

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

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

RI57 – PIAZZALE GA MELITO

VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. A. Busillo 31/07/2023	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	V	ZZ	CL	RI5700	001	B	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	C 16.00 - Emissione	N. Valimberti	30/11/2022	R. Zanon	30/11/2022	A. Callerio	30/11/2022	R. Zanon
B	Revisione a seguito istruttoria	N. Valimberti	31/07/2023	R. Zanon	31/07/2023	A. Callerio	31/07/2023	
								31/07/2023

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 2 di 368

Indice

1	PREMESSA	7
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	9
2.1	NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	9
2.2	DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO.....	9
2.3	BIBLIOGRAFIA	10
2.4	SOFTWARE	11
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	12
3.1	CALCESTRUZZO.....	12
3.1.1	CALCESTRUZZO MAGRO PER GETTI DI LIVELLAMENTO	12
3.1.2	CALCESTRUZZO PALI E CORDOLI.....	12
3.1.3	CALCESTRUZZO MURO E TIRANTI	12
3.1.4	CALCESTRUZZO SOLETTA DI FONDAZIONE	13
3.2	ACCIAIO.....	14
3.2.1	ACCIAIO DI ARMATURA - BARRE.....	14
4	INQUADRAMENTO DEL SITO E DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	15
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	19
6	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	21
6.1	VITA NOMINALE.....	21
6.2	CLASSE D'USO	21
6.3	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA	21
6.4	CATEGORIE DI SOTTOSUOLO.....	22
6.5	CONDIZIONI TOPOGRAFICHE.....	22
6.6	AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO.....	22
7	ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO.....	23
7.1	AZIONI PERMANENTI.....	23
7.1.1	PESO PROPRIO	23
7.1.2	SPINTA DELLE TERRE	23
7.2	AZIONI VARIABILI.....	23
7.2.1	SOVRACCARICHI	23
7.3	AZIONE SISMICA	23
7.3.1	ACCELERAZIONE EQUIVALENTE DI PROGETTO	23
7.4	FALDA DI PROGETTO	24

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 3 di 368

8	VERIFICHE AGLI STATI LIMITI	25
9	METODO DI ANALISI.....	28
9.1	ANALISI DI STABILITÀ GLOBALE - VERSANTE	28
9.1.1	STABILITÀ GLOBALE – CALIBRAZIONE MODELLO SENZA INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE.....	28
9.1.2	BACK-ANALYSIS	28
9.2	ANALISI DI STABILITÀ GLOBALE – OPERE DI SOSTEGNO.....	29
9.3	ANALISI PRELIMINARE DELL'EFFETTO STABILIZZANTE DEI SETTI DI PALI	30
9.4	ANALISI DI INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA – MODELLO FEM 3D	33
9.5	ANALISI PARATIE.....	36
9.6	ANALISI STRUTTURALI MURO DI SOSTEGNO E TRAVI TIRANTE	38
9.6.1	ANALISI DEI CARICHI.....	38
10	CRITERI DI VERIFICA.....	40
10.1	VERIFICHE GEOTECNICHE	40
10.1.1	VERIFICA DEI SETTI DI PALI	40
10.1.2	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE.....	40
10.2	VERIFICHE STRUTTURALI	40
10.2.1	VERIFICHE PER GLI STATI LIMITE ULTIMI A FLESSIONE-PRESSOFLESSIONE ED A TRAZIONE.....	41
10.2.2	VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI A TAGLIO	41
10.2.3	VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI DELLE LASTRE (UNI EN 1992-2)	43
11	VERIFICA STABILITÀ GLOBALE – SENZA INTERVENTI	48
12	DEFINIZIONE REAZIONI STABILIZZANTI DA BACK-ANALYSIS	51
12.1	BACK-ANALYSIS – STEP 1.....	52
12.2	BACK-ANALYSIS – STEP 2.....	53
13	PREDIMENSIONAMENTO GEOTECNICO DEI SETTI	54
14	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA GEOTECNICA DEI SETTI DI PALI – MODELLO FEM 3D	56
14.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO	56
14.2	MODELLO FASE I	61
14.3	MODELLO FASE II	63
14.4	VERIFICA STABILITÀ DEI SETTI DI PALI – SLU (GEO)	65
14.5	APPROFONDIMENTI.....	69
14.5.1	MECCANISMO STABILIZZANTE SETTI DI PALI – OTTIMIZZAZIONE LUNGHEZZA	69
14.5.2	VALUTAZIONE SPOSTAMENTI PALI E TERRENO	70
14.5.3	VALUTAZIONE DELLE AZIONI GENERALIZZATE AGENTI SU OGNI PALO – OTTIMIZZAZIONE ARMATURA PALI	71

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 4 di 368

14.5.4	VALUTAZIONE DELL'EFFICACIA DELL'EFFETTO DI TRASCINAMENTO.....	73
14.5.5	CONFRONTO ANALISI BT E LT.....	78
14.5.6	VERIFICA PALI PER SCOSTAMENTO DIREZIONE SPOSTAMENTO FRANA E DIREZIONE PALIFICATA.....	79
15	DETERMINAZIONE DELLE AZIONI PROVENIENTI DALLE ANALISI DI STABILITÀ SUI PALI DI FASE I E I PALI DI FASE II.....	83
15.1	SOLLECITAZIONI SUI PALI DI FASE I.....	83
15.2	SOLLECITAZIONI SUI PALI DI FASE II.....	86
16	VERIFICA INTERVENTO SOIL-NAILING SCAVO PIAZZALE RI57.....	89
16.1	SEZIONE 1 (H _{MAX} = 8.7 M).....	91
16.2	SEZIONE 2 (H _{MAX} = 12.3 M).....	92
17	VERIFICA MURO DI SOSTEGNO PIAZZALE RI57.....	93
17.1	SEZIONE 1 (H _{MAX} = 8.7 M).....	96
17.1.1	VERIFICA PARETE.....	102
17.1.2	VERIFICA SOLETTA DI FONDAZIONE.....	113
17.1.3	VERIFICA CORDOLO.....	124
17.1.4	VERIFICA TIRANTE.....	131
17.2	SEZIONE 2 (H _{MAX} = 12.16 M).....	139
17.2.1	VERIFICA PARETE.....	145
17.2.2	VERIFICA SOLETTA DI FONDAZIONE.....	156
17.2.3	VERIFICA CORDOLO.....	167
17.2.4	VERIFICA TIRANTE.....	174
18	DETERMINAZIONE DELLE AZIONI PROVENIENTI DAL DIMENSIONAMENTO DEL MURO DI SOSTEGNO SUI PALI DI FASE I E SUI PALI DI FASE II.....	183
18.1	PALI DI MONTE – MURO RI57.....	184
18.2	PALO DI VALLE – MURO RI57.....	186
19	STABILITÀ GEOTECNICA E DIMENSIONAMENTO DELLA PARATIA DI VALLE DEL PIAZZALE RI57.....	188
19.1	MODELLO E FASI DI CALCOLO DELLA PARATIA.....	189
19.2	RISULTATI.....	191
19.2.1	STABILITÀ GLOBALE.....	191
19.2.2	MOMENTO FLETTENTE E TAGLIO.....	192
19.2.3	SPOSTAMENTO.....	197
19.2.4	SPINTE SUL PARAMENTO.....	198
19.2.5	REAZIONE NEL VINCOLO.....	200
19.3	VERIFICHE GEO.....	205

