1 ‰
ε_{syd} 1.863 ‰ σ_{c,adm} 12.25
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
τ_{c1} 2.114

M xRd -880 kN m
σ_c -18.13 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_s 3.5 ‰
ε_s 43.37 ‰
d 877 mm
x 65.49 x/d 0.07468
δ 0.7

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

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

Tipo flessione
 Retta Deviata
N° rett. 100
Dominio M-N
L₀ 0 mm Col. modello

Calcola MRd Precompresso

Titolo: Soletta sup trasversale appoggio Mneg SLV

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	940	1	2655	63
			2	2655	877

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN
M_{xEd} 815 -240 kNm
M_{yEd} 0 0

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

Materiali
B450C C32/40
ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 210.000 N/mm² f_{cd} 18.13 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1 ‰
ε_{syd} 1.863 ‰ σ_{c,adm} 12.25
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
τ_{c1} 2.114

M xRd -880 kN m
σ_c -2.275 N/mm²
σ_s 111.6 N/mm²
ε_s 0.5316 ‰
d 877 mm
x 205.3 x/d 0.2341
δ 0.7327

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

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

Tipo flessione
 Retta Deviata
N° rett. 100
Dominio M-N
L₀ 0 mm Col. modello

Calcola MRd Precompresso

Verifica N° iterazioni: 4

Armatura:

5φ26 superiori

5φ26 inferiori

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 LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL RI0300 001 B 100 di 174

Comb. SLE RARA - APPOGGIO SOLETTA SUPERIORE			
Rck	40	Mpa	
fck	32	Mpa	
σ_s	112	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
α_e	6.30		$\alpha_e = E_s/E_c$
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	940	mm	Altezza sezione
c'	63	mm	Copriferro (al baricentro armature) armature tese
d	877	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	205.0	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	157.5	mm	
(h-x)/3	245.0	mm	
h/2	470.0	mm	
hceff	157.5	mm	Altezza efficace
Aceff	157,500	mmq	Area efficace
As	2655	mmq	Area armatura nella zona tesa
ρ_p ,eff	0.01686		Percentuale armatura
ϵ_{sm}	0.000320		
c	50	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0.8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0.5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3.40		
k4	0.425		
n1	5		
Φ_1	26	mm	
n2	0		
Φ_2	0	mm	
ϕ_{eq}	26.00	mm	Diametro equivalente
srmax	432.203	mm	Distanza massima fessura
w	0.14	mm	Ampiezza teorica fessura

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 101 di 174

11.3 SOLETTA SUPERIORE APPOGGIO MOMENTO POSITIVO – DIREZIONE TRASVERSALE

Titolo: soletta superiore M+ appoggio - SLV

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	940	1	2655	63
			2	2655	877

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

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

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

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} kN m

Materiali

B450C		C32/40	
ε _{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd}	<input type="text" value="391.3"/> N/mm²	ε _{cu}	<input type="text" value="3.5"/> ‰
E _s	<input type="text" value="210.000"/> N/mm²	f _{cd}	<input type="text" value="18.13"/> N/mm²
E _s /E _c	<input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd}	<input type="text" value="1"/> ?
ε _{syd}	<input type="text" value="1.863"/> ‰	σ _{c,adm}	<input type="text" value="12.25"/> N/mm²
σ _{s,adm}	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co}	<input type="text" value="0.7333"/> N/mm²
		τ _{cl}	<input type="text" value="2.114"/> N/mm²

σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_c ‰
ε_s ‰
d mm
x x/d
δ

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

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd | Dominio M-N
L₀ mm Col. modello

Precompresso

Armatura:

5φ26 superiori

5φ26 inferiori

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 102 di 174

SOLETTA SUPERIORE VERIFICA A TAGLIO

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
$h = 940$ 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	$A_{sl,1} = 5 \text{ } \emptyset 26 = 26.55 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset 0 = 0.00 \text{ cm}^2$
$d = 890$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0 = 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 18.13$ MPa resist. di calcolo	26.55 cm^2

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

$$N_{ed} = 0.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 750.0 \text{ kN}$$

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.474 < 2$$

$$v_{\min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{\min} = 0.354$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.003 < 0.02$$

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

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

$$V_{Rd} = 333.9 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{\min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 315.4 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 333.9 \text{ kN} \text{ valore di calcolo}$$

la sezione NON è verificata in assenza di armature per il taglio

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$$\theta = 45.0^\circ \text{ inclinaz. bielle cls} \quad \text{angolo ammissibile}$$

$$\alpha = 90.0^\circ \text{ inclinaz. staffe}$$

Armatura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset 12 \text{ mm con n}^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 5 \text{ passo } 20 \text{ cm} = 0.283 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) \times \sin \alpha \quad V_{Rsd} = 886.3 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = 9.07 \text{ MPa resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1.000 \text{ coeff. maggiorativo}$$

$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 3631.4 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 886.3 > 750.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1.2$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

In corrispondenza degli appoggi, per una lunghezza di 2.00 metri da filo piedritto, si dispongono staffe $\phi 12/200 \times 200$. Si dispongono staffe $\phi 12/400 \times 600$ altrove.

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 103 di 174

11.4 SOLETTA SUPERIORE VERIFICA MOMENTO NEGATIVO ATTACCO AL PIEDRITTO – DIREZIONE LONGITUDINALE

Titolo: Soletta_Mneg_Long

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1000	1	2011	84
			2	1571	916

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 230 -150 kNm
M_{yEd} 0

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

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 mm Col. modello

Precompresso

Materiali: B450C C32/40

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} 1
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 12.25
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
τ_{c1} 2.114

M_{xRd} -710.8 kNm
σ_c -18.13 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_c 3.5 ‰
ε_s 42.77 ‰
d 916 mm
x 69.28 x/d 0.07564
δ 0.7

Titolo: Soletta_Mneg_Long

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1000	1	2011	84
			2	1571	916

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 230 -150 kNm
M_{yEd} 0

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

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 mm Col. modello

Precompresso

Materiali: B450C C32/40

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} 1
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 12.25
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
τ_{c1} 2.114

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 230 -150 kNm
M_{yEd} 0

σ_c -1.59 N/mm²
σ_s 87.9 N/mm²
ε_s 0.4395 ‰
d 916 mm
x 195.5 x/d 0.2134
δ 0.7068

Verifica
N° iterazioni: 5
 Precompresso

Armatura:

10φ16 superiori

5φ20 inferiori

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 LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL RI0300 001 B 104 di 174

Comb. SLE RARA - MEZZERIA SOLETTA SUPERIORE LONGITUDINALE Mneg			
Rck	40	Mpa	
fck	32	Mpa	
σ_s	88	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
α_e	6.30		$\alpha_e = E_s/E_c$
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	1000	mm	Altezza sezione
c'	84	mm	Copriferro (al baricentro armature) armature tese
d	916	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	195.5	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	210.0	mm	
(h-x)/3	268.2	mm	
h/2	500.0	mm	
hceff	210.0	mm	Altezza efficace
Aceff	210,000	mmq	Area efficace
As	2011	mmq	Area armatura nella zona tesa
ρ_p,eff	0.00958		Percentuale armatura
ϵ_{sm}	0.000251		
c	76	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0.8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0.5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3.40		
k4	0.425		
n1	10		
Φ_1	16	mm	
n2	0		
Φ_2	0	mm	
ϕ_{eq}	16.00	mm	Diametro equivalente
srmax	542.438	mm	Distanza massima fessura
w	0.14	mm	Ampiezza teorica fessura

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 105 di 174

11.5 SOLETTA SUPERIORE VERIFICA IN MEZZERIA MOMENTO POSITIVO – DIREZIONE LONGITUDINALE

In direzione longitudinale valgono le seguenti verifiche.

Titolo: Soletta_Mpos_Long

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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1000	1	1005	80
			2	3142	914

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} -260 -90 kN
M_{xEd} 350 260 kNm
M_{yEd} 0 0

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

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

Materiali: B450C C32/40

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} 1

σ_c -18.13 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_s 3.5 ‰
ε_s 41.24 ‰
d 914 mm
x 71.5 x/d 0.07823
δ 0.7

Calcola MRd Dominio M-N L₀ 0 mm Col. modello

Precompresso

Titolo: Soletta_Mpos_Long

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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1000	1	1005	80
			2	3142	914

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} -260 -90 kN
M_{xEd} 350 260 kNm
M_{yEd} 0 0

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

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

Materiali: B450C C32/40

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} 1

σ_c -2.283 N/mm²
σ_s 112.8 N/mm²
ε_s 0.564 ‰
ε_s 212.8 ‰
d 914 mm
x 212.8 x/d 0.2329
δ 0.7311

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Armatura:

5φ16 superiori

10φ20 inferiori

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 LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL RI0300 001 B 106 di 174

Comb. SLE RARA - MEZZERIA SOLETTA SUPERIORE LONGITUDINALE			
Rck	40	Mpa	
fck	32	Mpa	
σ_s	113	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
α_e	6.30		$\alpha_e = E_s/E_c$
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	1000	mm	Altezza sezione
c'	86	mm	Copriferro (al baricentro armature) armature tese
d	914	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	212.8	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	215.0	mm	
(h-x)/3	262.4	mm	
h/2	500.0	mm	
hceff	215.0	mm	Altezza efficace
Aceff	215,000	mmq	Area efficace
As	3142	mmq	Area armatura nella zona tesa
pp,eff	0.01461		Percentuale armatura
ϵ_{sm}	0.000323		
c	76	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0.8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0.5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3.40		
k4	0.425		
n1	10		
ϕ_1	20	mm	
n2	0		
ϕ_2	0	mm	
ϕ_{eq}	20.00	mm	Diametro equivalente
srm _{max}	491.054	mm	Distanza massima fessura
w	0.16	mm	Ampiezza teorica fessura

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	IF28	01	E ZZ CL	RI0300 001	B	107 di 174

11.6 SOLETTA SUPERIORE VERIFICA DI DEFORMABILITÀ

In corrispondenza della soletta superiore, si registra uno spostamento relativo massimo, tra incastro su piedritto e mezzeria sezione trasversale, pari a circa $11 - 10 = 1\text{mm}$. Considerando come valore limite $1/1000$ della luce pari a $6800/1000 = 6.8\text{mm}$, lo spostamento relativo si ritiene accettabile. Di seguito la mappa degli spostamenti verticali, in millimetri, per la soletta superiore in combinazione rara:

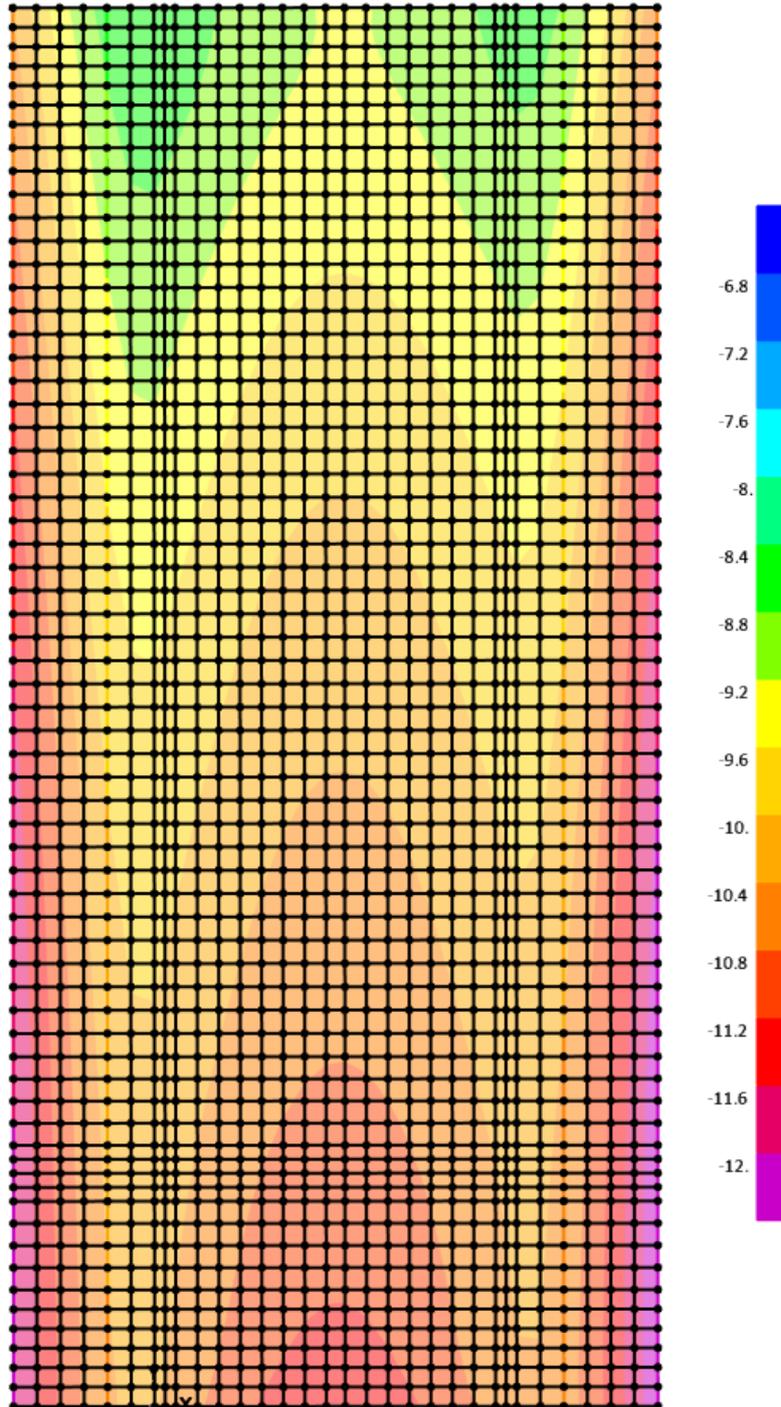


Figure 11-1: mappa degli spostamenti verticali

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 108 di 174

11.7 PIEDRITTO TESTA MOMENTO NEGATIVO

Titolo: testa piedritto M negativo SLV

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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	900	1	4555	75
			2	4555	825

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 185 185 kN
M_{Ed} 740 -275 kNm
M_{yEd} 0 0

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

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 mm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C		C32/40	
ε _{su}	67.5 ‰	ε _{c2}	2 ‰
f _{yd}	391.3 N/mm²	ε _{cu}	3.5 ‰
E _s	210.000 N/mm²	f _{cd}	18.13
E _s /E _c	15	f _{cc} /f _{cd}	1
ε _{syd}	1.863 ‰	σ _{c,adm}	12.25
σ _{s,adm}	255 N/mm²	τ _{co}	0.7333
		τ _{c1}	2.114

M_{xRd} -1.456 kN m
σ_c -18.13 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_s 3.5 ‰
ε_s 27.92 ‰
d 825 mm
x 91.91 x/d 0.1114
δ 0.7

Titolo: testa piedritto M negativo SLV

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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	900	1	4555	75
			2	4555	825

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 185 185 kN
M_{Ed} 740 -275 kNm
M_{yEd} 0 0

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

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 mm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C		C32/40	
ε _{su}	67.5 ‰	ε _{c2}	2 ‰
f _{yd}	391.3 N/mm²	ε _{cu}	3.5 ‰
E _s	210.000 N/mm²	f _{cd}	18.13
E _s /E _c	15	f _{cc} /f _{cd}	1
ε _{syd}	1.863 ‰	σ _{c,adm}	12.25
σ _{s,adm}	255 N/mm²	τ _{co}	0.7333
		τ _{c1}	2.114

M_{xRd} -1.456 kN m
σ_c -2.355 N/mm²
σ_s 62.66 N/mm²
ε_s 0.2984 ‰
d 825 mm
x 297.4 x/d 0.3605
δ 0.8906

Verifica
N° iterazioni: 4

Precompresso

Il valore di sforzo normale N_{Ed} utilizzato nelle verifiche, a favore di sicurezza, deriva dai soli pesi propri valutati in testa al piedritto.

Armatura:

5φ26 + 5φ22 esterni

5φ26 + 5φ22 interni

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: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL RI0300 001 B 109 di 174

Comb. SLE RARA - PIEDRITTO TESTA			
Rck	40	Mpa	
fck	32	Mpa	
σ_s	63	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
α_e	6.30		$\alpha_e = E_s/E_c$
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	900	mm	Altezza sezione
c'	75	mm	Copriferro (al baricentro armature) armature tese
d	825	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	297.4	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	187.5	mm	
(h-x)/3	200.9	mm	
h/2	450.0	mm	
hceff	187.5	mm	Altezza efficace
Aceff	187,500	mmq	Area efficace
As	4555	mmq	Area armatura nella zona tesa
ρ_p ,eff	0.02429		Percentuale armatura
ϵ_{sm}	0.000180		
c	62	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0.8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0.5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3.40		
k4	0.425		
n1	5		
Φ_1	26	mm	
n2	5		
Φ_2	22	mm	
ϕ_{eq}	24.17	mm	Diametro equivalente
srmax	379.914	mm	Distanza massima fessura
w	0.07	mm	Ampiezza teorica fessura

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 110 di 174

11.8 PIEDRITTO VERIFICA A TAGLIO IN TESTA

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
$h = 900$ 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	$A_{sl,1} = 5 \text{ } \emptyset 26$	$= 26.55 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 5 \text{ } \emptyset 24$	$= 22.62 \text{ cm}^2$
$d = 850$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 18.13$ MPa resist. di calcolo		49.17 cm^2

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

$$N_{ed} = -185.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 230.0 \text{ kN}$$

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.485 < 2$$

$$v_{\min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{\min} = 0.358$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.006 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = -0.21 \text{ MPa} < 0.2 f_{cd}$$

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

$$V_{Rd} = 426.9 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{\min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 330.8 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 426.9 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

La sezione risulta verificata senza disporre specifica armatura a taglio. Ad ogni modo si dispongono staffe $\phi 12/200 \times 200$ per 1.50 metri a partire da intradosso soletta superiore e per 1.50 metri a partire da intradosso soletta di fondazione. Si dispongono staffe $\phi 12/200 \times 400$ altrove.

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	IF28	01	E ZZ CL	RI0300 001	B	111 di 174

11.9 PIEDRITTO TESTA MOMENTO POSITIVO

Titolo: testa piedritto M POSITIVO SLV

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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	900	1	4555	75
			2	4555	825

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 185 kN
M_{xEd}: 600 kNm
M_{yEd}: 0

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

Materiali: B450C C32/40

ε _{su} : 67.5 ‰	ε _{c2} : 2 ‰	σ _c : -18.13 N/mm²
f _{yd} : 391.3 N/mm²	ε _{cu} : 3.5 ‰	σ _s : 391.3 N/mm²
E _s : 210.000 N/mm²	f _{cd} : 18.13	ε _c : 3.5 ‰
E _s /E _c : 15	f _{cc} /f _{cd} : 1	ε _s : 27.92 ‰
ε _{syd} : 1.863 ‰	σ _{c,adm} : 12.25	d: 825 mm
σ _{s,adm} : 255 N/mm²	τ _{co} : 0.7333	x: 91.91 x/d: 0.1114
	τ _{c1} : 2.114	δ: 0.7

M_{xRd}: 1.456 kNm

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

Tipo flessione: Retta Deviata

N° rett.: 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀: 0 mm Col. modello

Precompresso

Il valore di sforzo normale N_{Ed} utilizzato nelle verifiche, a favore di sicurezza, deriva dai soli pesi propri valutati alla base del piedritto.