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 5 di 368

19.4	VERIFICHE SLU (STR) E SLE ARMATURA DEI PALI	205
19.4.1	VERIFICHE	208
19.5	VERIFICHE SLU (STR) E SLE ARMATURA DELLA TRAVE DI COLLEGAMENTO.....	220
19.5.1	VERIFICHE	220
19.6	VERIFICHE SLU (STR) E SLE ARMATURA DEL TIRANTE.....	228
19.6.1	VERIFICHE	228
20	DIMENSIONAMENTO DELLE ARMATURE DEI PALI	236
20.1	VERIFICHE SLU (STR) ARMATURA DEI PALI FASE II – LATO VALLE	236
20.1.1	MOMENTO FLETTENTE	241
20.1.2	TAGLIO.....	242
20.1.3	VERIFICHE	243
20.2	VERIFICHE SLU (STR) ARMATURA DEI PALI FASEII – CENTRO.....	251
20.2.1	MOMENTO FLETTENTE	255
20.2.2	TAGLIO.....	256
20.2.3	VERIFICHE	257
20.3	VERIFICHE SLU (STR) ARMATURA DEI PALI FASEII – MURO	265
20.3.1	MOMENTO FLETTENTE	270
20.3.2	TAGLIO.....	271
20.3.3	VERIFICHE	272
20.4	VERIFICHE SLU (STR) ARMATURA DEI PALI FASEI – MURO	287
20.4.1	MOMENTO FLETTENTE	292
20.4.2	TAGLIO.....	293
20.4.3	VERIFICHE	294
20.5	VERIFICHE SLU (STR) ARMATURA DEI PALI FASEI	309
20.5.1	DIAGRAMMI COPERTURA DELLE AZIONI SOLLECITANTI.....	313
20.5.2	VERIFICHE	316
20.6	VERIFICHE SLU (STR) ARMATURA DEL CORDOLO PALI FASE I	350
21	CALCOLO DELLE INCIDENZE DELLE ARMATURE.....	354
21.1	INCIDENZA DEI PALI DELLA PARATIA DI VALLE	354
21.2	INCIDENZA DEI PALI FASEII – LATO VALLE.....	355
21.3	INCIDENZA DEI PALI FASEII – CENTRO	356
21.4	INCIDENZA DEI PALI FASEII – MURO	357
21.5	INCIDENZA DEI PALI FASEI – MURO	359
21.6	INCIDENZA DEI PALI FASEI – PALI 9-15.....	361
21.7	INCIDENZA DEI PALI FASEI – PALI 2-8.....	362
21.8	INCIDENZA DEI PALI FASEI – PALO 1	363
21.9	INCIDENZA DELLA TRAVE DELLA PARATIA DI VALLE	365

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="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center; width: 15%;">LOTTO</td> <td style="text-align: center; width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center; width: 15%;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center; width: 15%;">REV.</td> <td style="text-align: center; width: 15%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">RI5700 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">6 di 368</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	6 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	6 di 368												
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - <u>Tratta</u> all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																	

21.10 INCIDENZA DEL TIRANTE DELLA PARATIA DI VALLE.....	365
21.11 INCIDENZA DEL CORDOLO PALI FASE I (PALI 1 – 15).....	366
21.12 ARMATURE MURI H=8.70 M	367
21.13 ARMATURE MURI H=12.16 M	368

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="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;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">RI5700 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">7 di 368</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	7 di 368													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																		

1 PREMESSA

Nella presente relazione si illustrano i calcoli per il dimensionamento delle opere di mitigazione dei movimenti franosi e delle opere di sostegno relative al piazzale RI57 previste nell'ambito della progettazione esecutiva di Variante 28 inclusa nel raddoppio del I° lotto funzionale Apice-Hirpinia della tratta Apice – Orsara (itinerario Napoli – Bari).

Il piazzale RI57 sorgerà in un complesso contesto geomorfologico caratterizzato, tra le altre cose, dalla presenza di depositi di frana profondi. Al fine di mitigare gli effetti del movimento franoso profondo individuato e definito tramite le indagini e il monitoraggio previsto durante il Progetto Definitivo e il Progetto Esecutivo (Doc. Rif. [18]), oltre a prevedere un sistema di drenaggio profondo e distribuito lungo il versante, si sono progettati dei setti strutturali (o "rostri") costituiti da file di pali orientate nel verso della massima pendenza del pendio. I pali così realizzati forniscono attraverso la superficie laterale la resistenza necessaria a stabilizzare il sistema di forze volume di frana in lento scorrimento. Il loro posizionamento è tale da non ostacolare il deflusso delle acque verso valle, evitando così di creare barriere impermeabili con conseguente incremento della pressione interstiziale a monte di quest'ultimi che porterebbe alla riduzione della resistenza e di conseguenza del fattore di sicurezza nei confronti di meccanismi di instabilità globale.

Il piazzale RI57 risulta costituito dalle seguenti opere:

- Fabbricati tecnologici e vasca di accumulo, che non subiscono modifiche rispetto al Progetto Esecutivo;
- Opere di mitigazione del movimento franoso di FASE I e di FASE II, che saranno realizzate da setti costituiti da file di pali;
- Opera di sostegno a monte del piazzale, che sarà realizzata da un muro collegato ai pali dei setti;
- Opera di sostegno a valle del piazzale, che sarà realizzata da una paratia di pali.

Si veda la planimetria in Figura 1-1.

Nel seguito si mostrano le assunzioni dei calcoli e si discutono i risultati relativi alle opere sopra elencate, la cui geometria è illustrata in dettaglio negli elaborati di progetto (Doc. Rif. [22], [23], [24], [25], [26], [27], [28] e [29]) e descritta sinteticamente nel Capitolo 4.

APPALTATORE:
Conorzio Soci
HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A

PROGETTAZIONE:
Mandatara Mandanti
ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE
VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - **Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	8 di 368

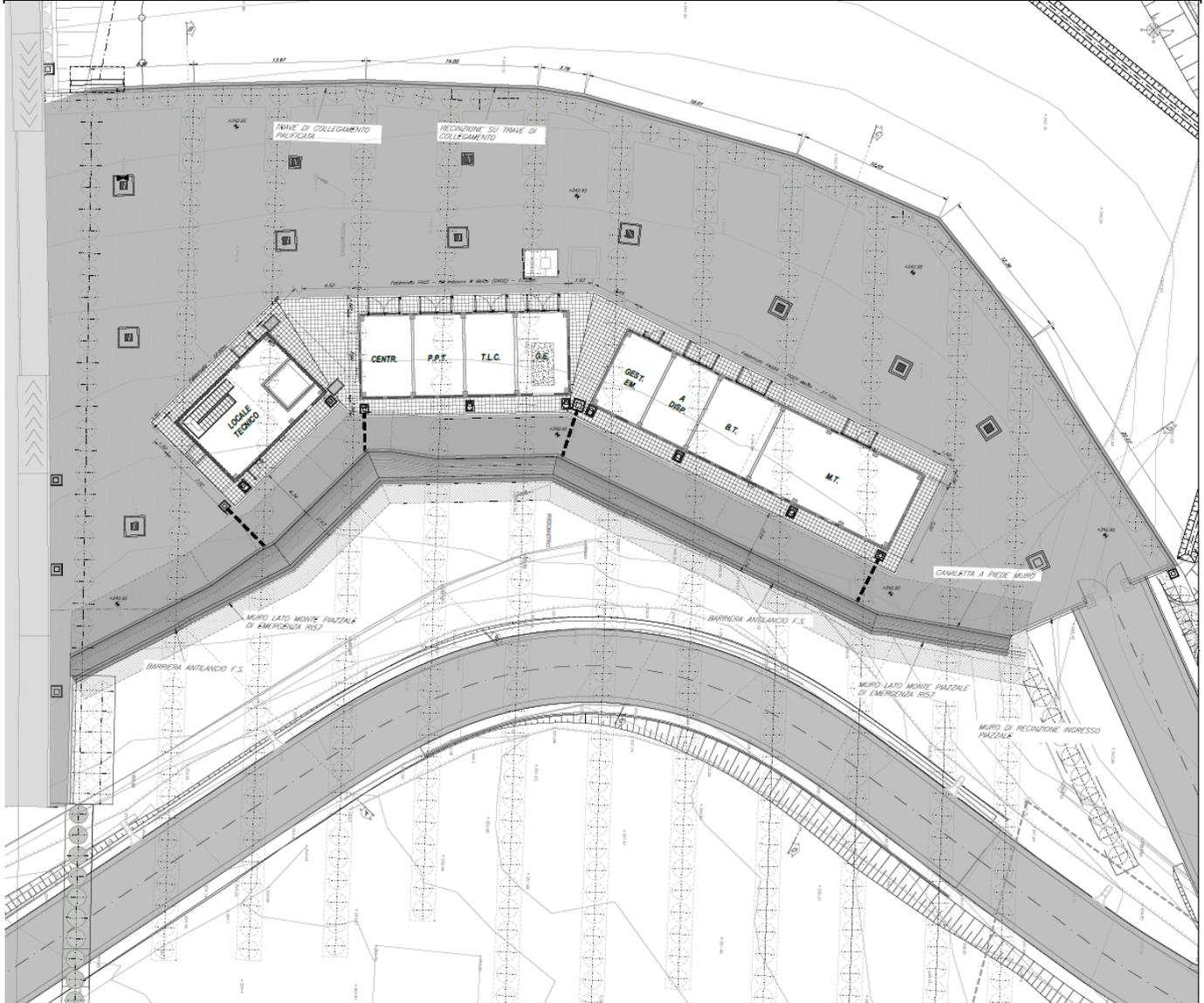


Figura 1-1 – Vista in pianta delle opere Piazzale RI57 (Doc. Rif. [22])

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 9 di 368

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le opere descritte nella presente relazione sono state progettate con riferimento alle seguenti Normative nazionali ed internazionali:

- [1] Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: "Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", G.U. n.29 del 04.02.2008
- [2] Circolare 01/02/2009, n.617 – Istruzione per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008
- [3] DM 06/05/2008 – "Integrazione al DM 14/01/2008 di approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- [4] UNI EN 1990:2006 - Criteri generali di progettazione strutturale
- [5] UNI EN 1991-1-1:2006 - Azioni sulle strutture
- [6] UNI EN 1992-1-1:2005 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo
- [7] UNI EN 1993-1-1:2007 - Progettazione delle strutture in acciaio
- [8] UNI EN 1997-1:2005 - Progettazione geotecnica
- [9] UNI EN 1998-5:2005 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica
- [10] UNI 11104:2016 - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206
- [11] UNI EN 206:2016 - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- [12] UNI EN 13670:2010 - Esecuzione di strutture di calcestruzzo
- [13] CIRIA C760 Guidance on embedded retaining wall design.
- [14] 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.
- [15] RFI DTC SI MA IFS 001 A – Manuale di progettazione delle opere civili
- [16] RFI DTC SI SP IFS 001 A – Capitolato generale tecnico d'appalto delle opere civili

2.2 DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

- [17] Criteri di calcolo per lo sviluppo del Progetto di Variante VI03 – Lato Bari (18/07/22, Consorzio/ATI/ITF)
- [18] IF2701CZZRHOC0101007B Report interpretativo monitoraggio geotecnico con evidenze geomorfologiche
- [19] IF2801VZZRHOC0101281A Relazione Geotecnica Generale
- [20] IF2801VZZRHOC0101282A Modellazione numerica di flusso per la verifica delle soluzioni progettuali di drenaggio del corpo di frana
- [21] IF2801EZZRBOC0100001B Relazione Geotecnica Generale
- [22] IF2801VZZPARI5700001A Planimetria di progetto
- [23] IF2801VZZBARI5700281A Tracciamento pali 1/2
- [24] IF2801VZZBARI5700282A Tracciamento pali 2/2

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 10 di 368

[25] IF2801VZZP8VI0300282A Opere di stabilizzazione e drenaggio – Fasi costruttive

[26] IF2801VZZFARI5700281A Sezioni longitudinali pali 1/2

[27] IF2801VZZBARI5700283A Tracciamento soil-nailing

[28] IF2801VZZBZRI5700002A Sviluppata muro

[29] IF2801VZZB9RI5700281A Sviluppata intervento a valle del piazzale

2.3 BIBLIOGRAFIA

[30] Bond A., Harris A. (2008) "Decoding Eurocode 7", London, Taylor & Francis, 616pp.

[31] Bowles J. (1997) , "Foundation Analysis Design", McGraw-Hill, Singapore.

[32] Caquot A., Kerisel J. (1948), "Tables for the calculation of passive pressure, active pressure and bearing capacity of foundations", Paris, France: Gauthier-Villars

[33] Duncan J.M., Chang C.Y. (1970), "Nonlinear analysis of stress and strain in soil", ASCE J. Of the Soil Mech. And Found. Div., 96, 129-1653.

[34] Janbu N. (1973), "Slope stability computations", Casagrande Volume. Embankment Dam Engineering. John Wiley & Sons ed.

[35] Kourkoulis R. et al. (2012) "Hybrid method for analysis and design of slope stabilizing piles." *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering* 138.1 1-14.

[36] Kulhaway, F.H. et al. (1983), "Transmission line structure foundations for uplift-compression loading", Report EL-2870, Electric Power Research Institute, Palo Alto, California.

[37] Lancellotta R. (1991), "Geotecnica" – Edizioni Zanichelli.

[38] Lancellotta R. Calavera J. (1999), "Fondazioni", McGraw-Hill Libri Italia, Milano.

[39] Mononobe N., and Matuo H. (1929), "On the determination of earth pressure during earthquakes", Proceedings of World Engineering conference, Vol.9.

[40] NAVFAC (1982), "Foundations and earth Structures. Design manual 7.2". Department of the Navy, Naval Facilities Engineering Command.

[41] Okabe S. (1926) "General theory of earth pressure", Journal, Japanese Society of Civil engineers, Vol.12, No.1.

[42] Seed, H.B. and Whitman, R.V. (1970), "Design of earth retaining structures for dynamic loads", Proceedings, ASCE Specialty Conference on Lateral Stresses in the Ground and Design of Earth Retaining Structures. 103-147.

[43] Taylor, D.W. (1948), "Fundamental of soil mechanics", John Wiley, New York.