Armatura:

5φ26 + 5φ22 esterni

5φ26 + 5φ22 interni

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 112 di 174

11.10 PIEDRITTO VERIFICA ALLA BASE

Titolo: BASE piedritto M negativo SLV

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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	900	1	4555	75
			2	4555	825

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 90 kN
M_{xEd} 840 kNm
M_{yEd} 0

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

Materiali: B450C C32/40

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 210.000 N/mm² f_{cd} 18.13 N/mm²
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1
ε_{syd} 1.863 ‰ σ_{c,adm} 12.25 N/mm²
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
τ_{c1} 2.114

M_{xRd} -1.420 kNm
σ_c -18.13 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_s 3.5 ‰
ε_s 28.65 ‰
d 825 mm
x 89.8 x/d 0.1089
δ 0.7

Metodo di calcolo: S.L.U. + Metodo n
Tipo flessione: Retta Deviata
N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 mm Col. modello
Precompresso

Titolo: BASE piedritto M negativo SLV

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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	900	1	4555	75
			2	4555	825

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 90 kN
M_{xEd} 840 kNm
M_{yEd} 0

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

Materiali: B450C C32/40

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 210.000 N/mm² f_{cd} 18.13 N/mm²
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1
ε_{syd} 1.863 ‰ σ_{c,adm} 12.25 N/mm²
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
τ_{c1} 2.114

M_{xRd} -1.420 kNm
σ_c 2.65 N/mm²
σ_s 85.07 N/mm²
ε_s 0.4051 ‰
d 825 mm
x 262.7 x/d 0.3185
δ 0.8381

Metodo di calcolo: S.L.U. + Metodo n
Tipo flessione: Retta Deviata
N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 mm Col. modello
Precompresso

Verifica N° iterazioni: 4

Armatura:

5φ26 + 5φ22 esterni

5φ26 + 5φ22 interni

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 LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL RI0300 001 B 113 di 174

Comb. SLE RARA - PIEDRITTO BASE			
Rck	40	Mpa	
fck	32	Mpa	
σ_s	85	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
α_e	6.30		$\alpha_e = E_s/E_c$
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	900	mm	Altezza sezione
c'	75	mm	Copriferro (al baricentro armature) armature tese
d	825	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	262.7	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	187.5	mm	
(h-x)/3	212.4	mm	
h/2	450.0	mm	
hceff	187.5	mm	Altezza efficace
Aceff	187,500	mmq	Area efficace
As	4555	mmq	Area armatura nella zona tesa
ρ_p ,eff	0.02429		Percentuale armatura
ϵ_{sm}	0.000243		
c	62	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0.8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0.5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3.40		
k4	0.425		
n1	5		
Φ_1	26	mm	
n2	5		
Φ_2	22	mm	
ϕ_{eq}	24.17	mm	Diametro equivalente
srmax	379.914	mm	Distanza massima fessura
w	0.09	mm	Ampiezza teorica fessura

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 114 di 174

11.11 PIEDRITTO VERIFICHE IN MEZZERIA

Titolo: piedritto mezzeria SLV h=1.m da estr. fondazione

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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	900	1	2655	75
			2	2655	825

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 90 kN
M_{xEd} 670 kNm
M_{yEd} 0 kNm

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

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo: S.L.U. Metodo n

Tipo flessione: Retta Deviata

Materiali: B450C C32/40

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 210.000 N/mm² f_{cd} 18.13 N/mm²
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1
ε_{syd} 1.863 ‰ σ_{c,adm} 12.25 N/mm²
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
τ_{c1} 2.114

M_{xRd} -861.2 kNm
σ_c -18.13 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_s 3.5 ‰
ε_{sp} 34.68 ‰
d 825 mm
x 75.63 x/d 0.09168
δ 0.7

Calcola MRd Dominio M-N
L_o 0 mm Col. modello

Precompresso

Titolo: piedritto mezzeria SLV h=1.m da estr. fondazione

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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	900	1	2655	75
			2	2655	825

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 90 kN
M_{xEd} 670 kNm
M_{yEd} 0 kNm

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

Metodo di calcolo: S.L.U. Metodo n

Tipo flessione: Retta Deviata

Materiali: B450C C32/40

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 210.000 N/mm² f_{cd} 18.13 N/mm²
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1
ε_{syd} 1.863 ‰ σ_{c,adm} 12.25 N/mm²
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
τ_{c1} 2.114

σ_c -3.144 N/mm²
σ_s 128.5 N/mm²
ε_s 0.6118 ‰
d 825 mm
x 221.5 x/d 0.2685
δ 0.7757

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Armatura:
5φ26 esterni
5φ26 interni

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 LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL RI0300 001 B 115 di 174

Comb. SLE RARA - PIEDRITTO MEZZERIA			
Rck	40	Mpa	
fck	32	Mpa	
σ_s	129	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
α_e	6.30		$\alpha_e = E_s/E_c$
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	900	mm	Altezza sezione
c'	75	mm	Copriferro (al baricentro armature) armature tese
d	825	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	221.5	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	187.5	mm	
(h-x)/3	226.2	mm	
h/2	450.0	mm	
hceff	187.5	mm	Altezza efficace
Aceff	187,500	mmq	Area efficace
As	2655	mmq	Area armatura nella zona tesa
ρ_p, eff	0.01416		Percentuale armatura
ϵ_{sm}	0.000367		
c	62	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0.8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0.5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3.40		
k4	0.425		
n1	5		
ϕ_1	26	mm	
n2	0		
ϕ_2	0	mm	
ϕ_{eq}	26.00	mm	Diametro equivalente
srmax	522.947	mm	Distanza massima fessura
w	0.19	mm	Ampiezza teorica fessura

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 116 di 174

11.12 PIEDRITTI - MOMENTO LONGITUDINALE

11.12.1 Diagrammi delle sollecitazioni

Si riportano di seguito le mappe delle sollecitazioni per il momento orizzontale longitudinale nei diedritti:

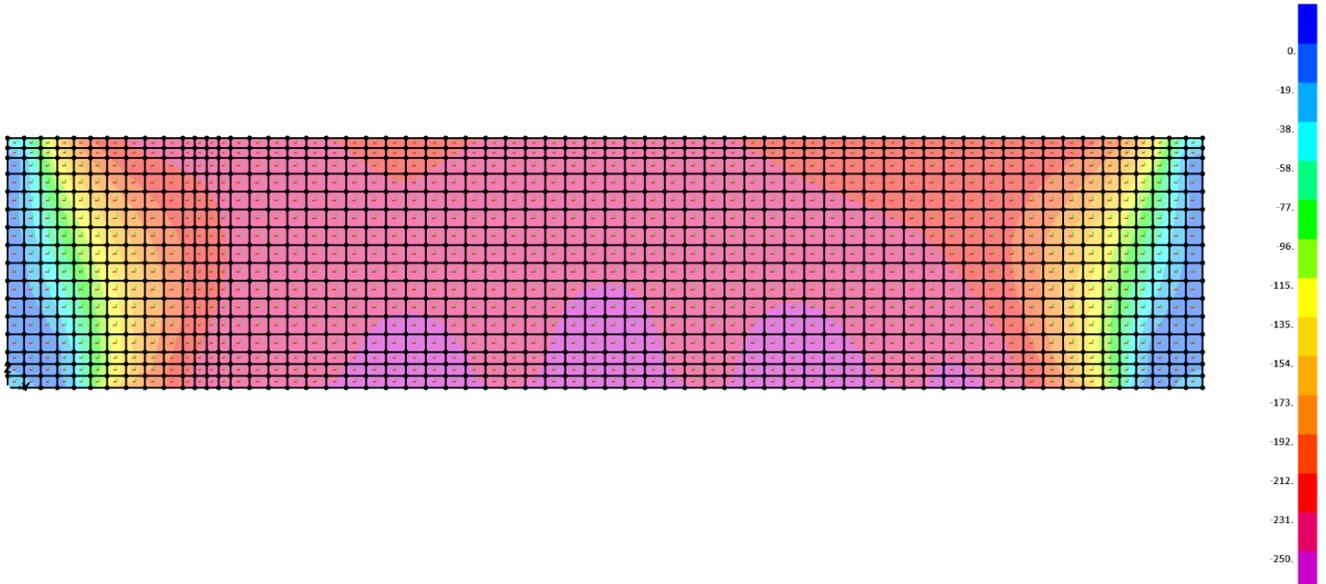


Figure 11-2: Momento orizzontale longitudinale in SLU

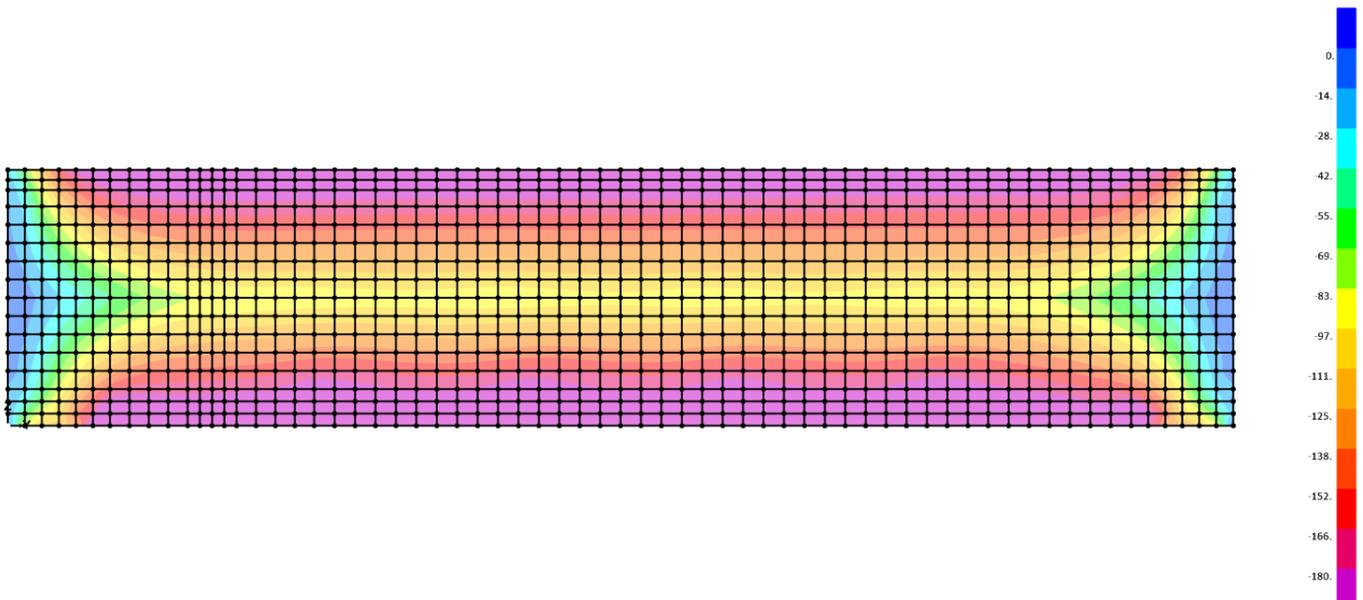


Figure 11-3: Momento orizzontale longitudinale in SLV

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 117 di 174

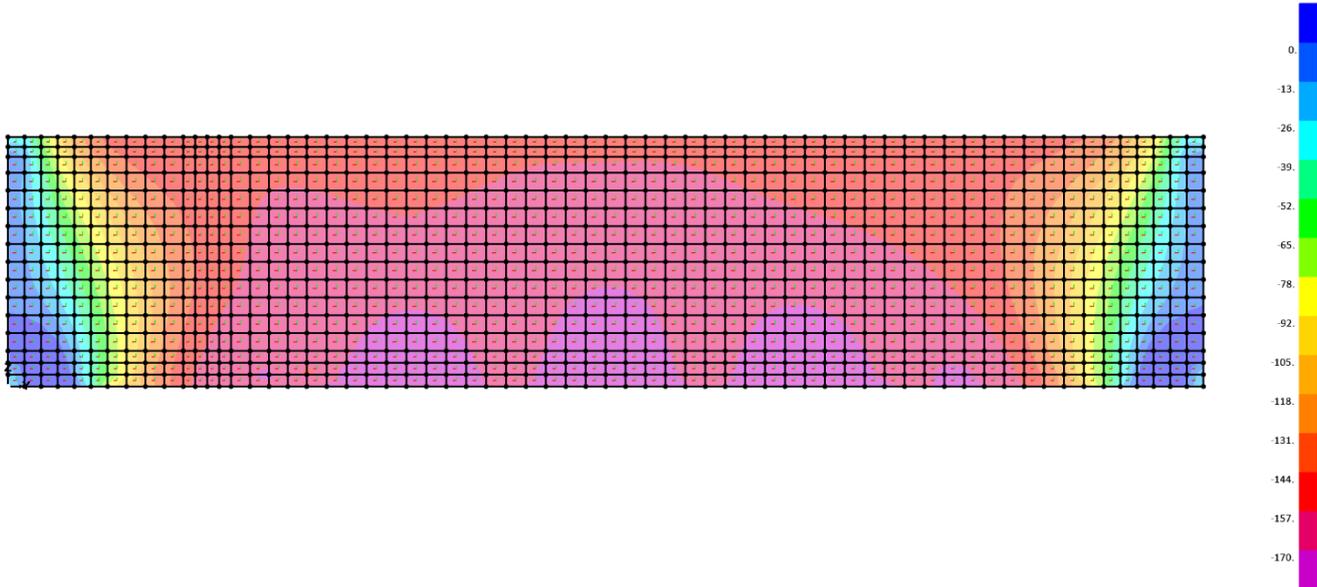


Figure 11-4: Momento orizzontale longitudinale in SLE – RARA

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 118 di 174

11.12.2 Verifica in direzione Longitudinale – Base

TITOLO: PIEDRITTO M11 negativo SLU SLE - Base

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 4 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	900	1	2011	96
			2	2011	804
			3	565	336
			4	565	576

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 250 kNm
M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N: Centro

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

Materiali: B450C, C32/40

σ_c -18.13 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_s 27.72 ‰
d 804 mm
x/d 90.13
δ 0.7

TITOLO: PIEDRITTO M11 negativo SLU SLE - Base

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 4 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	900	1	2011	96
			2	2011	804
			3	565	336
			4	565	576

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 250 kNm
M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N: Centro

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

Materiali: B450C, C32/40

σ_c -2.198 N/mm²
σ_s 101.5 N/mm²
ε_s 0.4832 ‰
d 804 mm
x/d 197.2
δ 0.7465

Armatura:

5+5φ16 sul lato esterno del piedritto

5+5φ16 sul lato interno del piedritto

2φ12 interni

Alla base del piedritto si manifesta fessurazione da ritiro per cui la sezione si considera fessurata e viene svolta la verifica a fessurazione a differenza della mezzeria e della parte alta del piedritto in cui si considera il piedritto non fessurato.

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: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL RI0300 001 B 119 di 174

Comb. SLE RARA - PIEDRITTO M11			
Rck	40	Mpa	
fck	32	Mpa	
σ_s	101	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
α_e	6.30		$\alpha_e = E_s/E_c$
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	900	mm	Altezza sezione
c'	96	mm	Copriferro (al baricentro armature) armature tese
d	804	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	197.2	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	240.0	mm	
(h-x)/3	234.3	mm	
h/2	450.0	mm	
hceff	234.3	mm	Altezza efficace
Aceff	234,267	mmq	Area efficace
As	3141	mmq	Area armatura nella zona tesa
ρ_p ,eff	0.01341		Percentuale armatura
ϵ_{sm}	0.000289		
c	88	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0.8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0.5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3.40		
k4	0.425		
n1	10		
Φ_1	16	mm	
n2	10		
Φ_2	12	mm	
ϕ_{eq}	14.29	mm	Diametro equivalente
srmax	480.331	mm	Distanza massima fessura
w	0.14	mm	Ampiezza teorica fessura

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 120 di 174

11.12.3 Verifica in direzione Longitudinale – Mezzeria

TITOLO: PIEDRITTO M11 negativo SLU SLE - Mezzeria

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

N°	b [mm]	h [mm]
1	1000	900

N°	As [mm²]	d [mm]
1	1005	96
2	1005	804

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 240 -160 kNm
M_{yEd} 0

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

Materiali: B450C C32/40

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 210.000 N/mm² f_{cd} 18.13 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1 ‰
ε_{syd} 1.863 ‰ σ_{c,adm} 12.25 ‰
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333 ‰
τ_{c1} 2.114 ‰

M_{xRd} -336.3 kNm
σ_c -18.13 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_s 3.5 ‰
ε_s 49.26 ‰
d 804 mm
x 53.33 x/d 0.06633
δ 0.7

Metodo di calcolo: S.L.U. + S.L.U. -
Tipo flessione: Retta Deviata
N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 mm Col. modello

Precompresso

TITOLO: PIEDRITTO M11 negativo SLU SLE - Mezzeria

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

N°	b [mm]	h [mm]
1	1000	900

N°	As [mm²]	d [mm]
1	1005	96
2	1005	804

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 240 -160 kNm
M_{yEd} 0

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

Materiali: B450C C32/40

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 210.000 N/mm² f_{cd} 0 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1 ‰
ε_{syd} 1.863 ‰ σ_{c,adm} 12.25 ‰
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333 ‰
τ_{c1} 2.114 ‰

M_{xRd} -336.3 kNm
σ_c -1.116 N/mm²
σ_s 1.116 N/mm²
ε_s 0.0627 ‰

Metodo di calcolo: S.L.U. + S.L.U. -
Tipo flessione: Retta Deviata
N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 mm Col. modello

Precompresso

Armatura:

φ16/200 interni

φ16/200 esterni

La tensione di trazione nel calcestruzzo risulta minore al limite imposto da normativa ($f_{ctm}/1.2 = 3.0/1.2 = 2.5$ MPa) per cui in accordo al paragrafo 4.1.2.2.4.1 delle NTC2008, non è necessario valutare l'apertura delle fessure.

11.12.4 Verifica in direzione Longitudinale – Testa

TITOLO: PIEDRITTO M11 negativo SLU SLE - Testa

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

N°	b [mm]	h [mm]
1	1000	900

N°	As [mm²]	d [mm]
1	1005	96
2	1005	804

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 230 -150 kNm
M_{yEd} 0

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

Materiali: B450C C32/40

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 210.000 N/mm² f_{cd} 18.13 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1 ‰
ε_{syd} 1.863 ‰ σ_{c,adm} 12.25 ‰
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333 ‰
τ_{c1} 2.114 ‰

M_{xRd} -336.3 kNm
σ_c -18.13 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_s 3.5 ‰
ε_s 49.26 ‰
d 804 mm
x 53.33 x/d 0.06633
δ 0.7

Metodo di calcolo: S.L.U. + S.L.U. -
Tipo flessione: Retta Deviata
N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 mm Col. modello

Precompresso

TITOLO: PIEDRITTO M11 negativo SLU SLE - Testa

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

N°	b [mm]	h [mm]
1	1000	900

N°	As [mm²]	d [mm]
1	1005	96
2	1005	804

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 230 -150 kNm
M_{yEd} 0

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

Materiali: B450C C32/40

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 210.000 N/mm² f_{cd} 18.13 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1 ‰
ε_{syd} 1.863 ‰ σ_{c,adm} 12.25 ‰
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333 ‰
τ_{c1} 2.114 ‰

M_{xRd} -336.3 kNm
σ_c -1.046 N/mm²
σ_s 1.046 N/mm²
ε_s 0.05878 ‰

Metodo di calcolo: S.L.U. + S.L.U. -
Tipo flessione: Retta Deviata
N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 mm Col. modello

Precompresso

Armatura:

φ16/200 interni

φ16/200 esterni

La tensione di trazione nel calcestruzzo risulta minore al limite imposto da normativa ($f_{ctm}/1.2 = 3.0/1.2 = 2.5$ MPa) per cui in accordo al paragrafo 4.1.2.2.4.1 delle NTC2008, non è necessario valutare l'apertura delle fessure.