[44] Terzaghi, K. And Peck, R. and Mesri, G. (1996), "Soil mechanics in Engineering practice", 3rd edition, John Wiley & Sons Inc., Canada.

[45] Tomlinson, M. and Woodward, J. (2008), "Pile design and construction practice", 5th edition, Taylor & Francis Group, London.

[46] Viggiani, C. (1999), "Fondazioni", Helvius Edizioni, Benevento.

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="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;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">RI5700 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">11 di 368</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	11 di 368													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																		

[47] Wood ,D.M. (1990), "Soil behaviour and critical state soil mechanics", Cambridge University Press, United States of America.

2.4 SOFTWARE

- [48] Manuale Slide7 – Rocscience (www.rocscience.com)
- [49] Manuale PLAXIS 3D – (<https://communities.bentley.com/products>)
- [50] Manuale Paratie Plus – Harpaceas (www.harpaceas.it)
- [51] Manuale RC-SEC GEOSTRU – (<http://help.geostru.eu/rc-sec/it/index.html>)
- [52] Manuale SAP 2000 – (<https://www.csi-italia.eu/software/sap2000>)

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 12 di 368

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

3.1 CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo, secondo quanto previsto dalle Norme tecniche, deve essere prodotto da impianti dotati di un sistema di controllo permanente della produzione, certificato da un organismo terzo indipendente riconosciuto. È compito della Direzione Lavori accertarsi che i documenti di trasporto indichino gli estremi della certificazione. Nel caso in cui il calcestruzzo sia prodotto in cantiere occorre che, sotto la sorveglianza della Direzione Lavori, vengano prequalificate le miscele da parte di un laboratorio ufficiale (di cui all'art. 59 del DPR 380/2001).

Relativamente alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione il calcestruzzo verrà individuato mediante la simbologia C (X/Y) dove X è la resistenza caratteristica a compressione misurata su provini cilindrici (f_{ck}) con rapporto altezza/diametro pari a 2 ed Y è la resistenza caratteristica a compressione valutata su provini cubici di lato 150 mm (R_{ck}). In merito alle caratteristiche meccaniche e di resistenza si farà riferimento ai seguenti valori minimi.

3.1.1 Calcestruzzo magro per getti di livellamento

Classe di esposizione	XC0
Classe di resistenza	C12/15

3.1.2 Calcestruzzo pali e cordoli

Classe di consistenza	S4
Classe di esposizione	XC2
Classe di resistenza	C25/30
Resistenza cubica caratteristica, R_{ck}	30 N/mm ²
Resistenza cilindrica caratteristica, f_{ck}	25 N/mm ²
Resistenza cilindrica media, f_{cm}	33 N/mm ²
Resistenza a trazione media, f_{ctm}	2.55 N/mm ²
Resistenza a trazione per flessione media, f_{ctm}	3.06 N/mm ²
Resistenza a trazione per flessione caratteristica, f_{ctk}	2.14 N/mm ²
Modulo elastico, E_{cm}	31500 N/mm ²
Dimensione massima dell'inerte	32 mm
Copriferro minimo	60 mm

3.1.3 Calcestruzzo muro e tiranti

Classe di consistenza	S4
Classe di esposizione	XA1
Classe di resistenza	C32/40

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 13 di 368

Resistenza cubica caratteristica, R_{ck}	40 N/mm ^q
Resistenza cilindrica caratteristica, f_{ck}	32 N/mm ^q
Resistenza cilindrica media, f_{cm}	40 N/mm ^q
Resistenza a trazione media, f_{ctm}	2.90 N/mm ^q
Resistenza a trazione per flessione media, f_{ctm}	3.63 N/mm ^q
Resistenza a trazione per flessione caratteristica, f_{ctk}	2.54 N/mm ^q
Modulo elastico, E_{cm}	32836 N/mm ²
Dimensione massima dell'inerte	25 mm
Copriferro minimo	40 mm

3.1.4 Calcestruzzo soletta di fondazione

Classe di consistenza	S4
Classe di esposizione	XC2
Classe di resistenza	C30/37
Resistenza cubica caratteristica, R_{ck}	37 N/mm ^q
Resistenza cilindrica caratteristica, f_{ck}	30 N/mm ^q
Resistenza cilindrica media, f_{cm}	38 N/mm ^q
Resistenza a trazione media, f_{ctm}	2.90 N/mm ^q
Resistenza a trazione per flessione media, f_{ctm}	3.47 N/mm ^q
Resistenza a trazione per flessione caratteristica, f_{ctk}	2.43 N/mm ^q
Modulo elastico, E_{cm}	32836 N/mm ²
Dimensione massima dell'inerte	25 mm
Copriferro minimo	50 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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 14 di 368

3.2 ACCIAIO

3.2.1 Acciaio di Armatura - Barre

Tipo acciaio	B 450 C
Peso specifico, γ_a	78,50 kN/mc
Tensione nominale di snervamento, $f_{y \text{ nom}}$	450 N/mm ²
Tensione nominale di rottura, $f_{t \text{ nom}}$	540 N/mm ²
Minima tensione caratteristica di snervamento, $f_{yk \text{ min}}$	450 N/mm ²
Minima tensione caratteristica di rottura, $f_{tk \text{ min}}$	540 N/mm ²
Minimo rapporto tra i valori caratteristici, $(f_t/f_y)_{k \text{ min}}$	1,15
Massimo rapporto tra i valori caratteristici, $(f_t/f_y)_{k \text{ max}}$	1,35
Massimo rapporto tra i valori nominali, $(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$	1,25
Allungamento caratteristico sotto carico massimo, $(A_{gt})_k$	7,5 %
Modulo di elasticità dell'acciaio, E	206000 N/mm 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.							<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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>15 di 368</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	15 di 368													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																		

4 INQUADRAMENTO DEL SITO E DESCRIZIONE DELL'OPERA

Come discusso nella Relazione Geotecnica e nel Report interpretativo del monitoraggio geotecnico (Doc. Rif. [18], [19] e [21] ai quali si rimanda per maggiori dettagli), il piazzale RI57 sorgerà in un complesso contesto geomorfologico caratterizzato, tra le altre cose, dalla presenza di depositi di frana profondi.

In particolare, nell'area relativa al piazzale RI57, si prevedono di realizzare le seguenti opere di mitigazione del movimento franoso:

- un sistema di drenaggio profondo costituito da una serie di trincee drenanti collegate a un pozzo dotato di raggere di dreni suborizzontali. Il sistema di drenaggio è stato dimensionato per garantire un abbassamento della falda intorno ai 10 m da piano campagna. Per i dettagli relativi al sistema di drenaggio e per le analisi di filtrazione sviluppate per valutare l'abbassamento della falda nel tempo si rimanda al documento relativo alla modellazione numerica di flusso (Doc. Rif. [20]);
- una serie di "rostri" di FASE I (rossi nel tracciamento mostrato in Figura 4-1) realizzati a monte del piazzale, prima dello scavo di quest'ultimo, costituiti da sequenze di pali accostati collegati da una trave di testa. Si tratta di file parallele di 20 pali ognuna, con interasse pari a 7 m, orientate nel verso di massima pendenza del pendio. I pali hanno diametro pari a 1.5 m, passo 1.8 m e lunghezza 35 m. La trave di collegamento ha spessore pari a 1.5 m e larghezza pari a 2 m;
- una serie di "rostri" di FASE II (arancioni, gialli e viola nel tracciamento mostrato in Figura 4-1) realizzati sotto il piazzale, dopo lo scavo di quest'ultimo, costituiti da sequenze di pali accostati senza collegamento di testa. Si tratta di file parallele di 15 pali ognuna, con interasse pari a 7 m, orientate nel verso di massima pendenza del pendio. I pali hanno diametro pari a 1.5 m, interasse 1.8 m e lunghezza 30 m.

Inoltre, si prevedono le seguenti opere di sostegno:

- un intervento di soil-nailing a sostegno temporaneo dello scavo del piazzale;
- un muro di sostegno collegati ai pali di FASE I e di FASE II a sostegno definitivo del piazzale, progettato in maniera tale da limitare al minimo l'influenza dell'opera di sostegno con il regime idraulico del corpo di frana. In questo modo si evita di schermare il piazzale con un'opera di sostegno profonda che sbarrì il percorso di filtrazione profondo e che porti ad un aumento delle pressioni dell'acqua in corrispondenza della superficie di scorrimento, con conseguente riduzione della resistenza al taglio;
- una paratia di pali lungo il perimetro di valle del piazzale, a protezione di quest'ultimo. La paratia è costituita da pali di diametro 1.5 m, interasse 2.3 m e lunghezza 16 m. Nonostante l'opera di mitigazione del piazzale sia progettata per supportare le spinte considerando il terreno di valle sopra la superficie di scorrimento completamente mobilizzato dalla frana, si prevede quest'opera con lo scopo di sostenere il piazzale in caso di dissesti e detensionamenti localizzati a valle del piazzale. La geometria della paratia di valle è tale da risultare idraulicamente non interagente con la superficie di scorrimento.

APPALTATORE:
Consorzio Soci
HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.

PROGETTAZIONE:
Mandatario Mandanti
ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE
VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	16 di 368

Nome	Numero	Dist.	Longitud. (m)	Longitud. (pk)	Intervento	Perforazione (m)
Pal. 1a FASE	11	1.500	30.00	33.50	245.00	N.A.
Pal. 1a FASE	77	1.500	30.00	33.50	280.00	N.A.
Pal. 1a FASE	83	1.500	30.00	33.50	195.00	N.A.
Pal. 1a FASE	85	1.500	30.00	33.50	270.00	N.A.
Pal. 1a FASE	11	1.500	var.	var.	130.00	8.30/11.81
Pal. 2a FASE	26	1.500	30.00	28.50	195.00	93.46
Pal. 2a FASE	133	1.500	30.00	33.00	125.00	04.80
Pal. 2a FASE	33	1.500	30.00	31.80	170.00	N.A.
Pal. 2a FASE	45	1.500	18.00	14.50	145.00	N.A.

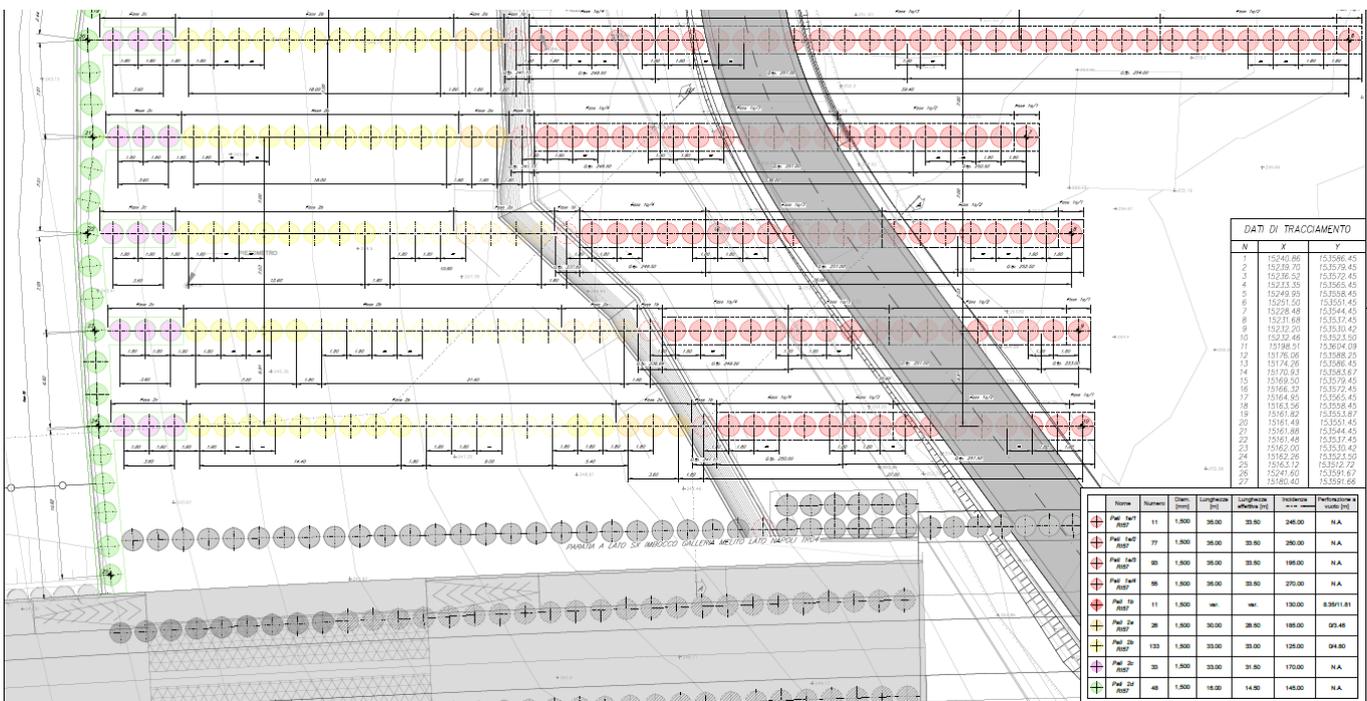
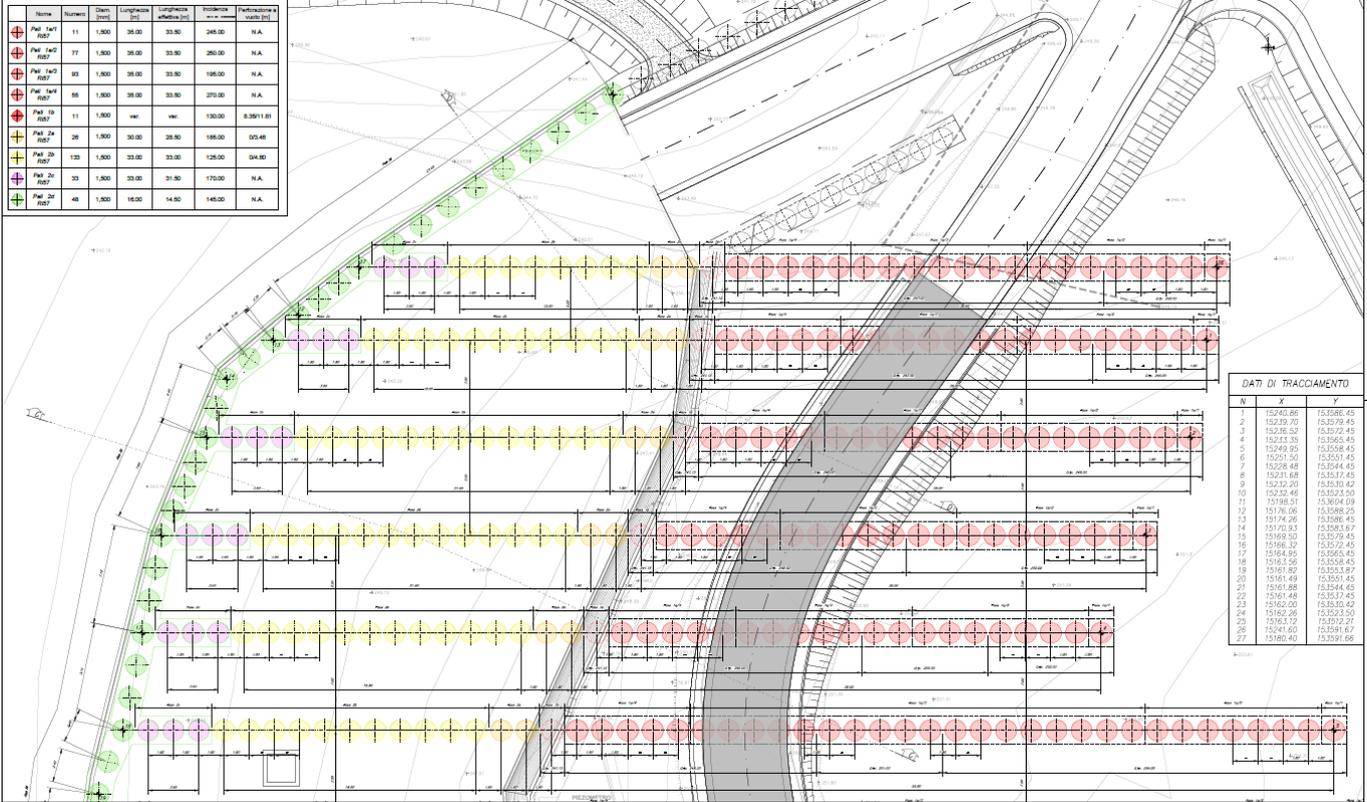