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 121 di 174

11.13 FONDAZIONE ATTACCO IN CORRISPONDENZA DEL PIEDRITTO

Verifica per momento negativo (fibre tese esterne)

Titolo: fondazione trasversale Mneg appoggio SLV - SLE

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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	2655	53
			2	2655	1147

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls

Materiali: B450C C28/35

Metodo di calcolo: S.L.U. Metodo n

Tipo flessione: Retta Deviata

Verifica **N° iterazioni:** 5

Precompresso

Armatura:

5φ26 superiori

5φ26 inferiori

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: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL RI0300 001 B 122 di 174

Comb. SLE RARA - FONDAZIONE M trasv appoggio			
Rck	35	Mpa	
fck	28	Mpa	
σ_s	105	Mpa	Tasso di lavoro acciaio (SLE rara)
kt	0.6		kt = 0.4 lungo termine; kt = 0.6 breve termine
fck	28	Mpa	
Ecm	32308	Mpa	Modulo E = 22000*(fcm/10)^0.3
fct,eff	2.77	Mpa	fct,eff = 0.3*fck^(2/3)
Es	210,000	Mpa	Modulo acciaio armatura
α_e	6.50		$\alpha_e = E_s/E_c$
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	1200	mm	Altezza sezione
c'	53	mm	Copriferro (al baricentro armature) armature tese
d	1147	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	239.6	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	132.5	mm	
(h-x)/3	320.1	mm	
h/2	600.0	mm	
hceff	132.5	mm	Altezza efficace
Aceff	132,500	mmq	Area efficace
As	2655	mmq	Area armatura nella zona tesa
ρ_p, eff	0.02004		Percentuale armatura
ϵ_{sm}	0.000300		
c	40	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0.8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0.5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3.40		
k4	0.425		
n1	5		
ϕ_1	26	mm	
n2	0		
ϕ_2	0	mm	
ϕ_{eq}	26.00	mm	Diametro equivalente
srmax	356.584	mm	Distanza massima fessura
w	0.11	mm	Ampiezza teorica fessura

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 123 di 174

11.14 FONDAZIONE IN MEZZERIA – DIREZIONE TRASVERSALE

Verifica per momento positivo (fibre tese interne)

Titolo: fondazione Mpos trasv SLV - SLE

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 3 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]
1	1000	1200

N°	As [mm²]	d [mm]
1	2655	53
2	2655	1147
3	785	1147

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 1000 kNm
M_{yEd} 0

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

Materiali

B450C	C28/35
ε _{su} 67.5 %	ε _{c2} 2 %
f _{yd} 391.3 N/mm²	ε _{cu} 3.5 %
E _s 210,000 N/mm²	f _{cd} 15.87
E _s /E _c 15	f _{cc} /f _{cd} 0.8
ε _{syd} 1.863 %	σ _{c,adm} 11
σ _{s,adm} 255 N/mm²	τ _{co} 0.6667
	τ _{c1} 1.971

M_{xRd} 1.494 kNm

σ_c -15.87 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_s 3.5 %
ε_s 54.62 %
d 1.147 mm
x 69.08 x/d 0.06022
δ 0.7

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

Tipo flessione: Retta, Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 mm Col. modello

Precompresso

Titolo: fondazione Mpos trasv SLV - SLE

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 3 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]
1	1000	1200

N°	As [mm²]	d [mm]
1	2655	53
2	2655	1147
3	785	1147

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 1000 kNm
M_{yEd} 0

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

Materiali

B450C	C28/35
ε _{su} 67.5 %	ε _{c2} 2 %
f _{yd} 391.3 N/mm²	ε _{cu} 3.5 %
E _s 210,000 N/mm²	f _{cd} 15.87
E _s /E _c 15	f _{cc} /f _{cd} 0.8
ε _{syd} 1.863 %	σ _{c,adm} 11
σ _{s,adm} 255 N/mm²	τ _{co} 0.6667
	τ _{c1} 1.971

M_{xRd} 1.494 kNm

σ_c -2.81 N/mm²
σ_s 136.6 N/mm²
ε_s 0.6505 %
d 1.147 mm
x 270.4 x/d 0.2358
δ 0.7347

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

Tipo flessione: Retta, Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 mm Col. modello

Precompresso

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

Armatura:

5φ26 superiori + 2.5φ20 superiori

5φ26 inferiori

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 LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL RI0300 001 B 124 di 174

Comb. SLE RARA - FONDAZIONE M trasv mezzeria			
Rck	35	Mpa	
fck	28	Mpa	
σ_s	137	Mpa	Tasso di lavoro acciaio (SLE rara)
kt	0.6		kt = 0.4 lungo termine; kt = 0.6 breve termine
fck	28	Mpa	
Ecm	32308	Mpa	Modulo E = 22000*(fcm/10)^0.3
fct,eff	2.77	Mpa	fct,eff = 0.3*fck^(2/3)
Es	210,000	Mpa	Modulo acciaio armatura
α_e	6.50		$\alpha_e = E_s/E_c$
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	1200	mm	Altezza sezione
c'	53	mm	Copriferro (al baricentro armature) armature tese
d	1147	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	270.4	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	132.5	mm	
(h-x)/3	309.9	mm	
h/2	600.0	mm	
hceff	132.5	mm	Altezza efficace
Aceff	132,500	mmq	Area efficace
As	3440	mmq	Area armatura nella zona tesa
ρ_p ,eff	0.02596		Percentuale armatura
ϵ_{sm}	0.000391		
c	40	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0.8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0.5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3.40		
k4	0.425		
n1	5		
Φ_1	26	mm	
n2	2.5		
Φ_2	20	mm	
ϕ_{eq}	24.33	mm	Diametro equivalente
srmax	295.334	mm	Distanza massima fessura
w	0.12	mm	Ampiezza teorica fessura

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 125 di 174

11.15 FONDAZIONE MOMENTO POSITIVO – DIREZIONE LONGITUDINALE

TITOLO: fondazione M22pos mezzeria longitudinale

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

N°	b [mm]	h [mm]
1	1000	1200

N°	As [mm²]	d [mm]
1	1571	76
2	3142	1124

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
M_{Ed}: 600 kNm
M_{xEd}: 450 kNm
M_{yEd}: 0

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

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

Tipo flessione: Retta Deviata

N° rett: 100

Calcola MRd Dominio M-N

L_o: 0 mm Col. modello

Precompresso

Materiali: B450C C28/35

ε_{su}: 67.5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
f_{yd}: 391.3 N/mm² ε_{cu}: 3.5 ‰
E_s: 210.000 N/mm² f_{cd}: 15.87 ‰
E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8 ‰
ε_{syd}: 1.863 ‰ σ_{c,adm}: 11
σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6667
τ_{c1}: 1.971

M_{xRd}: 1.333 kNm
σ_c: -15.87 N/mm²
σ_s: 391.3 N/mm²
ε_s: 42.54 ‰
d: 1.124 mm
x: 85.46 x/d: 0.07603
δ: 0.7

TITOLO: fondazione M22pos mezzeria longitudinale

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

N°	b [mm]	h [mm]
1	1000	1200

N°	As [mm²]	d [mm]
1	1571	76
2	3142	1124

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
M_{Ed}: 600 kNm
M_{xEd}: 450 kNm
M_{yEd}: 0

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

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

Tipo flessione: Retta Deviata

N° rett: 100

Calcola MRd Dominio M-N

L_o: 0 mm Col. modello

Precompresso

Materiali: B450C C28/35

ε_{su}: 67.5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
f_{yd}: 391.3 N/mm² ε_{cu}: 3.5 ‰
E_s: 210.000 N/mm² f_{cd}: 15.87 ‰
E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8 ‰
ε_{syd}: 1.863 ‰ σ_{c,adm}: 11
σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6667
τ_{c1}: 1.971

M_{xRd}: 1.333 kNm
σ_c: -2.881 N/mm²
σ_s: 138.2 N/mm²
ε_s: 0.6582 ‰
d: 1.124 mm
x: 267.7 x/d: 0.2382
δ: 0.7377

Verifica: N° iterazioni: 4

Precompresso

Armatura:

5φ20 + 5φ20 superiori, in corrispondenza dei pali centrali; 5φ20 superiori, altrove
5φ20 inferiori

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: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL RI0300 001 B 126 di 174

Comb. SLE RARA - FONDAZIONE M long. Mezzeria			
Rck	35	Mpa	
fck	28	Mpa	
σ_s	138	Mpa	Tasso di lavoro acciaio (SLE rara)
kt	0.6		kt = 0.4 lungo termine; kt = 0.6 breve termine
fck	28	Mpa	
Ecm	32308	Mpa	Modulo E = 22000*(fcm/10)^0.3
fct,eff	2.77	Mpa	fct,eff = 0.3*fck^(2/3)
Es	210,000	Mpa	Modulo acciaio armatura
α_e	6.50		$\alpha_e = E_s/E_c$
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	1200	mm	Altezza sezione
c'	76	mm	Copriferro (al baricentro armature) armature tese
d	1124	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	267.7	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	190.0	mm	
(h-x)/3	310.8	mm	
h/2	600.0	mm	
hceff	190.0	mm	Altezza efficace
Aceff	190,000	mmq	Area efficace
As	3142	mmq	Area armatura nella zona tesa
ρ_p ,eff	0.01654		Percentuale armatura
ϵ_{sm}	0.000395		
c	66	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0.8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0.5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3.40		
k4	0.425		
n1	10		
Φ_1	20	mm	
n2	0		
Φ_2	0	mm	
ϕ_{eq}	20.00	mm	Diametro equivalente
srmax	430.002	mm	Distanza massima fessura
w	0.17	mm	Ampiezza teorica fessura

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 127 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

11.16 FONDAZIONE VERIFICA A PUNZONAMENTO

Di seguito viene svolta una verifica a punzonamento per la soletta di fondazione. Le verifiche sono state condotte per i pali centrali e i pali esterni. Le zone in cui è necessario disporre armatura a punzonamento sono risultate essere quelle in corrispondenza dei due pali esterni nella fila centrale. Si riportano di seguito le verifiche effettuate.

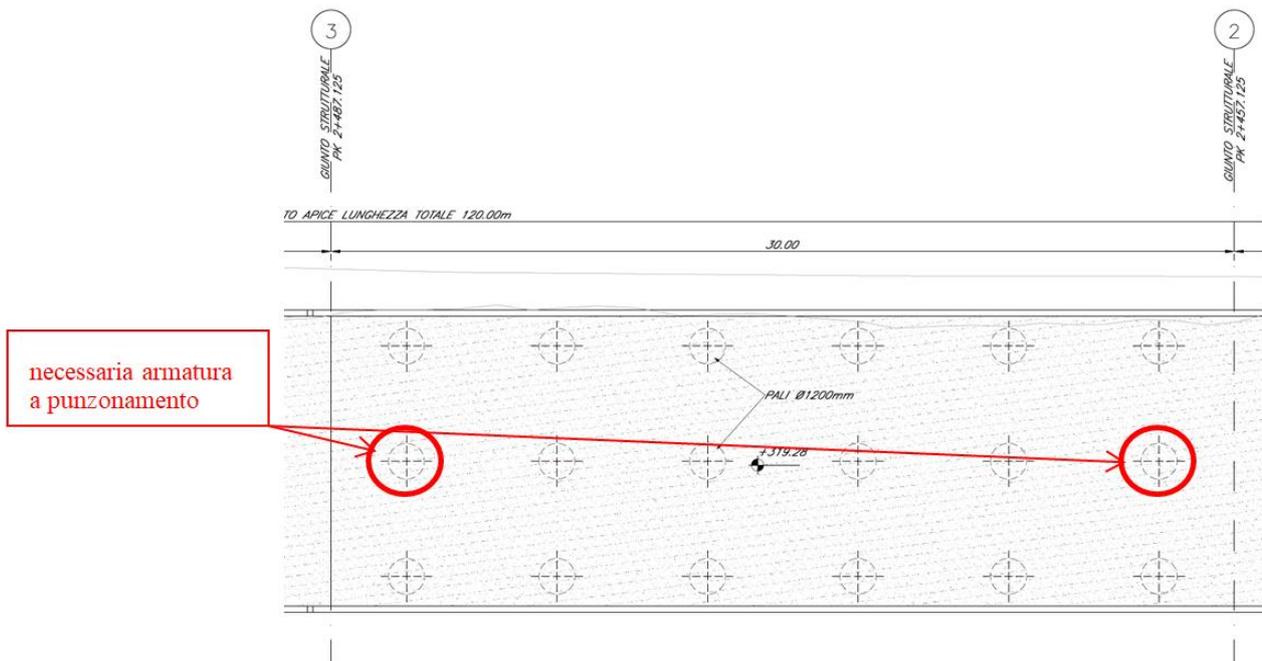


Figura 11-1 – Pali per i quali è necessaria armatura a punzonamento

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 128 di 174

Di seguito è riportata la verifica a punzonamento considerando lo sforzo assiale maggiore in testa al palo tra i due evidenziati nella precedente figura pari a $N_{Ed}=2932$ kN.

VERIFICA A TAGLIO-PUNZONAMENTO DI PIASTRE E FONDAZIONI SECONDO UNI EN 1992-1 §6.4

• Caratteristiche della sezione

$h = 1200$ mm	altezza	Armatura longitudinale tesa in y e z su fascia $D+3d$:				
$c = 53$ mm	copriferro da asse armatura tesa					
$d = 1147$ mm	altezza utile	$D+3d = 4641$ mm				
$D = 1200$ mm	diametro pilastro	in y	1	Ø 26	/	20 cm
$f_{ck} = 28$ MPa	resist. caratteristica	in z	1	Ø 20	/	10 cm
$\gamma_c = 1.50$	coeff. sicurezza					
$\alpha_{cc} = 0.85$	coeff. riduttivo	$A_{sly} = 123.20$ cm ²				
$f_{cd} = 15.87$ MPa	resist. di calcolo	$A_{slz} = 145.80$ cm ²				
	di bordo					
$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica	$l_y = 0.95$ m				luce campata in y
$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza	$l_z = 0.95$ m				luce campata in z
$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo					

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

$N_{Edy} = 0.0$ kN	$V_{ed} = 2932.0$ kN
$N_{Edz} = 0.0$ kN	$\beta = 1.40$

• Controllo della massima tensione possibile

$v_{Rd,max} = 0.4 \times 0.60 \times (1 - f_{ck}/250) \times f_{cd} = 3.38$ MPa	$v_{ed} = 0.99$ MPa
$u_0 = 3600.00$ mm	

la massima tensione di taglio-punzonamento non è superata

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$C_{rd,c} = 0.18/\gamma_c$	$C_{rd,c} = 0.12$
$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$	$k = 1.418$
$v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$	$v_{min} = 0.313$
$\rho_{ly} = A_{sly}/((D+3d)d)$	$\rho_{ly} = 0.002$
$\rho_{lz} = A_{slz}/((D+3d)d)$	$\rho_{lz} = 0.003$
$\rho_1 = (r_{1y} \times r_{1z})^{1/2} < 0.02$	$\rho_1 = 0.003$
$\sigma_{cy} = N_{Edy}/A_{cy}$	$\sigma_{cy} = 0.000$ MPa
$\sigma_{cz} = N_{Edz}/A_{cz}$	$\sigma_{cz} = 0.000$ MPa
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c$	$\sigma_{cp} = 0.00$ MPa
$v_{Rd,c} = C_{rd,c} \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} + 0.1 \times \sigma_{cp} \geq (v_{min} + 0.1 \times \sigma_{cp})$	
$v_{Rd,c} = 0.326$ MPa	

• Verifica lungo il perimetro u_1

$u_1 = 9091.77$ mm	$v_{ed} = 0.394$ MPa	C.F. = 0.83
--------------------	----------------------	-------------

la sezione NON è verificata in assenza di armature per il taglio

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$\alpha = 90.0$ °	inclinaz. staffe
Armatura a taglio (staffatura):	
staffe Ø 12 mm	
n° spilli 150 mm	
$u_1 = 9091.77$ mm	perimetro di verifica
$A_{sw} = 113$ mm ²	area di uno spillo
$f_{ywd,ef} = 250 + 0.25 d \leq f_{yd}$	$f_{ywd,ef} = 391.30$ MPa
$v_{Rd,cs} = 0.75 \times v_{Rd,c} + 1.5(d/s_y) A_{sw} \times f_{ywd,ef} / (u_1 \times d) \sin \alpha = 0.637$ MPa	
$V_{Rd,cs} = v_{Rd,cs} \times u_1 \times d = 4741.66$ kN	

• Verifica lungo il perimetro del pilastro

$u_0 = 3600.00$ mm	$v_{ed} = 0.99$ MPa
$v_{Rd,max} = 0.5 \times 0.60 \times (1 - f_{ck}/250) \times f_{cd} = 3.38$ MPa	
$V_{ed} = 2932.00$ kN	

la sezione armata a taglio risulta verificata.

C.F. = 1.62 kN

In accordo a quanto prescritto al §4.1.2.1.3.4 delle NTC 2008, il valore di progetto del taglio punzonamento resistente è calcolato senza considerare il contributo del calcestruzzo. La verifica a punzonamento, per i due pali esterni nella fila centrale, è soddisfatta considerando 150 spilli all'interno dell'area caricata, $\phi 12/200/400$.

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.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0300 001	REV. B	FOGLIO 129 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

11.17 FONDAZIONE VERIFICA A TAGLIO

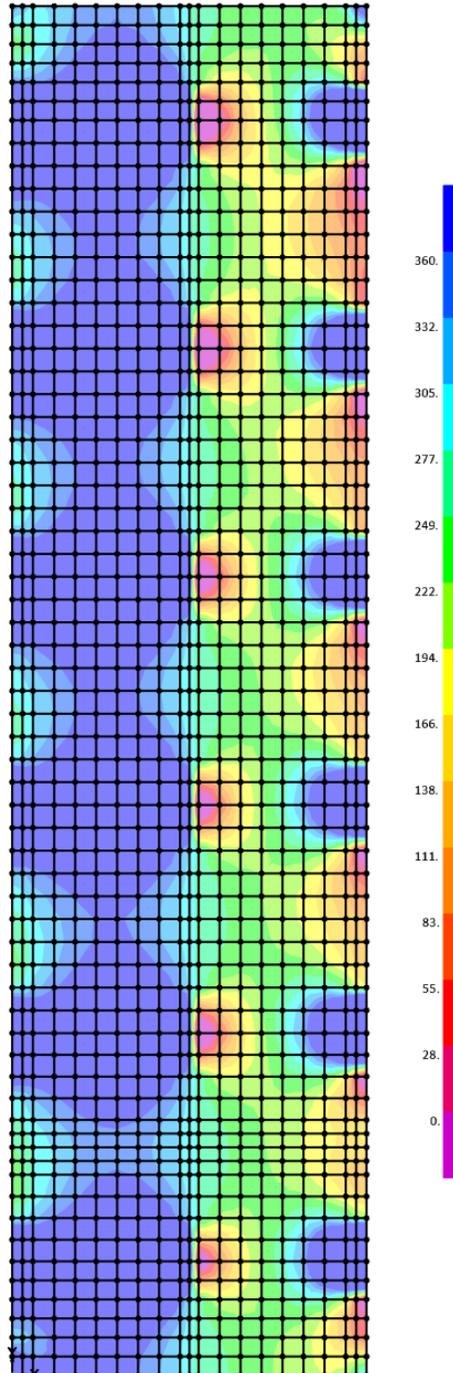


Figura 11-2 – Fondazione - Involuppo Taglio Positivo V13(trasversale) in SLV

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 130 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

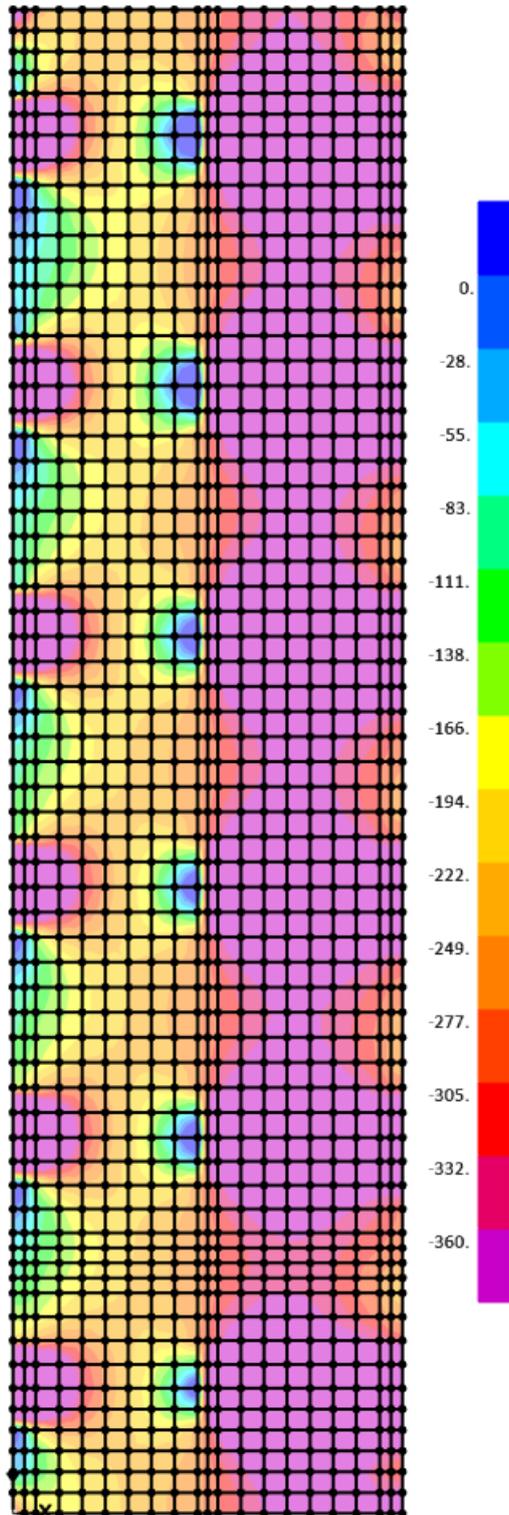


Figura 11-3 – Fondazione - Involuppo Taglio negativo V13(trasversale) in SLV

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 131 di 174

Nelle zone a filo esterne dei setti, il taglio di calcolo vale circa 600kN, In tali zone sono previsti spilli $\phi 12/200 \times 200$; spilli $\phi 12/400 \times 400$ altrove.

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
$h = 1200$ mm altezza	$\gamma_s = 1.15$ coeff. sicurezza
$c = 60$ mm copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa resist. di calcolo
$f_{ck} = 28$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:
$\gamma_c = 1.50$ coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 5 \text{ } \emptyset \text{ } 26 = 26.55 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset \text{ } 0 = 0.00 \text{ cm}^2$
$d = 1140$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset \text{ } 0 = 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 15.87$ MPa resist. di calcolo	26.55 cm^2

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

$$N_{ed} = 0.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 600.0 \text{ kN}$$

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.419 < 2$$

$$v_{\min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{\min} = 0.313$$

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

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

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

$$V_{Rd} = 362.6 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{\min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 356.8 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 362.6 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

la sezione NON è verificata in assenza di armature per il taglio

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$$\theta = 45.0 \text{ } ^\circ \quad \text{inclinaz. bielle cls} \quad \text{angolo ammissibile}$$

$$\alpha = 90.0 \text{ } ^\circ \quad \text{inclinaz. staffe}$$

Armatura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset \text{ } 12 \text{ mm con n}^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 5 \text{ passo } 20 \text{ cm} = 0.283 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha \quad V_{Rsd} = 1135.2 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = 7.93 \text{ MPa resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1.000 \quad \text{coeff. maggiorativo}$$

$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 4070.0 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 1135.2 > 600.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1.9$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	IF28	01	E ZZ CL	RI0300 001	B	132 di 174

11.18 SBALZI

11.18.1 Mappe delle sollecitazioni

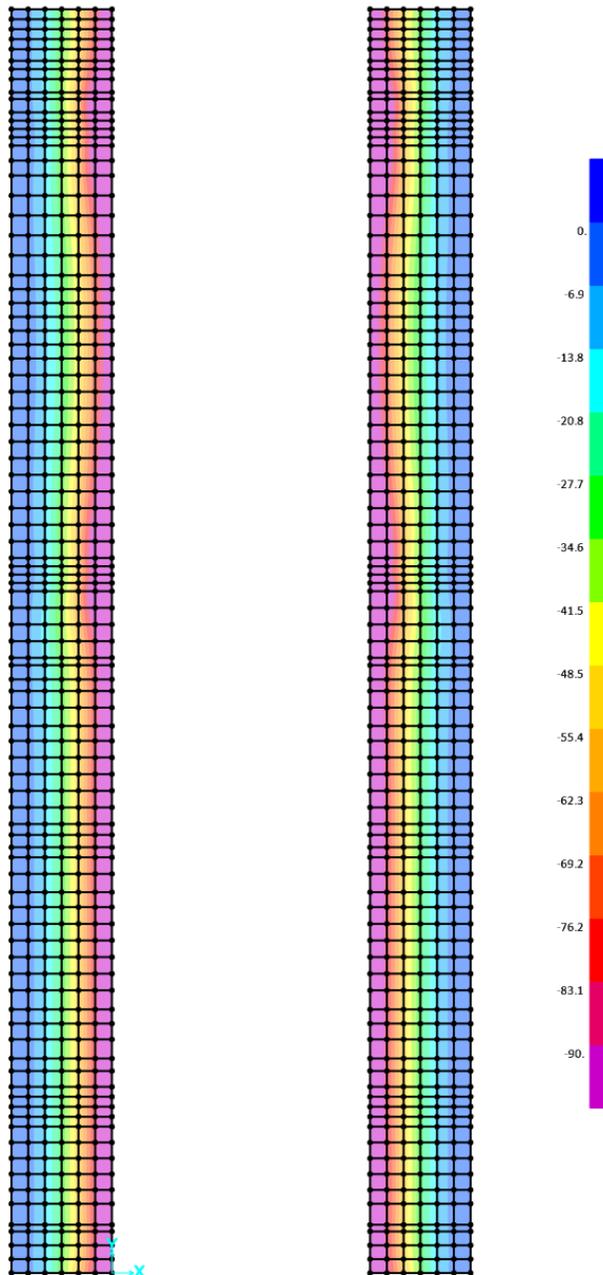


Figura 11-4 – Sbalzi - Involuppo Momento flettente negativo M11(trasversale) in SLU

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.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0300 001	REV. B	FOGLIO 133 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

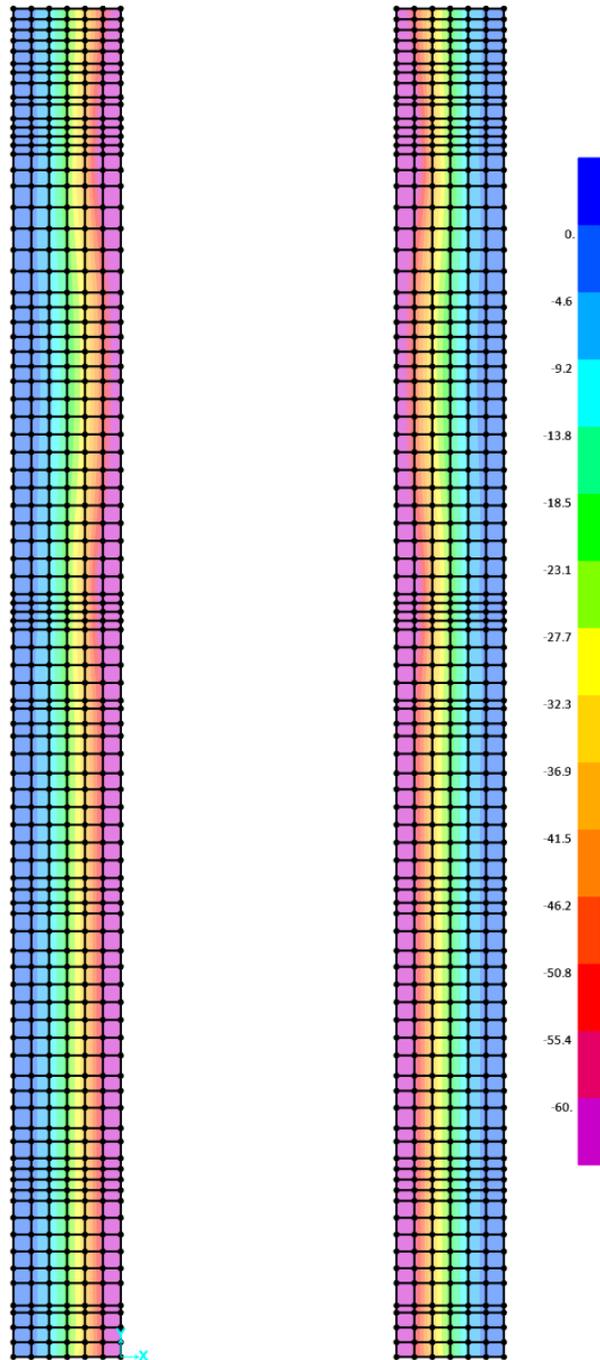


Figura 11-5 – Sbalzi - Involuppo Momento flettente negativo M11(trasversale) in SLE

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 134 di 174

11.18.2 Verifiche

Titolo: sbalzo SLU SLE Mneg

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

N°	b [mm]	h [mm]
1	1000	330

N°	As [mm²]	d [mm]
1	1901	71
2	565	264

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 90 kNm
M_{yEd} 0

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

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali: B450C C32/40

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 210.000 N/mm² f_{cd} 18.13 N/mm²
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1
ε_{syd} 1.863 ‰ σ_{c,adm} 12.25 N/mm²
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
τ_{c1} 2.114

M_{xRd} -178.6 kNm
σ_c 18.13 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_s 3.5 ‰
ε_s 12.74 ‰
d 259 mm
x 55.81 x/d 0.2155
δ 0.7094

Metodo di calcolo: S.L.U. + S.L.U. - Metodo n
Tipo flessione: Retta Deviata
N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 mm Col. modello
 Precompresso

Titolo: sbalzo SLU SLE Mneg

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

N°	b [mm]	h [mm]
1	1000	330

N°	As [mm²]	d [mm]
1	1901	71
2	565	264

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 90 kNm
M_{yEd} 0

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

Materiali: B450C C32/40

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 210.000 N/mm² f_{cd} 18.13 N/mm²
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1
ε_{syd} 1.863 ‰ σ_{c,adm} 12.25 N/mm²
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
τ_{c1} 2.114

M_{xRd} -178.6 kNm
σ_c -5.788 N/mm²
σ_s 151.4 N/mm²
ε_s 0.7212 ‰
d 259 mm
x 94.38 x/d 0.3644
δ 0.8955

Metodo di calcolo: S.L.U. + S.L.U. - Metodo n
Tipo flessione: Retta Deviata
N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 mm Col. modello
 Precompresso

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

Armatura:

φ22/200 superiori

φ12/200 inferiori

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 LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL RI0300 001 B 135 di 174

Comb. SLE RARA - SBALZO			
Rck	40	Mpa	
fck	32	Mpa	
σ_s	151	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
α_e	6.30		$\alpha_e = E_s/E_c$
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	330	mm	Altezza sezione
c'	71	mm	Copriferro (al baricentro armature) armature tese
d	259	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	94.4	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	177.5	mm	
(h-x)/3	78.5	mm	
h/2	165.0	mm	
hceff	78.5	mm	Altezza efficace
Aceff	78,540	mmq	Area efficace
As	1901	mmq	Area armatura nella zona tesa
ρ_p,eff	0.02420		Percentuale armatura
ϵ_{sm}	0.000431		
c	60	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0.8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0.5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3.40		
k4	0.425		
n1	5		
Φ_1	22	mm	
n2	0		
Φ_2	0	mm	
ϕ_{eq}	22.00	mm	Diametro equivalente
srmax	358.518	mm	Distanza massima fessura
w	0.15	mm	Ampiezza teorica fessura

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 136 di 174

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
$h = 330$	mm	altezza	$\gamma_s = 1.15$		coeff. sicurezza
$c = 71$	mm	copriferro	$f_{yd} = 391.3$	MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 32$	MPa	resist. caratteristica	Armadura longitudinale tesa:		
$\gamma_c = 1.50$		coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 5$	Ø	$22 = 19.01 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$		coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0$	Ø	$0 = 0.00 \text{ cm}^2$
$d = 259$	mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0$	Ø	$0 = 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 18.13$	MPa	resist. di calcolo			19.01 cm^2

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

$$N_{ed} = 0.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 65.0 \text{ kN}$$

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.879 < 2$$

$$v_{\min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{\min} = 0.510$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.007 < 0.02$$

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

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

$$V_{Rd} = 167.2 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{\min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 132.1 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 167.2 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 137 di 174

12 FONDAZIONE

12.1 GEOTECNICA

Nel presente capitolo si riporta la caratterizzazione geotecnica per l'opera in esame, valutata sulla base dell'interpretazione delle indagini geotecniche svolte in prossimità dell'opera.

Tratta all'aperto da pk 1+800 a pk 2+550

Unità	Unità 1	Unità 2	Unità 3	Unità 4a	Unità 4b
Classificazione AGI (1977)	limo con argilla deb sabbioso	sabbia con limo argilloso	ghiaie con sabbia deb limosa		
Proprietà	u.m.	range	range	range	range
γ	kN/m ³	17÷19	18.0÷19.5	18÷20	19÷21
w _N	%	28÷30	10÷30	0	12÷25
LL	%	35÷50	30÷40	20÷30	40÷70
LP	%	20÷25	15÷20	13÷16	18÷28
IP	%	15÷25	10÷20	8÷18	18÷45
c'	kPa	10÷20	0÷5	0	15÷25
ϕ'	°	22÷25	28÷32	35÷37	20÷23
Cu	kPa	80÷120	-	-	100÷350 (***)
E ₀	MPa	200÷400	300÷600	400÷600	500÷900
E young	MPa	8÷15	30÷60	40÷60	15÷70
					800÷2000 (*)
					30÷110 (**)

(*) indica aumento lineare con la profondità (da 10m a 50m) con una variabilità pari a ± 200 MPa

(**) indica aumento lineare con la profondità (da 10m a 50m) con una variabilità pari a ± 10 MPa

(***) intervallo di variabilità all'interno del quale la coesione non drenata aumenta linearmente con la profondità

Figura 6 – Modello geotecnico

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 138 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

COESIONE NON DRENATA - Tratta all'aperto da pk 1+800 a 2+550

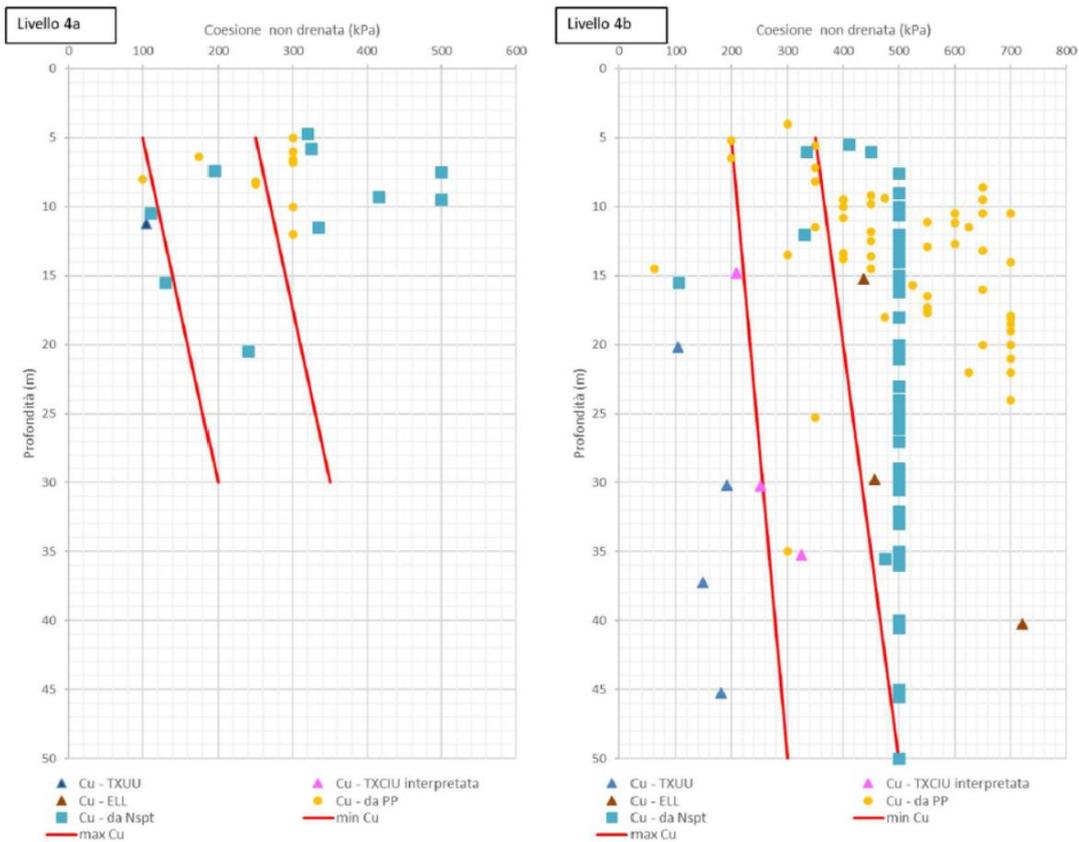


Figura 7 – Andamento coesione non drenata con la profondità

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 IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0300 001	REV. B	FOGLIO 139 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

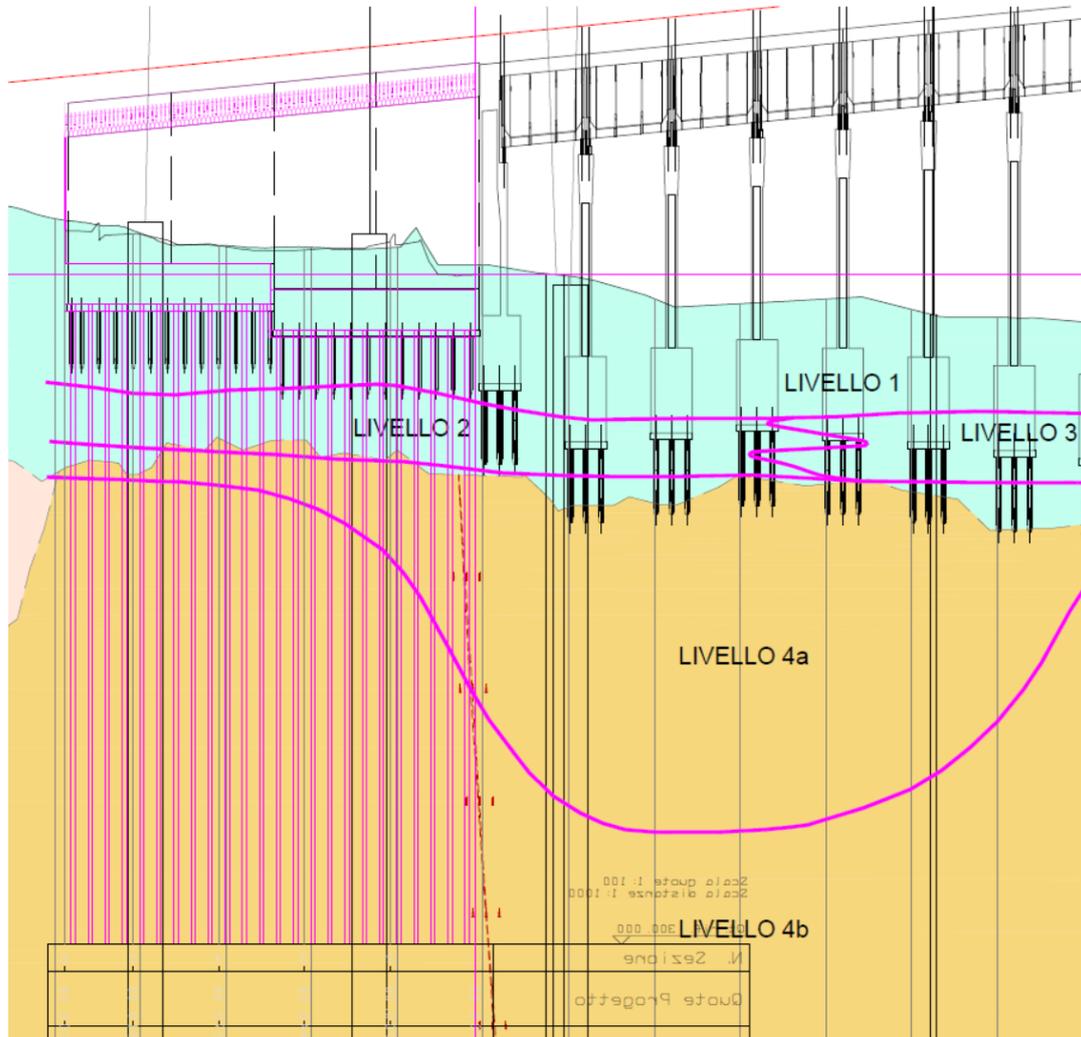


Figura 8 – Profilo geotecnico

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 140 di 174

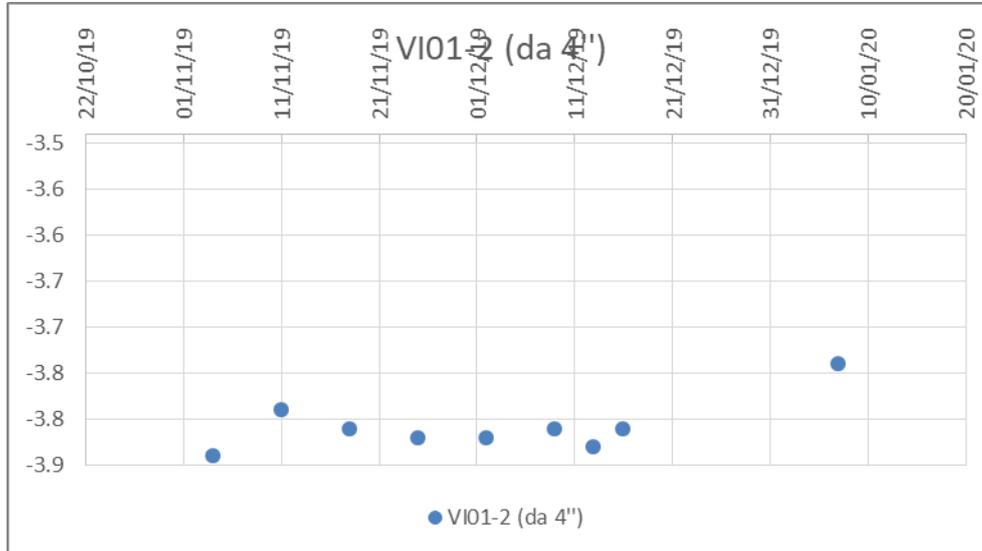


Figura 9 – Andamento falda

Si considera la falda in corrispondenza del sondaggio/ piezometro VI01-2 posta a 3.8 m dal p.c del piezometro, quota assoluta 314.90 m sl.m. che corrisponde a circa 5.1 m dal p.c. posto in corrispondenza dell'opera in oggetto.