Figura 4-1 – Tracciamento pali FASE I e FASE II (Doc. Rif. [23] e [24])

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 17 di 368

SEZIONE 1-1

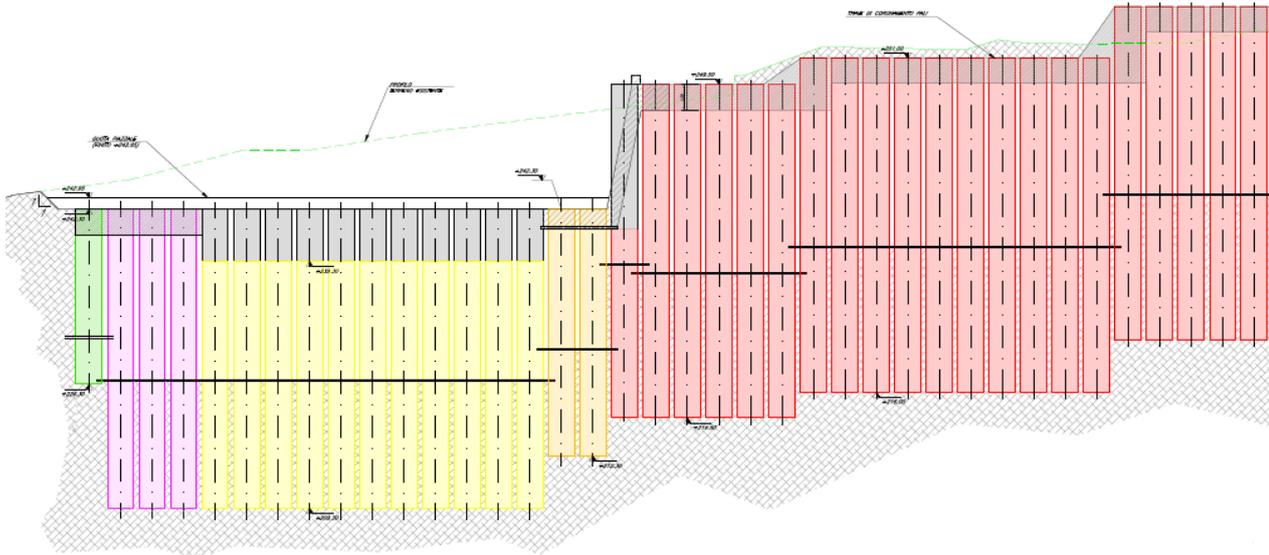


Figura 4-2 – Sezione longitudinale dell'intervento di mitigazione (Doc. Rif. [26])

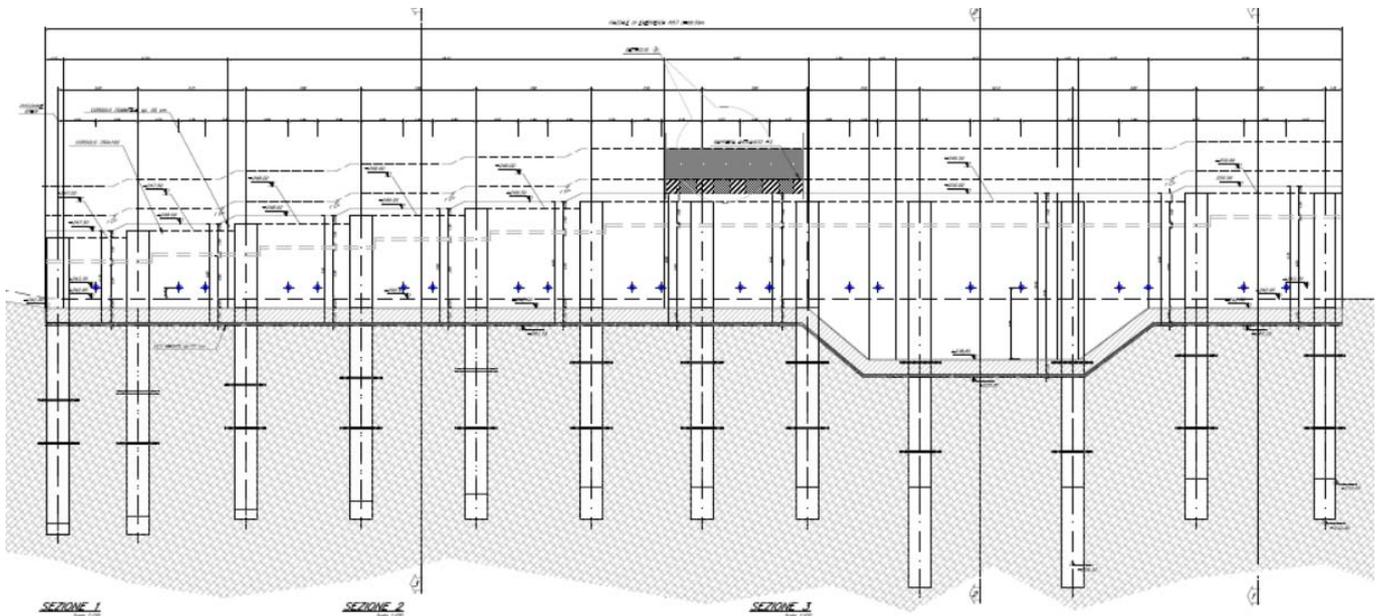


Figura 4-3 – Sviluppo del muro di sostegno del piazzale RI57 (Doc. Rif. [28])

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 18 di 368

Per il dimensionamento delle opere di mitigazione del movimento franoso si è seguita la seguente metodologia, condivisa con ITF in fasi preliminari allo sviluppo del PEV e riassunta nei seguenti documenti:

- 17/05/22 – Proposta Tecnica d'intervento (Consorzio/ATI);
- 01/06/22 – Osservazioni ITF alla Proposta Tecnica d'intervento (ITF);
- 27/06/22 – Analisi integrative (Consorzio/ATI);
- 18/07/22 – Criteri di calcolo per lo sviluppo del Progetto di Variante VI03 - Lato Bari (Consorzio/ATI/ITF) [17].