12.2 CAPACITA' PORTANTE VERTICALE DEI PALI

La capacità portante del palo di fondazione è valutata come somma della portata laterale e di base.

$$R_t = R_s + R_b$$

dove:

R_s = resistenza limite laterale;

R_b = resistenza limite di base.

La resistenza limite laterale e di base sono valutate con le seguenti relazioni:

$$R_s = \sum_{j=1}^n A_{s,j} \cdot q_{s,j}, \quad R_b = A_b \cdot q_b,$$

dove:

$A_{s,j}$ = area laterale del palo corrispondente allo strato j ;

$q_{s,j}$ = portanza laterale limite strato j ;

n = numero totali di strati;

A_b = area base palo;

q_b = portanza limite di base.

La portata ammissibile a compressione ($R_{d,comp}$) dei pali è calcolata facendo riferimento all'espressione seguente:

$$R_{d,comp} = \frac{\left(\frac{R_b}{F_{sb}}\right) + \left(\frac{R_s}{F_{sl}}\right)}{F_{si}} - W'_p$$

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 141 di 174

dove:

$R_{d,comp}$ = resistenza di progetto o portata ammissibile alla compressione del palo

$F_{s,b}$ = coefficiente di sicurezza alla portata di base (R3) = 1,35

$F_{s,l}$ = coefficiente di sicurezza alla portata laterale (R3) = 1,15

$F_{s,i}$ = coefficiente di sicurezza indagini indagate = 1,6 n° 3 indagini (per l'intero modello geotecnico della tratta in oggetto sono state utilizzate più di 7 verticali d'indagine, a favore di sicurezza si considerano solo quelle poste in corrispondenza dell'RI03 e limitrofe n°3)

W'_p = differenza tra peso del palo e tensione litostatica alla base del palo

12.2.1 Portata laterale

Strati argillosi

$q_{s,i} = \alpha_i \cdot c_{u,i}$, $0.23 \sigma'_v \leq q_{s,i} \leq 0.55 \sigma'_v \leq 100$ kPa

con:

$q_{s,i}$ = portanza laterale dello strato i-esimo, $q_{s,lim} = 100$ kPa (AGI);

$c_{u,i}$ = coesione caratteristica non drenata dello strato i-esimo;

α_i = è un coefficiente empirico nello strato i-esimo funzione della $c_{u,i}$. Si assume valida la seguente legge di variazione (Raccomandazioni AGI):

$\alpha = 0.9$ $c_u \leq 25$ kPa

$\alpha = 0.8$ $c_u = 25 \div 50$ kPa

$\alpha = 0.6$ $c_u = 50 \div 75$ kPa

$\alpha = 0.4$ $c_u \geq 75$ kPa

Strati sabbiosi

$q_{s,i} = k \tan \cdot \varphi_i \cdot \sigma'_v \leq 170$ kPa

con $k_{s,i} = 0.5$.

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 142 di 174

12.2.2 Portata di base

Strati argillosi

La portanza di base negli strati argillosi è valutata con la seguente relazione:

$$q_b = 9 \cdot c_u + \sigma_v \leq 4300 \text{ kPa}$$

Strati sabbiosi

La portanza di base negli strati incoerenti è valutata con la seguente relazione:

$$q_b = N_q^* \cdot \sigma_v \leq 4300 \text{ kPa},$$

con

N_q di Berezantzev (corrispondente ad un cedimento pari $0.06 \div 0.1 \phi$).

Il parametro N_q sarà determinato in riferimento ad un angolo di resistenza taglio ridotto (ϕ'_{rid}) rispetto a quello prima dell'installazione del palo (Kishida, 1967):

$$\phi'_{rid} = \phi - 3^\circ$$

12.2.3 Efficienza verticale della palificata

Nell'approccio convenzionale di progetto si assume che lo stato limite ultimo della palificata corrisponda al raggiungimento del carico limite sul palo più caricato. Tale modo di procedere trascura la duttilità del sistema fondazione-terreno e può risultare dunque particolarmente cautelativo.

Le indagini svolte hanno infatti confermato la ragguardevole riserva di resistenza della palificata considerata nel suo complesso. Vedasi ad esempio la pubblicazione "Carico limite di gruppi di pali sotto carichi verticali ed eccentrici" di Raffaele Di Laora, Luca de Sanctis e Stefano Aversa.

Poiché il riferimento è il carico limite della palificata in cui per definizione l'efficienza risulta unitaria, si è scelto di adottare tale valore in linea peraltro con il PD (elaborato "FONDAZIONI VIADOTTI - Criteri di calcolo delle fondazioni – IF0G01D09RBV10003001A"). Linea che si continua a seguire nell'assumere quale carico limite della palificata la plasticizzazione del primo palo.

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 143 di 174

12.2.4 Capacità portante verticale della palificata come blocco

Per il calcolo della capacità portante con blocco si utilizzano le raccomandazioni AGI.

$$Q = B \times h \times N_c \times C_{u(L)} + 2 \times (h+B) \times L \times q_s$$

B, h = dimensioni in pianta del blocco

L = lunghezza pali

q_s = valore medio della resistenza al taglio del tratto di lunghezza L

C_{u(L)} = coesione non drenata alla profondità L

N_c = fattore funzione dei rapporti h/b e L/B

L/B	N _c		
	h/B = 1	h/B > 20	1 < h/B < 20
0,25	6,7	5,6	5,6 * (1 + 0,2 L/B)
0,50	7,1	5,9	5,9 * (")
0,75	7,4	6,2	6,2 * (")
1,00	7,7	6,4	6,4 * (")
1,50	8,1	6,8	6,8 * (")
2,00	8,4	7,0	7,0 * (")
2,50	8,6	7,2	7,2 * (")
3,00	8,8	7,4	7,4 * (")
> 4,00	9,0	7,5	7,5 * (")

APPALTATORE: Consortio 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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 144 di 174

12.3 CAPACITA' PORTANTE ORIZZONTALE DEI PALI

Il calcolo della capacità portante di un palo soggetto ad un carico orizzontale è condotto applicando la teoria di Broms (1964), considerando lo schema di palo vincolato in testa in terreno coerente/incoerente soggetto ad un carico orizzontale.

Secondo la teoria di Broms, lo stato tensodeformativo del complesso palo terreno sotto azioni orizzontali, si presenta come un problema tridimensionale per la cui soluzione è necessario introdurre alcune ipotesi semplificative:

- il terreno è omogeneo;
- il comportamento dell'interfaccia palo-terreno è di tipo rigido-perfettamente plastico;
- la forma del palo è ininfluyente, l'interazione palo-terreno è determinata dalla dimensione caratteristica d della sezione del palo (diametro) misurata normalmente alla direzione del movimento;
- il palo ha un comportamento rigido-perfettamente plastico, ovvero si considerano trascurabili le deformazioni elastiche del palo.

L'ultima ipotesi comporta che il palo abbia solo moti rigidi finché non si raggiunge il momento di plasticizzazione M_y del palo. A questo punto si ha la formazione di una cerniera plastica in cui la rotazione continua per un tratto di lunghezza non definita con momento costante.

Essendo la palificata completamente immersata nel soprastante plinto di fondazione, si fa l'ipotesi di palo a rotazione in testa impedita.

Pali a rotazione in testa impedita:

I possibili meccanismi di rottura e le corrispondenti reazioni del terreno sono:

Per il palo corto:

$$\frac{H}{k_p \cdot \gamma \cdot d^3} = 1.5 \left(\frac{L}{d} \right)^2$$

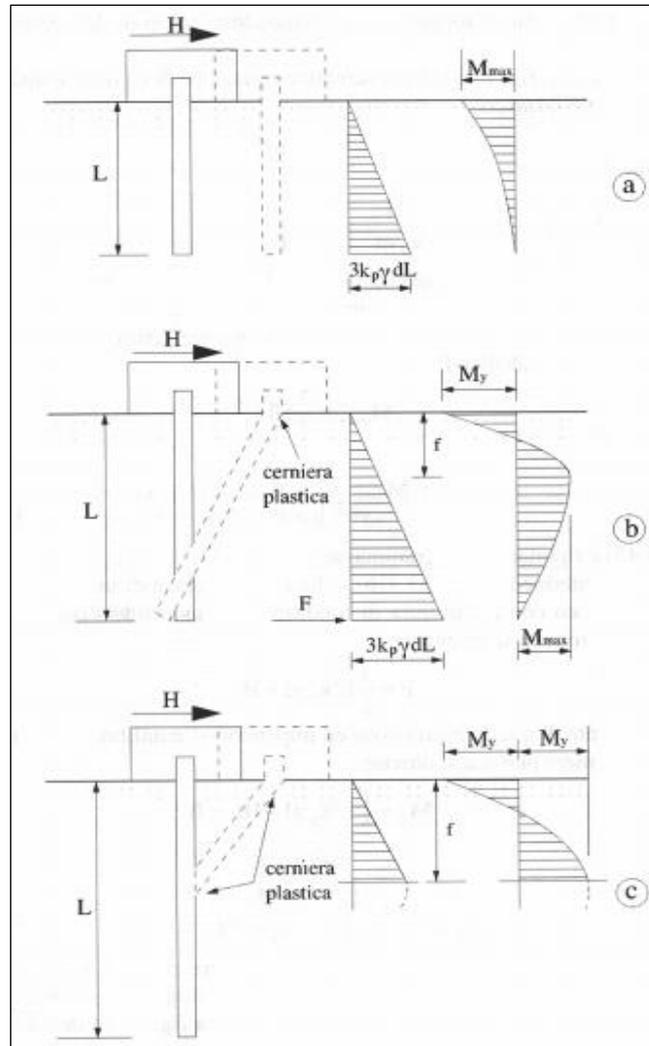
Per il palo intermedio:

$$\frac{H}{k_p \cdot \gamma \cdot d^3} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{L}{d} \right)^2 + \frac{M_y}{k_p \cdot \gamma \cdot d^4} \cdot \frac{d}{L}$$

Per il palo lungo:

$$\frac{H}{k_p \cdot \gamma \cdot d^3} = \sqrt[3]{\left(3.676 \cdot \frac{M_y}{k_p \cdot \gamma \cdot d^4} \right)^2}$$

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 IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0300 001	REV. B	FOGLIO 145 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						



La verifica è condotta con riferimento all'Approccio 2 di cui alle Norme Tecniche (comb. A1+M1+R3).

La condizione di verifica impone il soddisfacimento della disequazione:

$$R_d / E_d \geq 1,$$

con l'adozione del coefficiente parziale $\gamma_T = 1.3$ (par. 6.4.3.1.2 , N.T.).

12.3.1 Efficienza orizzontale dei pali

Il carico totale agente su un gruppo di pali, di diametro "d" posti a interasse "s" sufficientemente ridotto ($s/d < 6$), sottoposto ad una sollecitazione orizzontale statica, si ripartisce in maniera non uniforme tra i singoli pali. L'aliquota di carico assorbita da ciascun palo è condizionata, principalmente, dalla fila di appartenenza dei pali all'interno del gruppo.

Il complesso della sperimentazione disponibile evidenzia come la fila che assorbe l'aliquota maggiore di carico è la fila frontale, quella cioè, che incontra la resistenza di un terreno non disturbato dalla presenza di file a lei antistanti, pur risentendo comunque i pali della presenza di quelli vicini.

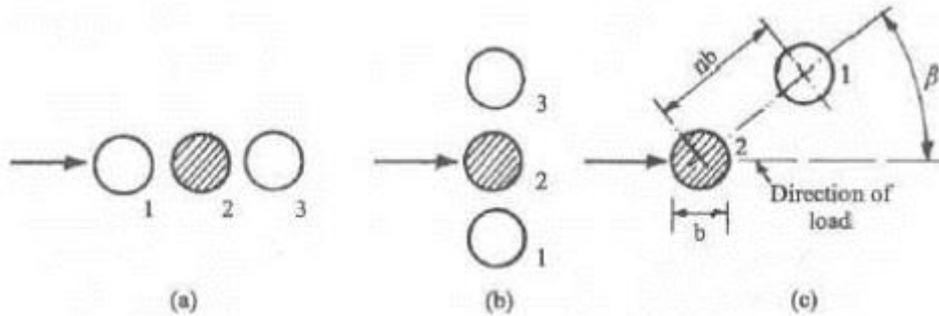
APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0300 001	REV. B	FOGLIO 146 di 174

Le file successive, invece, assorbono aliquote di carico minori.

Il fenomeno di disomogenea distribuzione dei carichi in ragione della fila di appartenenza del gruppo va sotto il nome di shadowing (BROWN ET AL., 1988), o “effetto ombra”.

La procedura di calcolo è di seguito riassunta.

Per ogni palo, l'efficienza f è definita dal prodotto degli effetti ombra subiti dai pali circostanti, espressi in termini di coefficienti riduttivi β . I valori di tali coefficienti tengono conto degli effetti di interazione con gli altri pali del gruppo nel suo complesso: interazioni tra pali posti lungo la retta di applicazione del carico, interazione tra pali disposti in direzione ortogonale alla retta di applicazione del carico, interazione tra pali disposti con un angolo β tra loro.

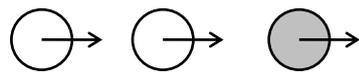


Effetti di interazione tra pali in linea (a), affiancati (b) o disposti con un'angolazione β tra loro (c) (Reese & Van Impe, 2001)

Pertanto si ha $f_i = \beta_{1i} * \beta_{2i} * \beta_{3i} * \dots * \beta_{ji}$

I singoli “contributi ombra” sono stimati singolarmente come segue.

L'interazione tra pali in linea, caricati in direzione parallela alla fila, si esplica in una diminuzione delle caratteristiche meccaniche del terreno retrostante il palo di testa della fila, con conseguente incremento degli spostamenti dei pali retrostanti.

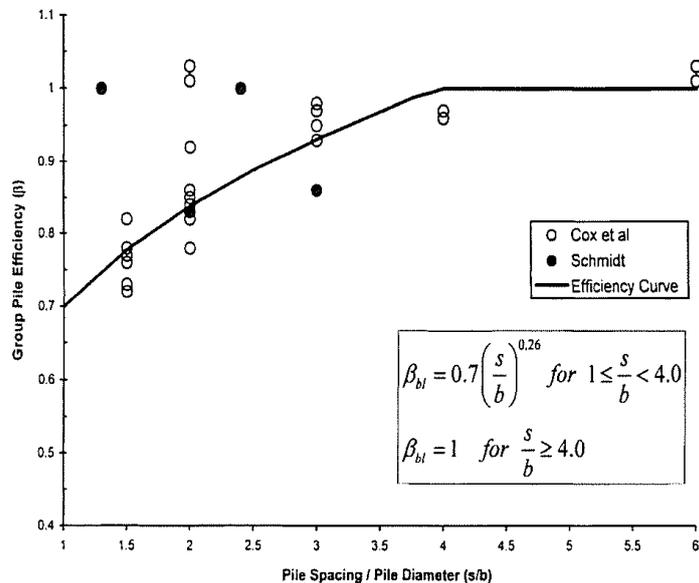


Schema A – Pali in linea

Studi sperimentali condotti sull'argomento hanno mostrato che l'interazione dipende principalmente dalla posizione relativa dei pali. Molti autori (Dunnivant & O'Neill, 1986) raccomandano fattori di riduzione distinti per pali frontali e pali retrostanti. Tali fattori sono dati in funzione della spaziatura tra i pali nella direzione del carico.

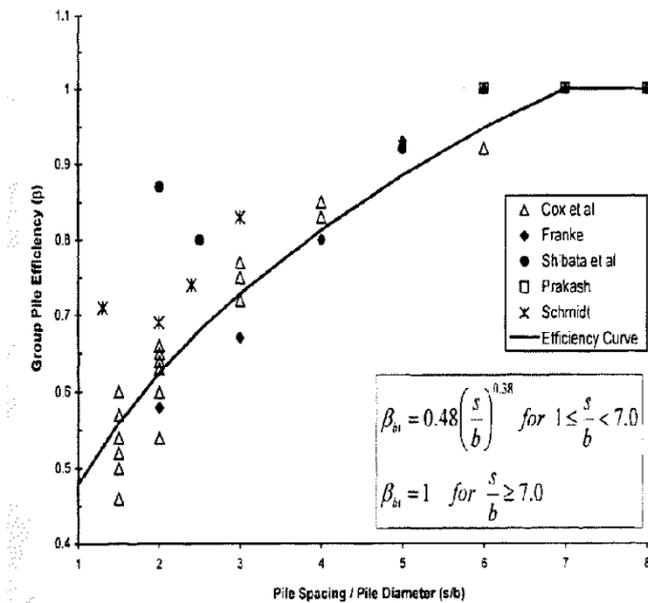
I fattori di riduzione per pali frontali possono essere ricavati dalle indicazioni fornite nella figura in basso.

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 IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0300 001	REV. B	FOGLIO 147 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo							



Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico - (pali frontali)

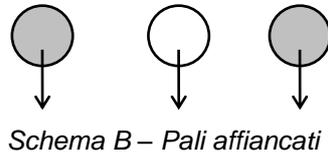
I fattori di riduzione per pali retrostanti possono essere ricavati dalle indicazioni fornite di seguito.