Lo studio degli interventi strutturali e l'effetto sulla stabilità del pendio sono stati sviluppati attraverso una validazione numerica basata su analisi all'equilibrio limite (utilizzando il software Slide) e modellazione FEM 3D (utilizzando il software PLAXIS 3D), seguendo la procedura disaccoppiata proposta fra gli altri da Viggiani (1981), Hull (1993) e Poulos (1995,1999) e riassunta in Doc. Rif. [35].

In particolare, dopo aver calibrato il modello geologico-geotecnico sulla base delle ricostruzioni riportate in [18], v. Capitolo 11, si è proceduto con la:

- Determinazione tramite back-analysis della resistenza necessaria per stabilizzare la porzione della superficie di scorrimento critica, raggiungendo il fattore di sicurezza richiesto in condizione statica e sismica, tramite analisi all'equilibrio limite (v. Capitolo 12);
- Predimensionamento geotecnico del tracciamento delle file di pali stabilizzanti, eseguito tramite metodo analitico, sviluppato nel corso della Variante 21 dello stesso progetto (v. Capitolo 13);
- Dimensionamento e verifica geotecnica, eseguite tramite analisi FEM 3D, del tracciamento delle file di pali necessarie per garantire lo sviluppo della resistenza necessaria alla stabilizzazione del pendio (v. Capitolo 14);
- Determinazione delle azioni provenienti dalle analisi di stabilità sui pali di FASE I e i pali di FASE II (v. Capitolo 15);

Per quanto concerne il dimensionamento delle opere di sostegno, le spinte delle terre e le analisi di stabilità sono state eseguite considerando solamente i meccanismi locali, considerando di fatto il volume della frana stabilizzato dall'opera di mitigazione. Di seguito si riportano la metodologia seguita:

- Stabilità geotecnica e dimensionamento dell'intervento di soil-nailing per lo scavo del piazzale RI57 (v. Capitolo 16);
- Valutazione delle spinte e dimensionamento del muro di sostegno del piazzale RI57 (v. Capitolo 17);
- Determinazione delle azioni provenienti dal dimensionamento del muro di sostegno sui pali di FASE I e sui pali di FASE II (v. Capitolo 18);
- Stabilità geotecnica e dimensionamento della paratia di valle del piazzale RI57 (v. Capitolo 19);

Infine, si è potuto concludere con il:

- Dimensionamento delle armature dei pali (v. Capitolo 20);
- Calcolo delle incidenze delle armature dei pali, del muro di sostegno, dei cordoli e delle travi tirante (v. Capitolo 21).

Nei seguenti capitoli si descrivono in dettaglio il calcolo e la verifica delle opere in oggetto.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 19 di 368

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Il modello geotecnico è stato definito sulla base di quanto emerso dalla Relazione Geotecnica di riferimento (Doc. rif. [18], [19] e [21]). L'area in cui sorgerà il piazzale RI57 è caratterizzata da unità tettoniche appartenenti al Formazione della Baronìa e che è possibile distinguere in due unità geotecniche. La prima, più superficiale e denominata BNA1b, composta da argille marnose e sabbie siltose alternate ad arenarie calcaree; la seconda più profonda e denominata BNA2, costituita da argille siltose-marnose di colore grigiastro.

In funzione dei dati di monitoraggio, in particolare dei dati inclinometrici e di quelli piezometrici, si è stimata l'estensione e la profondità della superficie di scorrimento e, tramite back-analysis, si sono determinati i parametri residui relativi alla superficie di scorrimento alla base del corpo di frana, si veda per dettagli il Report interpretativo del monitoraggio geotecnico (Doc. rif. [18]).

Il modello di riferimento è sintetizzato in Tabella 1 e il profilo è mostrato in Figura 5-1.

Tabella 1 - Modello geotecnico di riferimento

Unità litologiche	Prof. z m p.c.*	γ kN/m ³	ϕ'_p °	c'_p KPa	cu kPa	ϕ' res °	c' res KPa	E_{op} MPa
BNA1b	0-22	19.5	26	20	100	14	0	50
BNA2	>22	20.5	28	35	350	-	-	145

La falda di riferimento per la situazione attuale è quella riportata nel profilo geologico, individuata sulla base delle letture provenienti dal monitoraggio piezometrico. Questo scenario è stato considerato per il dimensionamento delle opere di FASE I e di FASE II a breve termine.

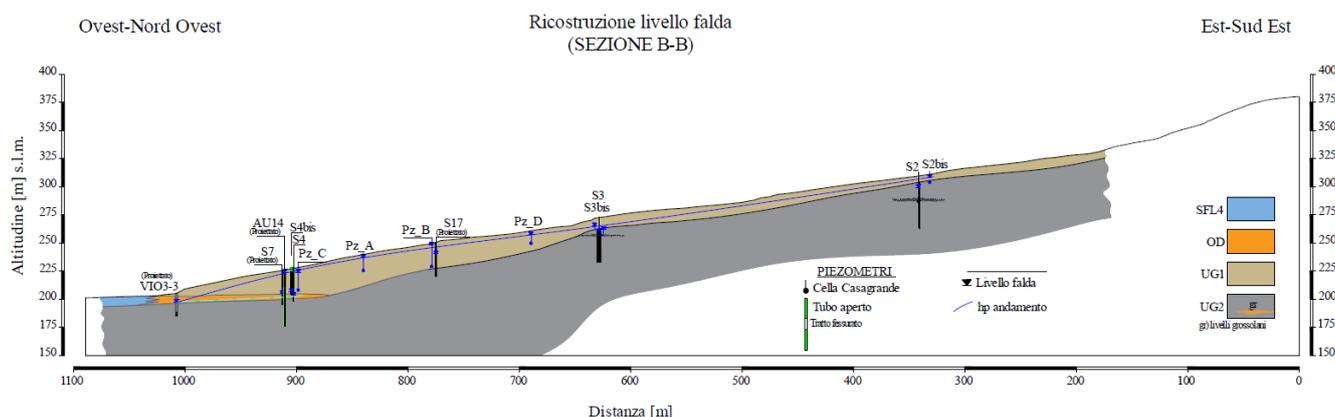


Figura 5-1 – Profilo geotecnico di riferimento (Doc. Rif. [19])

Per quanto riguarda gli scenari di lungo termine si fa riferimento ai risultati del modello di filtrazione tridimensionale implementato con lo scopo di simulare e verificare il comportamento idraulico del sistema drenante. In particolare, si fa riferimento, per lo scenario di lungo termine, ai risultati corrispondenti ad un anno dall'installazione dei pozzi. I risultati indicano che il sistema di drenaggio è in grado di garantire un abbassamento della falda intorno ai 10 m da piano campagna. Di seguito si riporta una sezione di calcolo estratta dal modello. Per tutti i dettagli si rimanda al documento relativo alla modellazione numerica di flusso (Doc. Rif. [20]).