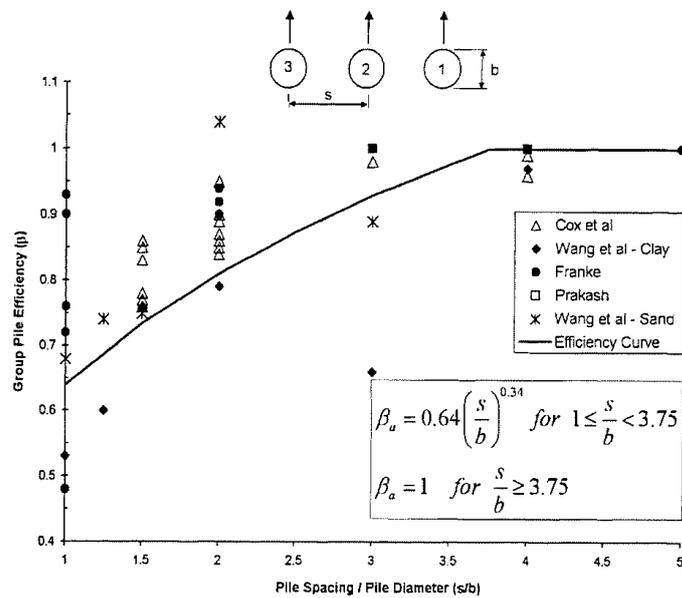
Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico - (pali retrostanti)

L'interazione del secondo tipo si esplica invece con un incremento degli spostamenti del palo centrale per effetto della presenza dei pali laterali.

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 148 di 174

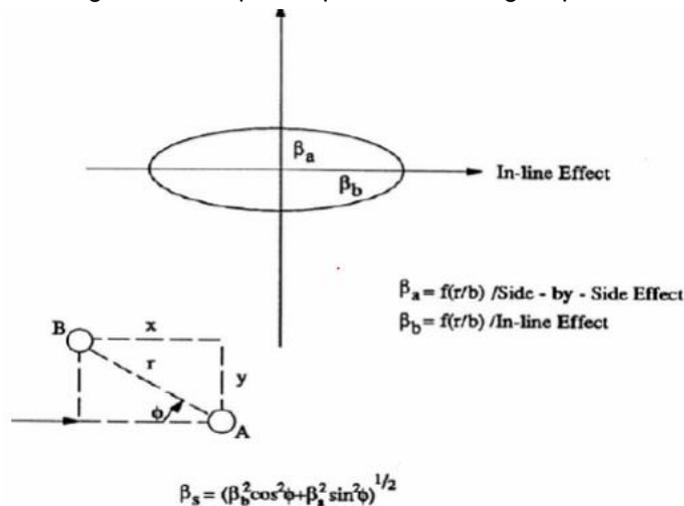


Tale riduzione di "p" in funzione del rapporto s/D (s = interasse dei pali, D = diametro del palo) può essere ricavata dalle indicazioni fornite nella figura seguente.



Fattori di riduzione per pali disposti su file perpendicolari alla direzione del carico

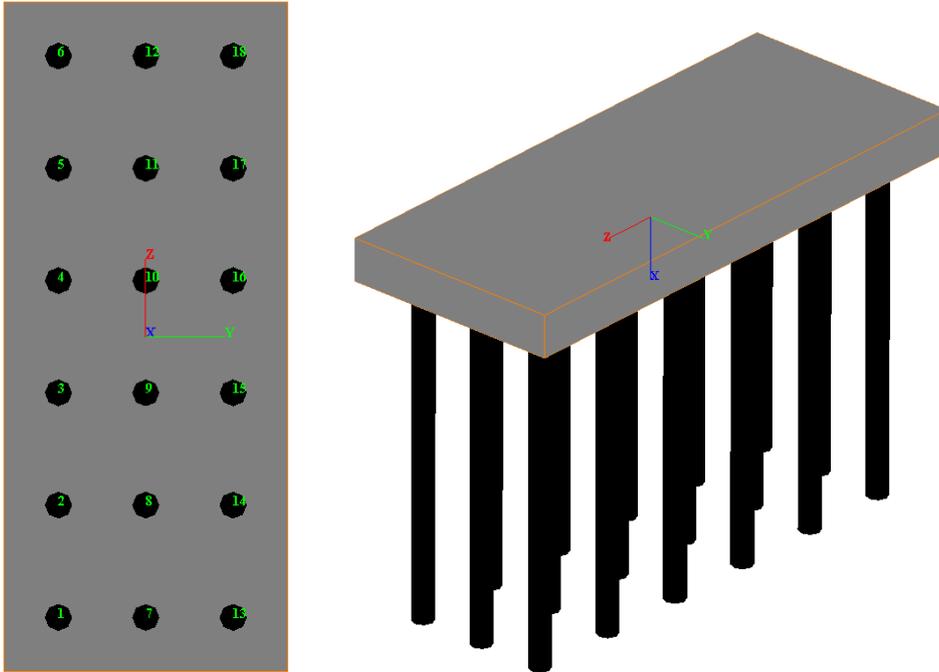
L'ultimo contributo riguarda l'effetto generato da pali disposti con un angolo β tra loro.



L'efficienza β_i determina una riduzione della resistenza del palo i-esimo ai carichi orizzontali, rispetto al valore limite calcolato nel caso di palo isolato.

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 149 di 174

Tale procedura è stata implementata nel programma PGROUP, che considera la distribuzione planimetrica di ciascun palo e la direzione qualunque del carico rispetto a detta distribuzione.



Efficienza minima dei pali risulta pari a 0.659.

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 RI0300 001	REV. FOGLIO B 150 di 174

12.4 VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE VERTICALE

Si riportano successivamente le sollecitazioni massime sui pali:

SLV				
$N_{SLV,COMP}$	-4094			[kN]
$N_{SLV,TRAZ}$	802			[kN]
	V_x (kN)	V_y (kN)	V_{combo} (kN)	N (kN)
V_{MAX}	758	157	774	-1647
$N_{MAX,comp}$	595	147	613	-4094
$N_{MAX,TRAZ}$	658	139	673	802
$V_{MAX,pali,traz}$	700	135	713	176

SLU		
$N_{SLU,comp,max}$	-3233	[kN]
$N_{SLU,comp,min}$	-1730	[kN]

	V_x (kN)	V_y (kN)	V_{combo} (kN)	N (kN)
V_{MAX}	126	20	128	-3189
$N_{min,comp}$	2	34	34	-1730
$N_{max,comp}$	6	10	12	-3233

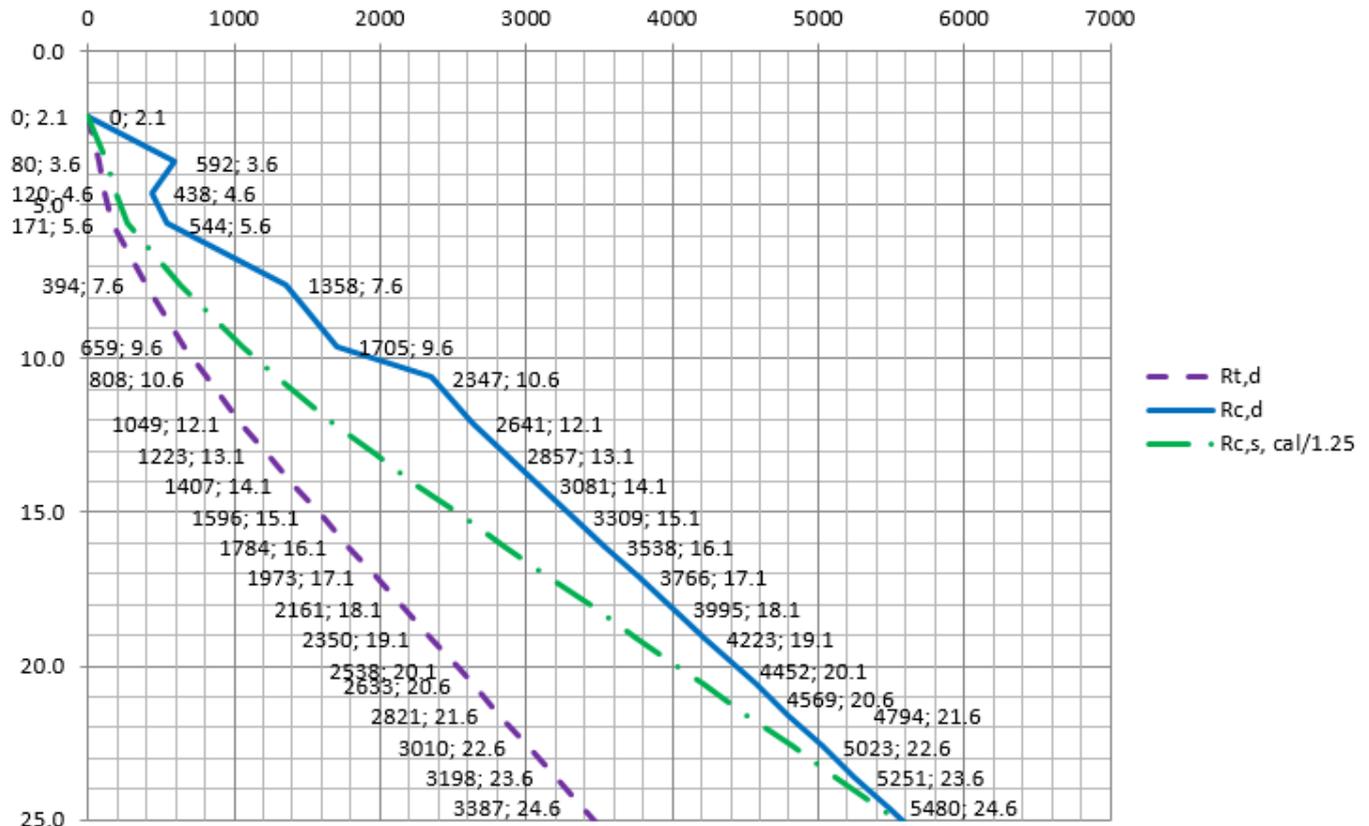
SLE				
$N_{SLE,comp,max}$	-2314	[kN]		
$N_{SLE,comp,min}$	-1327	[kN]		
	V_x (kN)	V_y (kN)	V_{combo} (kN)	N (kN)
$V_{x,MAX}$	83	12	84	-2222
$N_{com,min}$	24	15	28	-1327
$N_{com,max}$	12	5	13	-2314

- X direzione trasversale (direzione dei 4 pali)
- Y direzione longitudinale
- N+ trazione
- N- compressione

Si riporta successivamente il grafico di capacità portante in compressione del singolo palo:

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 151 di 174

Palo diametro 1200 mm



Efficienza = 1

Palo lunghezza 18 m (profondità base 20.1 m)

Area palo = 1.131 m²

Differenza tra peso del palo e tensione litostatica alla base del palo:

$$P = 1.131 \times 18 \times 25 - 392.8 \text{ kPa} \times 1.131 = 64.69 \text{ kPa}$$

Azioni:

$$N_{SLV} = 4094 + 64.69 = 4159 \text{ kN}$$

$$N_{SLU} = 3233 + 64.69 \times 1.35 (\gamma) = 3320 \text{ kN}$$

$$N_{SLE} = 2314 + 64.69 = 2379 \text{ kN}$$

$$R_{d,comp} = 4452 \text{ kN}$$

Verifica SLV:

Compressione

$$4452 \text{ kN} > 4159 \text{ kN} \text{ Verificato}$$

Trazione

$$\text{Peso palo immerso} = 1.13 \times 3 \times 25 + 1.13 \times (18-3) \times 15 = 339 \text{ kN}$$

$$\text{Resistenza a trazione} = 2538 \text{ kN}$$

$$2538 \text{ kN} > 2222 - 339 = 1883 \text{ kN}$$

Verifica SLU:

$$4452 \text{ kN} > 3320 \text{ kN} \text{ Verificato}$$

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 152 di 174

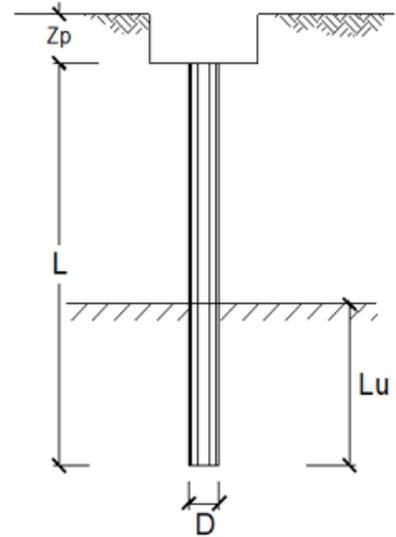
Verifica SLE:

Portata laterale limite = 5076 kN

$5076/1.25=4061 > 2379$ kN Verificato

Cedimento

D	1.2	m	
P	2314	kN	
L totale	18	m	
L utile	14.5	m	
E1	15	Mpa	
E2	40	Mpa	
E3		MPa	
Spessore 1	4	m	
Spessore 2	11.5	m	
Spessore 3		m	
	15.5	m	
E ponderato		34 MPa	
β	1.58218676		
Cedimento	0.0075263 m	=	
			7.53 mm



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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 153 di 174

Capacità portante come blocco

L	18	m	
B	7.7	m	
h	55	m	
L/B		2.34	
h/B		7.14	
fattore molt.	7.2		
Nc	10.57		
Cu base	315.6	kPa	
qs	74.8	kPa	
Q base	1,412,247	kN	
Q laterale	168,839	kN	
$\beta_3 =$	1.6		
R3 laterale comp.	1.15		
R3 base	1.35		
Q	745,578	kN	
N medio	4094	kN	
n' pali	36		
N tot	147384	kN	
Incremento di carico dovuto al peso palo	64.69	kN	
Incremento totale	2328.84		
Verifica	745,578	>	149,713 Verificato

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 154 di 174

12.5 VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE ORIZZONTALE

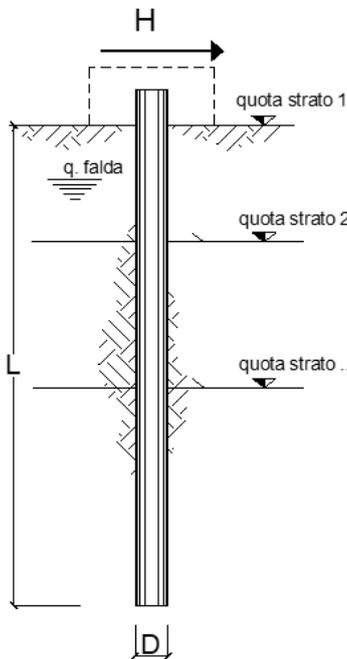
Si riporta la verifica a capacità portante orizzontale.

La sezione è armata in sommità con 22 ϕ 30 +22 ϕ 26 con:

- N di compressione di 1647 kN si ha un Momento resistente di 4505 kN m
- N di compressione di 4094 kN si ha un Momento resistente di 4822 kN m
- N di trazione di 802 kN si ha un Momento resistente di 3971 kN m
- N di trazione di 176 kN si ha un Momento resistente di 4121 kN m

Si verifica la capacità portante in condizioni non drenate dato che la sollecitazione dimensionante è in condizioni sismiche.

opera **RI03**



strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	Unità 1	100.00	18	8	23.5	2.33	100
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	Unità 2	98.50	19	9	30	3.00	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	Unità 4a	96.50	20	10	21.5	2.16	181
<input checked="" type="checkbox"/> strato 4	Unità 4b	92.50	20	10	22.5	2.24	289
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00	

Quota falda	97	(m)
Diametro del palo D	1.20	(m)
Lunghezza del palo L	18.00	(m)
Momento di plasticizzazione palo M_y	4505	(kNm)
Step di calcolo	0.01	(m)

- palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

Palo lungo	H =	2612.4	(kN)
Palo intermedio	H =	12263.8	(kN)
Palo corto	H =	41571.9	(kN)

Hlim = 2612.4 (kN) Palo lunoo

Verifica

$$\gamma_T = 1.3$$

$$\xi = 1.6$$

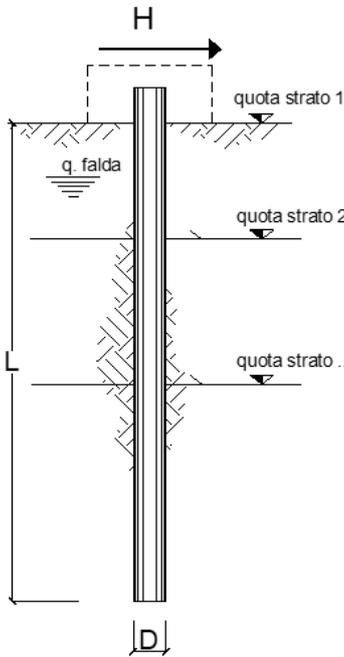
$$\text{Efficienza orizzontale} = 0.659$$

$$H \text{ limite compressione} = 2612 \text{ kN}$$

$$H_{\max} = (2612 / (1.3 \times 1.6)) \times 0.659 = 827 \text{ kN} > 774 \text{ kN} \text{ Verificato in compressione}$$

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 155 di 174

opera **RI03**



strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	Unità 1	100.00	18	8	23.5	2.33	100
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	Unità 2	98.50	19	9	30	3.00	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	Unità 4a	96.50	20	10	21.5	2.16	181
<input checked="" type="checkbox"/> strato 4	Unità 4b	92.50	20	10	22.5	2.24	289
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00	

Quota falda 97 (m)
 Diametro del palo D 1.20 (m)
 Lunghezza del palo L 18.00 (m)
 Momento di plasticizzazione palo My 4822 (kNm)
 Step di calcolo 0.01 (m)

- palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
 (ctrl+r)

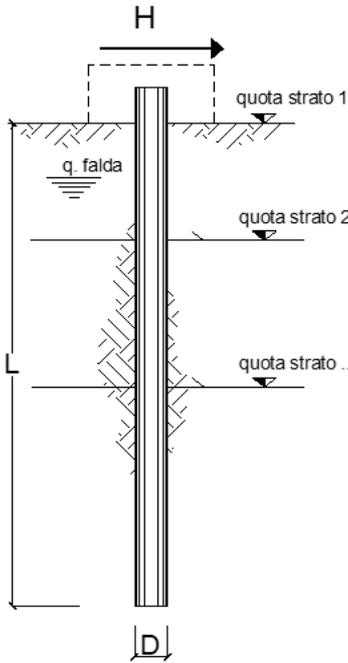
Palo lungo H = 2768.7 (kN)
 Palo intermedio H = 12263.8 (kN)
 Palo corto H = 41571.9 (kN)
Hlim = 2768.7 (kN) Palo lungo

H limite compressione = 2768 kN

$H_{max} = (2768 / (1.3 \times 1.6)) \times 0.659 = 877 \text{ kN} > 613 \text{ kN}$ Verificato in compressione

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 156 di 174

opera **RI03**



strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	Unità 1	100.00	18	8	23.5	2.33	100
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	Unità 2	98.50	19	9	30	3.00	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	Unità 4a	96.50	20	10	21.5	2.16	181
<input checked="" type="checkbox"/> strato 4	Unità 4b	92.50	20	10	22.5	2.24	289
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00	

Quota falda 97 (m)
 Diametro del palo D 1.20 (m)
 Lunghezza del palo L 18.00 (m)
 Momento di plasticizzazione palo M_y 3971 (kNm)
 Step di calcolo 0.01 (m)

palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
 (ctrl+r)

Palo lungo H = 2377.8 (kN)
 Palo intermedio H = 12201.4 (kN)
 Palo corto H = 41571.9 (kN)

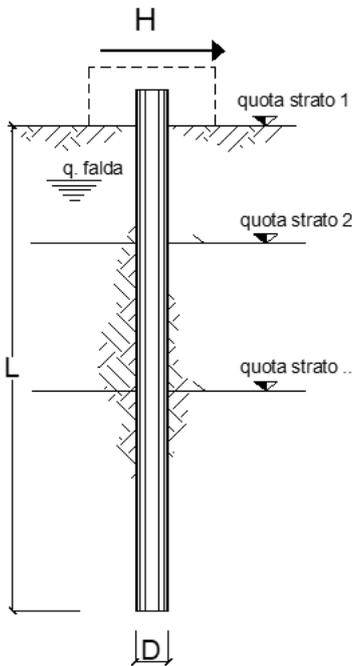
Hlim = 2377.8 (kN) Palo lungo

H limite compressione = 2378 kN

$H_{max} = (2378 / (1.3 \times 1.5)) \times 0.659 = 753 \text{ kN} > 673 \text{ kN}$ Verificato in trazione

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO 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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 157 di 174

opera **RI03**



strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	Unità 1	100.00	18	8	23.5	2.33	100
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	Unità 2	98.50	19	9	30	3.00	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	Unità 4a	96.50	20	10	21.5	2.16	181
<input checked="" type="checkbox"/> strato 4	Unità 4b	92.50	20	10	22.5	2.24	289
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00	

Quota falda	97	(m)
Diametro del palo D	1.20	(m)
Lunghezza del palo L	18.00	(m)
Momento di plasticizzazione palo M_y	4121	(kNm)
Step di calcolo	0.01	(m)

- palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

Palo lungo	H =	2436.4	(kN)
Palo intermedio	H =	12201.4	(kN)
Palo corto	H =	41571.9	(kN)

Hlim = 2436.4 (kN) Palo lungo

H limite = 2436 kN

$H_{max} = (2436 / (1.3 \times 1.5)) \times 0.659 = 771.9 \text{ kN} > 713 \text{ kN}$ Verificato in trazione

Verifica strutturale del palo

Si verifica la sezione con il momento plastico precedentemente utilizzato per la verifica a capacità portante orizzontale e il taglio limite.

Armatura $22\phi 30 + 22 \phi 26$ copriferro netto 6 cm

Armatura taglio 2 staffe a 2 bracci $\phi 16/10$

Sollecitazioni SLE rara

Con una forza orizzontale in sommità di 84 kN (N=2222 kN) si ottiene un momento in sommità di 209 kNm.

Sezione non fessurata

Tensione cls = 2.27 MPa < 10 MPa (0.4 x fck a favore di sicurezza)

Tensione acciaio = 11.08 MPa < 337.5 Mpa

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	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>RI0300 001</td> <td>B</td> <td>158 di 174</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	RI0300 001	B	158 di 174
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	RI0300 001	B	158 di 174								

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.080	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:		360.00	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 60.0 cm
X centro circ.: 0.0 cm
Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	50.9	22	30
2	0.0	0.0	46.5	22	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 16 mm
Passo staffe: 10.0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 160 di 174

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000079196	-0.001251776	----	----
2	0.000000000	0.000066075	-0.000464515	----	----
3	0.000000000	0.000098816	-0.002428963	----	----
4	0.000000000	0.000093334	-0.002100016	----	----

VERIFICHE A TAGLIO E DUTTILITA'

Diam. Staffe: 16 mm
Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 17.5 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = V_y ortogonale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.
Alfa Coeff. di riduzione (efficienza) dell'armatura di confinamento [(7.4.29)NTC-(5.15)EC8]
Owd Rapporto meccanico di armatura staffe nella sola direzione del taglio di cui al primo membro della (7.4.29)NTC
(tri parentesi vi è il 1/2 del rapporto meccanico minimo di normativa riferito quindi alla sola dir. del taglio)

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff	Alfa	Owd
1	S	2612.00	2612.00	5055.61	93.3 79.3	109.2	2.116	1.103	39.8	76.9(0.0)	0.907	0.233(0.040)
2	S	2769.00	2769.00	5007.37	92.7 75.7	109.5	2.196	1.250	42.6	76.9(0.0)	0.907	0.232(0.040)
3	S	2378.00	2378.00	5503.70	94.7 83.7	105.9	2.183	1.000	33.2	76.9(0.0)	0.907	0.241(0.040)
4	S	2436.00	2436.00	5208.56	94.2 82.6	107.2	2.095	1.000	36.0	76.9(0.0)	0.907	0.237(0.040)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.27	0.0	0.0	11.1	0.0	-50.9	----	----	----	----

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 161 di 174

Per la parte inferiore, al di sotto della cerniera plastica (profondità calcolata secondo la teoria di Broms, circa 5m) si modella un palo libero di ruotare e spostarsi soggetto al momento plastico della sezione soprastante (4505 kNm) con molle orizzontali.

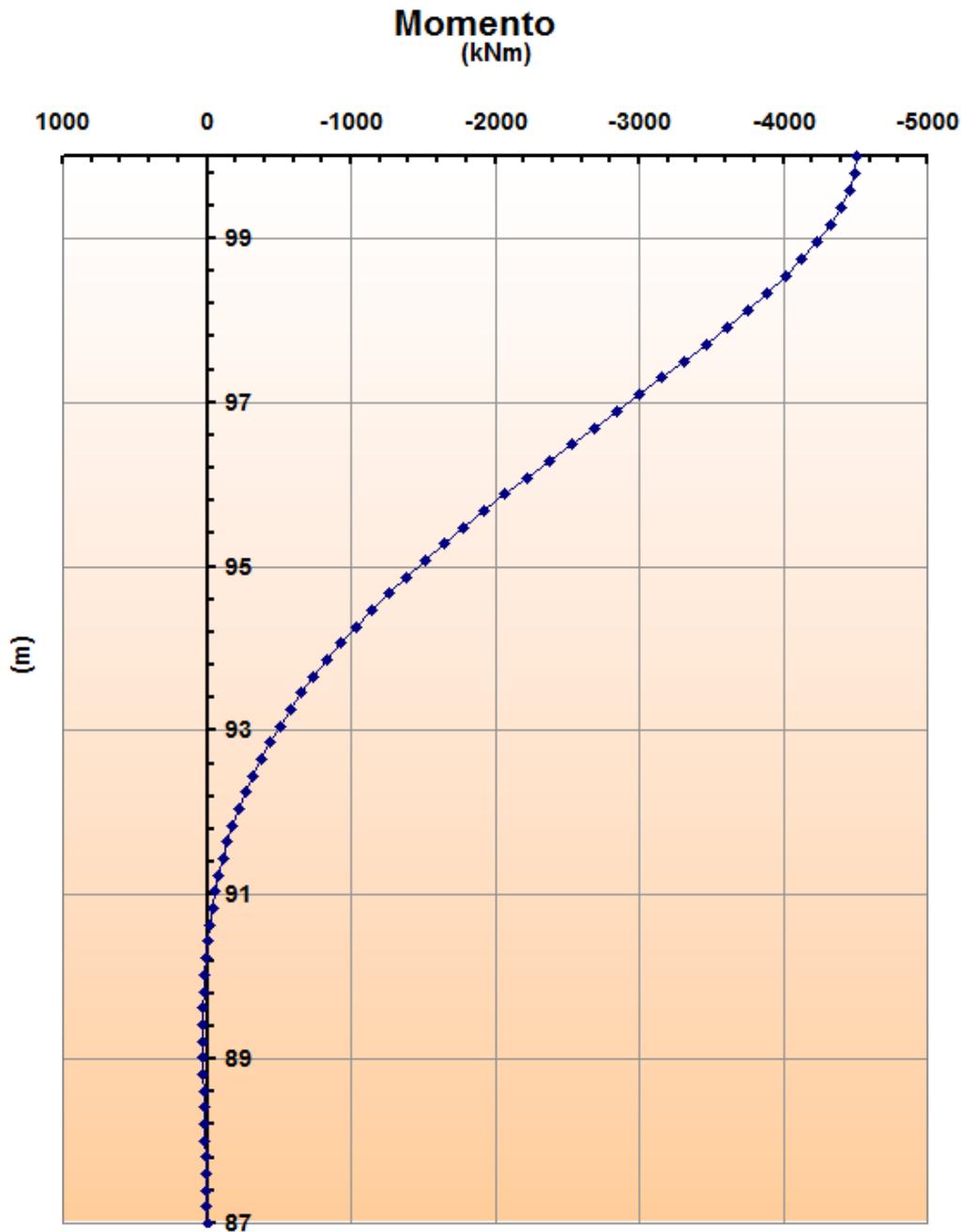


Figura 10 – Diagramma di momento

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		IF28	01	E ZZ CL	RI0300 001	B	162 di 174

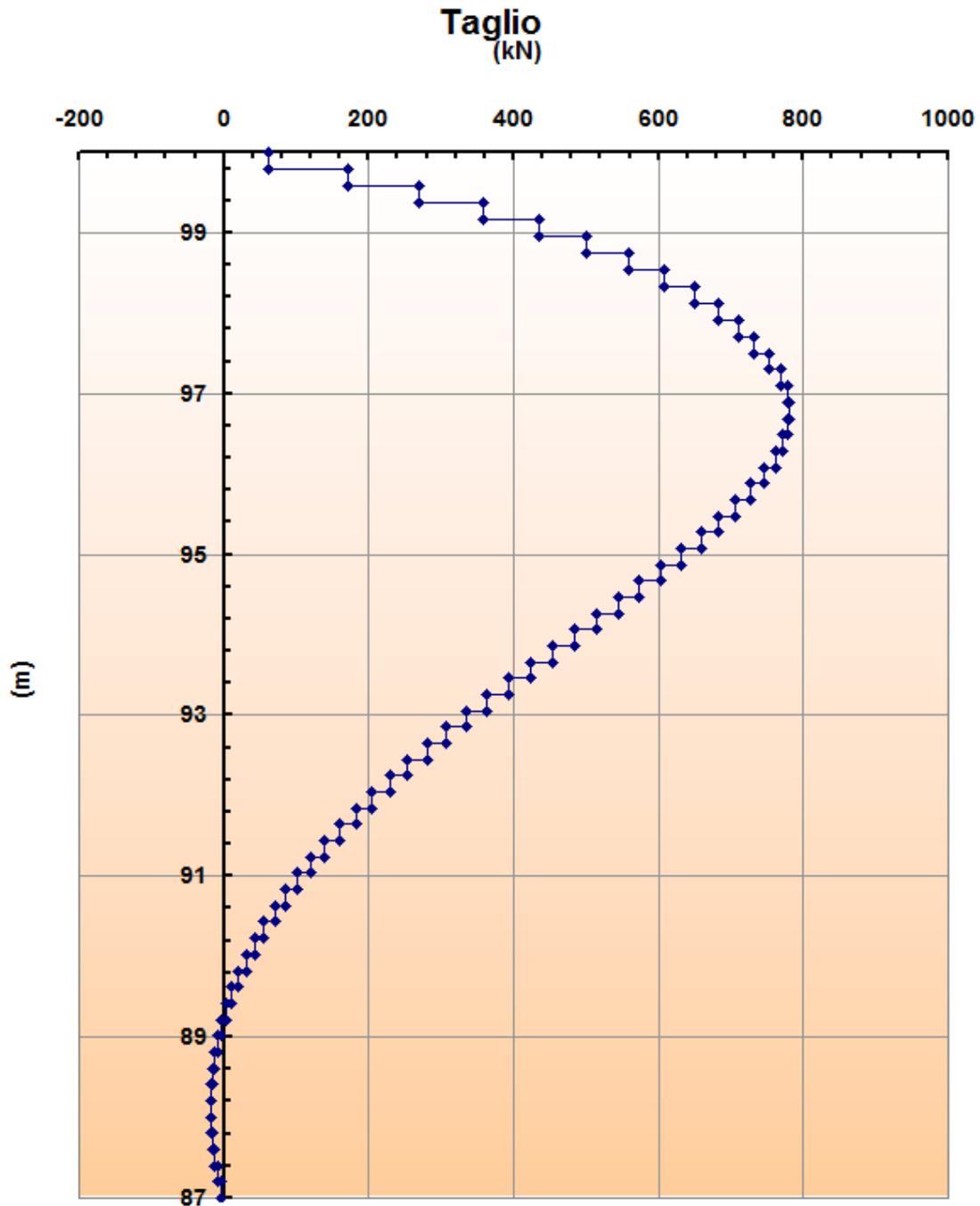


Figura 11 – Diagramma di taglio

In corrispondenza dell'inizio della seconda gabbia di armatura 9 m da sommità palo (5 m profondità cerniera plastica da sommità palo + 4 m, quota grafico 96) si ha un momento di 2220 kNm e taglio 761 kN.

Con un Momento plastico di 4822 kNm si ottiene un momento di 2376 kNm e un taglio di 815 kN.

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	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>RI0300 001</td> <td>B</td> <td>163 di 174</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	RI0300 001	B	163 di 174
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	RI0300 001	B	163 di 174								

Con un Momento plastico di 3971 kNm si ottiene un momento di 1957 kNm e un taglio di 671 kN.

Con un Momento plastico di 4121 kNm si ottiene un momento di 2031 kNm e un taglio di 696 kN.

Si verifica la sezione con 22 +11 ϕ 26 (1.5% della sezione di cls > 1 %) doppie staffe ϕ 14 /24 cm.

Passo massimo delle staffe = 0.6 x 400 = 240 mm (Eurocodice 2 – capitolo 9.5.3)

M rara = 44 kNm

Sezione non fessurata

Tensione cls = 1.79 MPa < 10 MPa (0.4 x fck a favore di sicurezza)

Tensione acciaio = 21.41 MPa < 337.5 Mpa

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.080	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 60.0 cm
X centro circ.: 0.0 cm
Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N° Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 164 di 174

Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	51.3	22	26
2	0.0	0.0	47.6	11	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm
Passo staffe: 24.0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	1647.00	2220.00	761.00
2	4094.00	2376.00	815.00
3	-802.00	1957.00	671.00
4	-176.00	2031.00	696.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	2222.00	44.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	1647.00	2220.00	1647.08	3310.48	1.49175.2(113.1)	
2	S	4094.00	2376.00	4093.93	3745.52	1.58175.2(113.1)	
3	S	-802.00	1957.00	-802.15	2638.34	1.35175.2(113.1)	
4	S	-176.00	2031.00	-175.70	2846.57	1.40175.2(113.1)	

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: Mandatario 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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 165 di 174

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	60.0	0.00274	0.0	51.3	-0.00623	0.0	-51.3
2	0.00350	0.0	60.0	0.00291	0.0	51.3	-0.00409	0.0	-51.3
3	0.00350	0.0	60.0	0.00245	0.0	51.3	-0.00995	0.0	-51.3
4	0.00350	0.0	60.0	0.00255	0.0	51.3	-0.00871	0.0	-51.3

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c, nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000087449	-0.001746944	----	----
2	0.000000000	0.000068152	-0.000589098	----	----
3	0.000000000	0.000120838	-0.003750253	----	----
4	0.000000000	0.000109663	-0.003079789	----	----

VERIFICHE A TAGLIO E DUTTILITA'

Diam. Staffe:	14 mm
Passo staffe:	24.0 cm

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [kN] = V_y ortogonale all'asse neutro
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
d z	Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro Braccio coppia interna [cm] Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm ² /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con $L=lungh.legat.proietta-$ sulla direz. del taglio e $d_{max}=$ massima altezza utile nella direz.del taglio.
Alfa	Coeff. di riduzione (efficienza) dell'armatura di confinamento [(7.4.29)NTC-(5.15)EC8]
Owd	Rapporto meccanico di armatura staffe nella sola direzione del taglio di cui al primo membro della (7.4.29)NTC (tra parentesi vi è il 1/2 del rapporto meccanico minimo di normativa riferito quindi alla sola dir. del taglio)

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff	Alfa	Owd
1	S	761.00	3188.17	1184.63	94.2 81.6	108.4	1.500	1.103	15.9	24.7(0.0)	0.785	0.075(0.040)
2	S	815.00	3433.76	1114.81	93.4 76.8	109.5	1.500	1.250	18.1	24.7(0.0)	0.785	0.074(0.040)

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	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>RI0300 001</td> <td>B</td> <td>166 di 174</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	RI0300 001	B	166 di 174
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	RI0300 001	B	166 di 174								

3	S	671.00	2878.92	1281.35	97.1	88.3	99.8	1.500	1.000	13.0	24.7(0.0)	0.785	0.082(0.040)
4	S	696.00	2905.45	1252.53	96.1	86.3	103.0	1.500	1.000	13.7	24.7(0.0)	0.785	0.079(0.040)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.79	0.0	0.0	21.4	0.0	-51.3	----	----	----	----

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 167 di 174

13 SINTESI ARMATURE

13.1 PALI DI FONDAZIONE

Palo

Diámetro 1.2 m

L 18 m

n°	armatura longitudinale	Lunghezza	Spirale	Lunghezza del palo con spirale (m)
1° gabbia	22 ϕ 30 + 22 ϕ 26	12	ϕ 16/10 + ϕ 16/10	10.5
2° gabbia	22 ϕ 26+11 ϕ 26	9	ϕ 14/24 + ϕ 14/24	7.5

Incidenza 260 kg/m³

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 168 di 174

13.2 SCATOLARE

Si dispongono le armature trasversali di seguito esposte, sintetizzandole in figura.

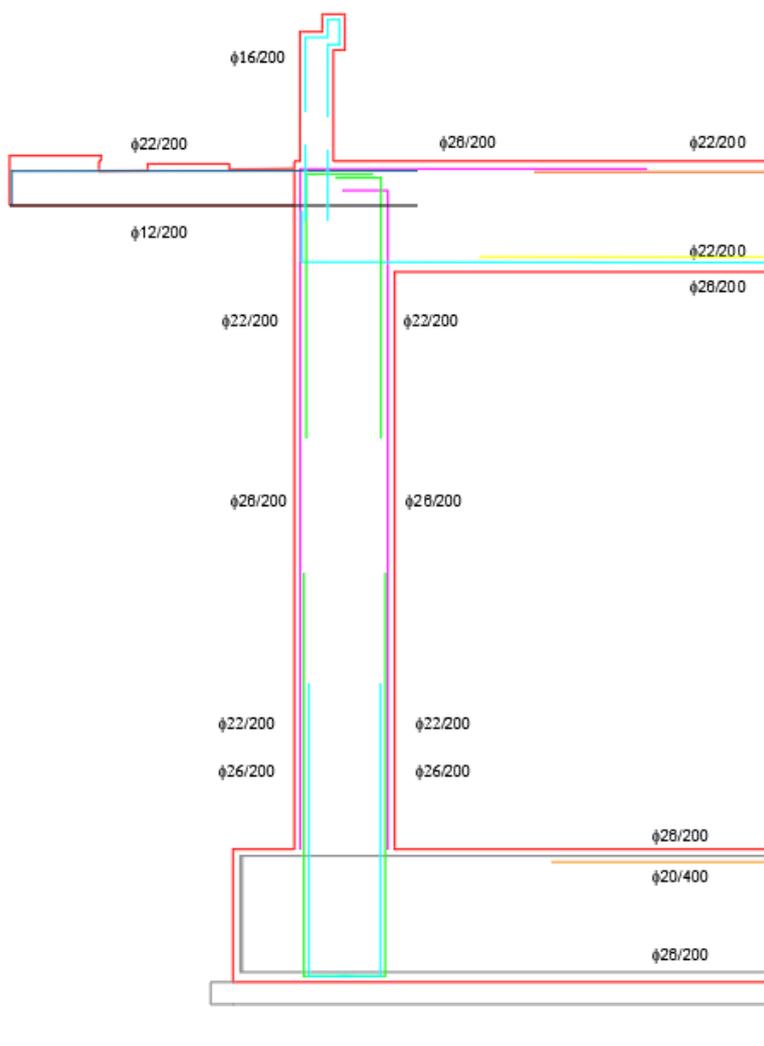


Figura 13-1: Schema indicativo armature sezione corrente scatolare

SOLETTA SUPERIORE: Armatura in direzione trasversale

Attacco piedritti: Superiore: $\Phi 26/200\text{mm}$; Inferiore: $\Phi 26/200\text{mm}$

Mezzeria: Superiore: $\Phi 22/200\text{mm}$; Inferiore: $\Phi 26/200\text{mm} + \Phi 22/200\text{mm}$

Armatura a taglio attacco piedritti: $\Phi 12/200 \times 200$; altrove $\Phi 12/400 \times 400$

SOLETTA SUPERIORE: Armatura in direzione longitudinale

Superiore: $\Phi 16/100\text{mm}$ attacco ai piedritti; $\Phi 16/200\text{mm}$ in mezzzeria;

Inferiore: $\Phi 20/200\text{mm}$ attacco ai piedritti; $\Phi 20/100\text{mm}$ in mezzzeria

SOLETTA SUPERIORE: Armatura in direzione longitudinale nei nodi

$6\Phi 24 + 3\Phi 16$

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 RI0300 001	REV. B	FOGLIO 169 di 174

SBALZO: Armatura in direzione trasversale

Superiore: $\Phi 22/200\text{mm}$;

Inferiore: $\Phi 12/200\text{mm}$

SBALZO: Armatura in direzione longitudinale

Superiore: $\Phi 12/200\text{mm}$;

Inferiore: $\Phi 12/200\text{mm}$

PIEDRITTI: Armatura trasversale

Attacco soletta inferiore: Esterna: $\Phi 26/200 + \Phi 22/200\text{mm}$; Interna: $\Phi 26/200 + \Phi 22/200\text{mm}$

Mezzeria piedritto: Esterna: $\Phi 26/200\text{mm}$; Interna: $\Phi 26/200\text{mm}$

Attacco soletta superiore: Esterna: $\Phi 26/200\text{mm}$; Interna: $\Phi 26/200\text{mm}$

Armatura a taglio: $\Phi 12/200 \times 200$ all'attacco con la soletta superiore e all'attacco con la soletta di fondazione; $\Phi 12/400 \times 200$ altrove;

PIEDRITTI: Armatura longitudinale

$2 + 2\Phi 16/200\text{mm} + 2\Phi 12/200\text{mm}$ per i primi 2.0m

$2\Phi 16/200\text{mm} + 1\Phi 12/200\text{mm}$ nella parte centrale del piedritti

$2\Phi 16/200\text{mm}$ nella parte superiore del piedritto

SOLETTA INFERIORE: Armatura in direzione trasversale

Attacco piedritti: Superiore: $\Phi 26/200\text{mm}$; Inferiore: $\Phi 26/200\text{mm}$

Mezzeria: Superiore: $\Phi 26/200\text{mm} + \Phi 20/400\text{mm}$; Inferiore: $\Phi 26/200\text{mm}$

Armatura a taglio attacco piedritti : $\Phi 12/200 \times 200$

Armatura a taglio altrove : $\Phi 12/400 \times 400$

SOLETTA INFERIORE: Armatura in direzione longitudinale

Superiore in corrispondenza dei pali centrali: $\Phi 20/100\text{mm}$

Superiore altrove: $\Phi 20/200\text{mm}$

Inferiore: $\Phi 20/200\text{mm}$

Incidenza:

RI03 MONOCANNA - SEZIONE CORRENTE		
FONDAZIONE	150	kg/m^3
PIEDRITTI	165	kg/m^3
SOLETTA	130	kg/m^3

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	IF28	01	E ZZ CL	RI0300 001	B	170 di 174

14 APPENDICE 1

14.1 ANALISI DINAMICA SPETTRALE: CONFRONTO CON ANALISI STATICA EQUIVALENTE

Vengono riportate di seguito le mappe delle sollecitazioni flettenti per la soletta superiore e per i piedritti al fine di confrontare le sollecitazioni ottenute con l'analisi statica equivalente e con l'analisi dinamica lineare.

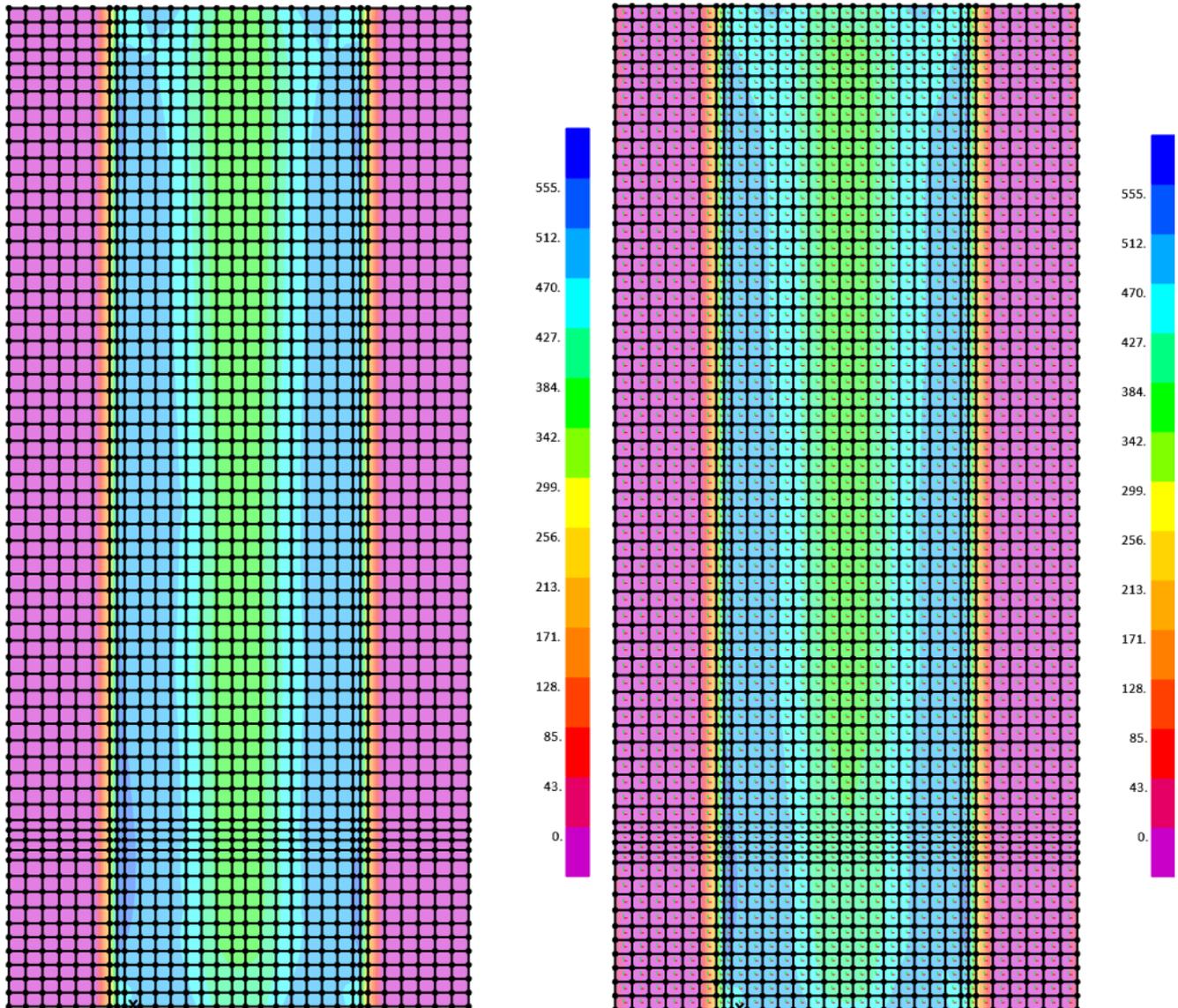


Figura 14-1 – Soletta superiore attacco ai piedritti - Involuppo Momento flettente positivo M11 (trasversale) – A sinistra risultati per analisi statica equivalente e a destra risultati per analisi dinamica lineare

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 IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0300 001	REV. B	FOGLIO 171 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

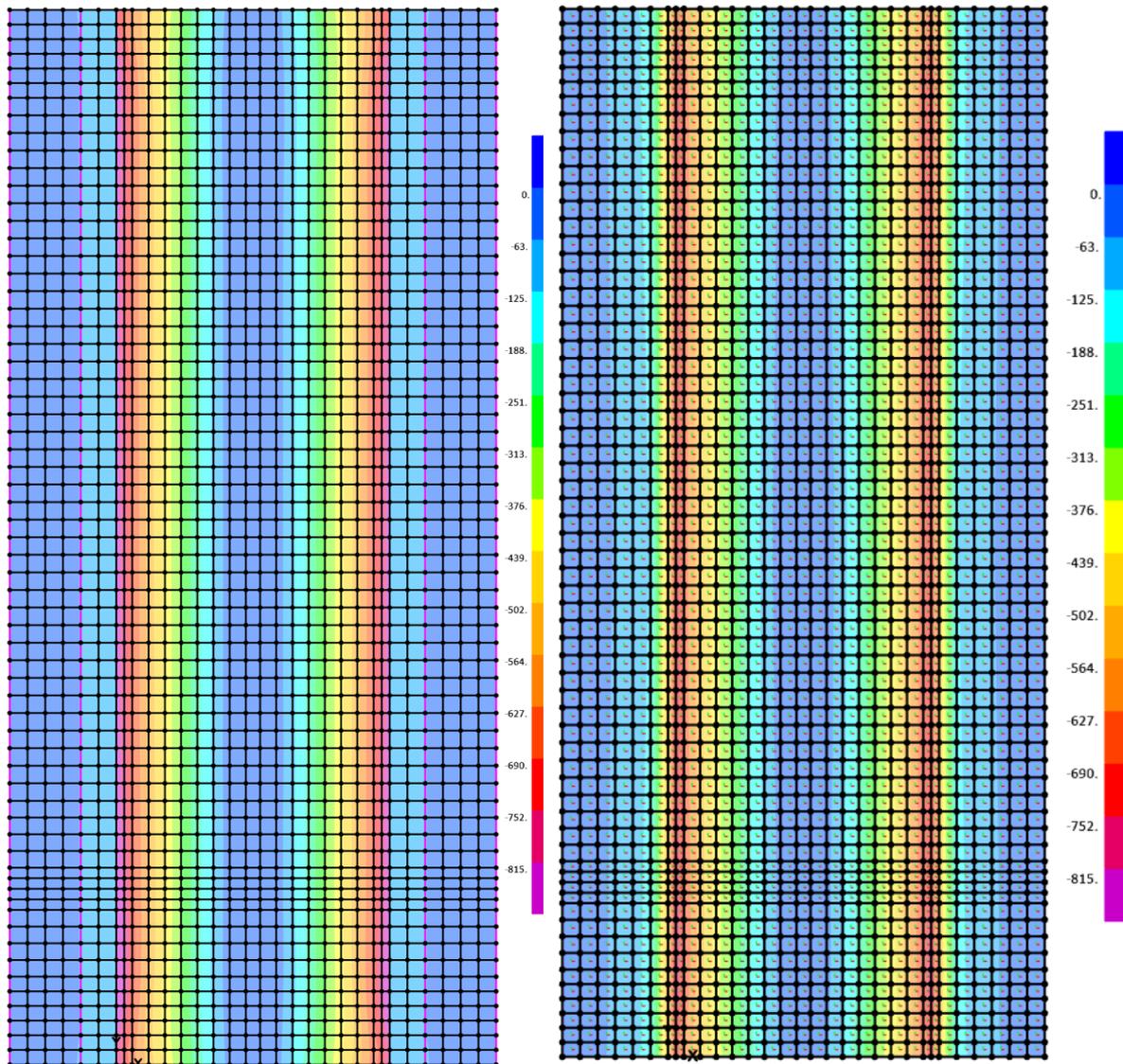


Figura 14-2 – Soletta superiore attacco ai piedritti - Involuppo Momento flettente negativo M11 (trasversale) – A sinistra risultati per analisi statica equivalente e a destra risultati per analisi dinamica lineare

Come è possibile constatare dalle mappe sopra riportate, le sollecitazioni flettenti ottenute nei due modelli confrontati sono circa uguali e valgono $M+ \approx 555$ kNm con fibre tese interne ed $M- \approx 815$ kNm con fibre tese esterne.

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 IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0300 001	REV. B	FOGLIO 172 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

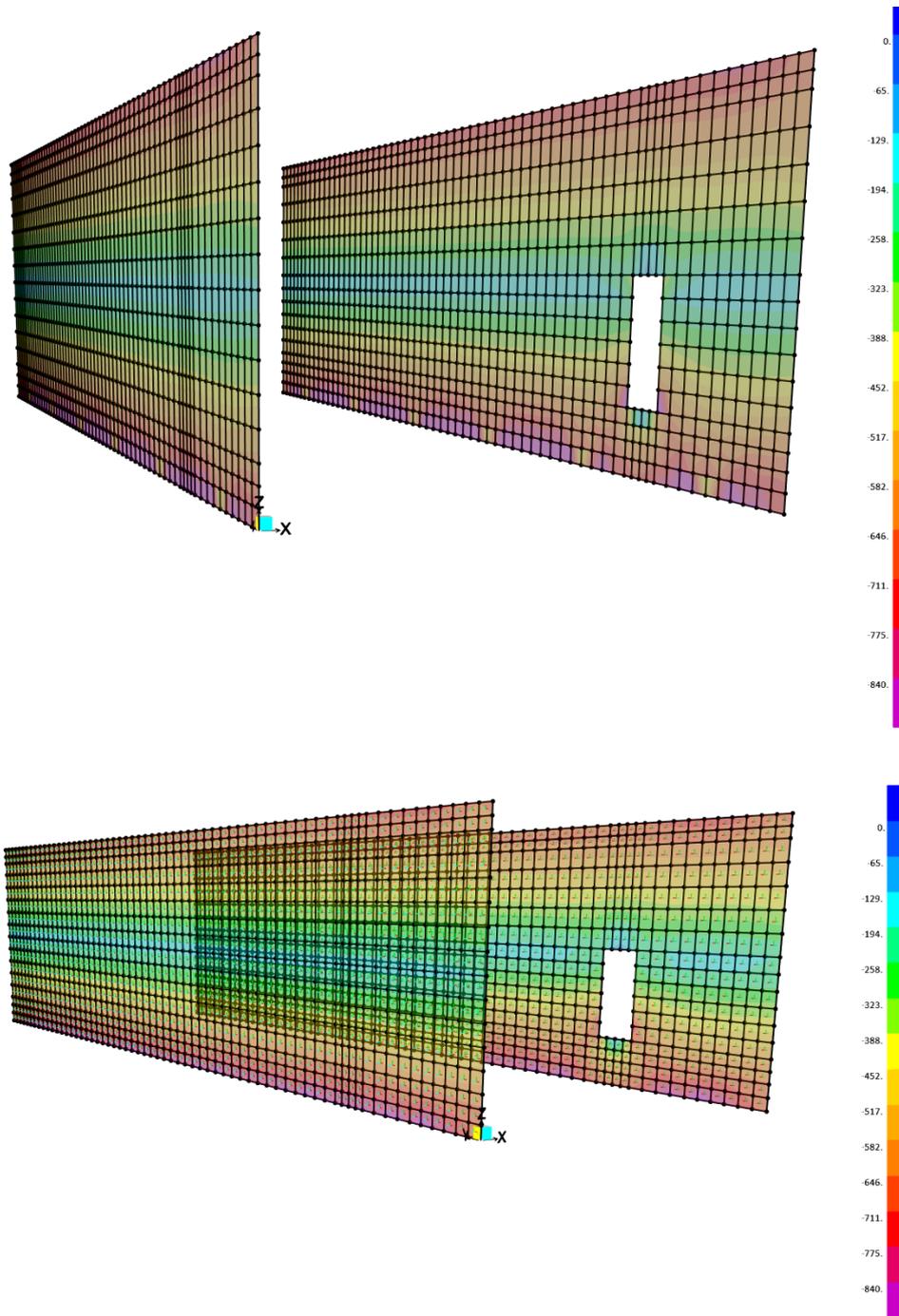


Figura 14-3 – Piedritti - Inviluppo Momento flettente negativo M_{22} (trasversale) – Nell'immagine superiore sono riportati i risultati per analisi statica equivalente e nell'immagine inferiore i risultati per analisi dinamica lineare

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 IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI0300 001	REV. B	FOGLIO 173 di 174
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

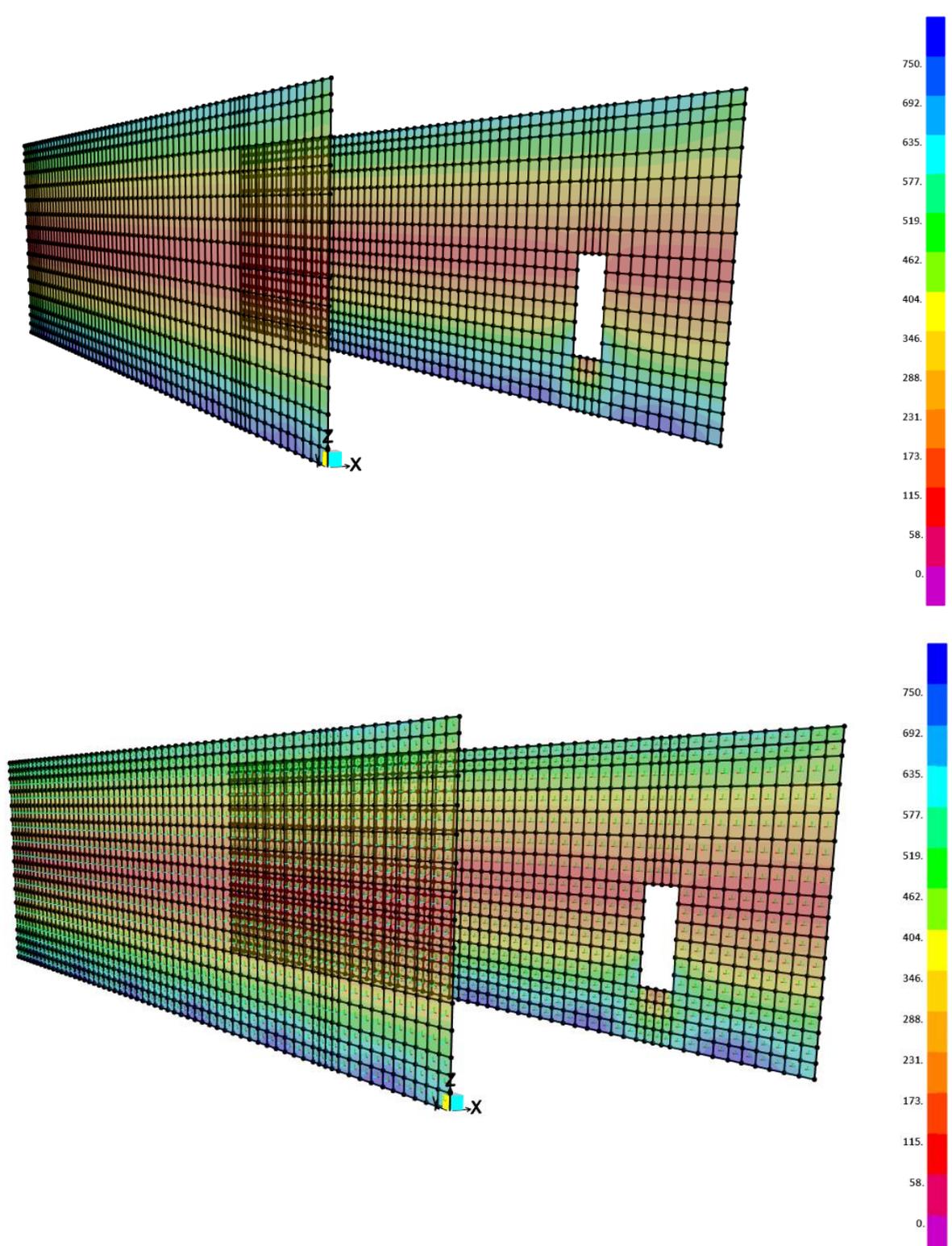


Figura 14-4 – Piedritti - Involuppo Momento flettente positivo M_{22} (trasversale) – Nell’immagine superiore sono riportati i risultati per analisi statica equivalente e nell’immagine inferiore i risultati per analisi dinamica lineare

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.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>RI0300 001</td> <td>B</td> <td>174 di 174</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	RI0300 001	B	174 di 174
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	RI0300 001	B	174 di 174													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo																		

Analogamente ai risultati ottenuti per la soletta superiore, anche per i piedritti, le sollecitazioni flettenti ottenute nei due modelli confrontati sono circa uguali e valgono $M+ \approx 750$ kNm (fibre tese interne) ed $M- \approx 840$ kNm (fibre tese esterne).

Dal confronto tra l'analisi dinamica lineare e l'analisi statica equivalente si evince che le sollecitazioni in direzione trasversale ottenute sulla struttura sono analoghe con entrambe le metodologie di analisi utilizzate. La risposta sismica della struttura in esame dipende fondamentalmente dal primo modo di vibrare in direzione trasversale che ha un periodo di 0.39s ed eccita l'88% della massa totale in tale direzione (l'accelerazione è sul *plateau*). Pertanto, in accordo al paragrafo 7.3.2 delle NTC 2008, l'azione sismica può essere eseguita tramite un'analisi statica lineare.