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 20 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

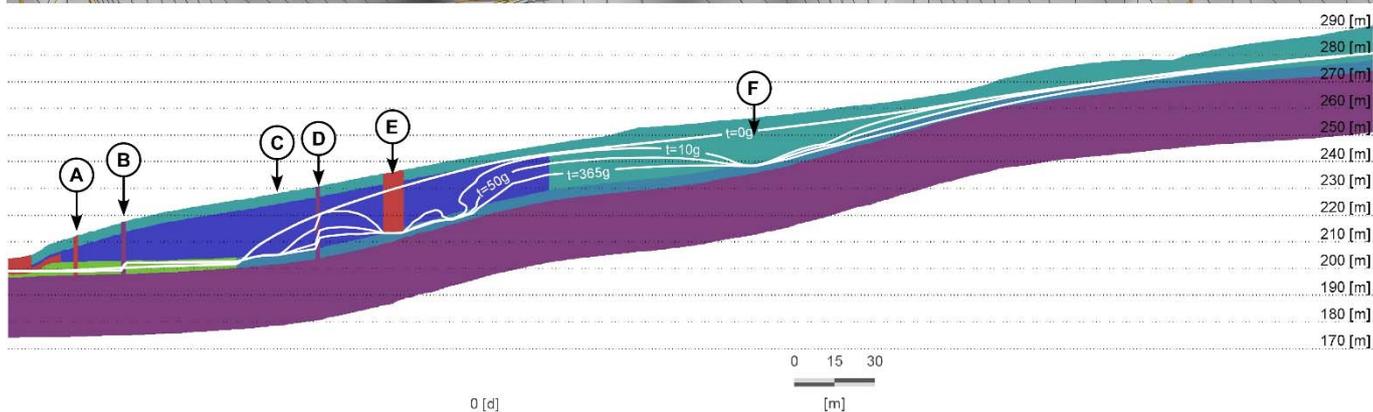
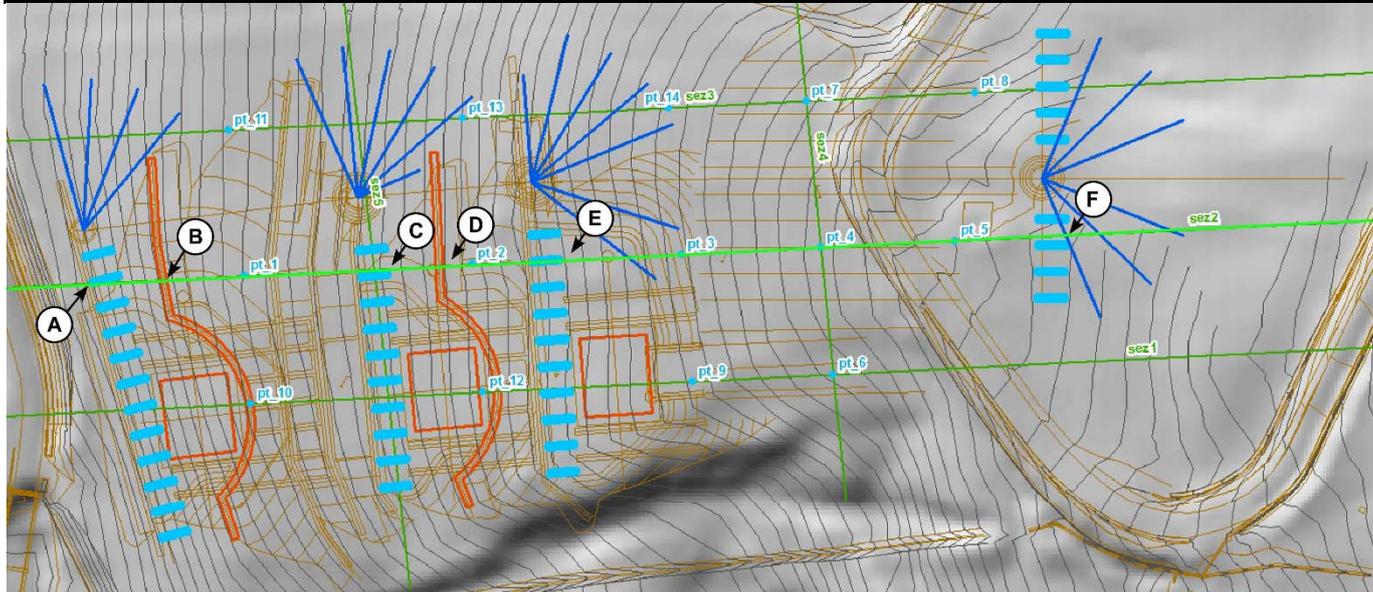


Figura 5-2 – Estratto dai risultati del modello idrogeologico (Doc. Rif. [20])

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 21 di 368

6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

6.1 VITA NOMINALE

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Nel caso in esame, l'opera viene inserita nella seguente tipologia di costruzione:

- 1 *Costruzioni temporanee e provvisorie*
- 2 *Costruzioni con livelli di prestazioni ordinarie*
- 3 *Costruzioni con livelli di prestazione elevati*

La cui vita nominale è pari a 75 anni.

6.2 CLASSE D'USO

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso, l'opera appartiene alla classe d'uso III (Tabella §2.5.1.1.2.1 di RFI DTC SI PS MA IFS 001 B)

- I *Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.*
- II *Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.*
- III *Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.*
- IV *Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.*

Il coefficiente d'uso è pari a 1.50, coerentemente a quanto indicato nella Tab. 2.4.II delle NTC.

Tabella 2 – Valori del coefficiente di uso C_u

Classe d'uso	I	II	III	IV
Coefficiente d'uso	0.7	1.0	1.5	2.0

6.3 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Il periodo di riferimento $V_R = V_N \cdot C_U = 75 \cdot 1.5 = 112.5$ anni.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 22 di 368

6.4 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale.

Per la definizione dell'azione sismica, nel caso in esame si fa riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento, in accordo a quanto indicato nel § 3.2.2 delle NTC2008. I terreni di progetto sono caratterizzati come appartenenti a terreni di Categoria C:

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

6.5 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

In condizioni topografiche superficiali semplici, si può adottare la classificazione proposta nelle NTC, secondo la quale le categorie individuate si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m. L'area interessata risulta classificabile come T1.

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

6.6 AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO

Di seguito si riportano i valori dei parametri spettrali dipendenti dal sito dell'opera in oggetto:

a_g (g) (SLV)	0.381
Risposta Sismica Locale	
Coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s	1.177
Coefficiente di amplificazione topografica S_t	1.0
Accelerazione massima attesa al suolo	
a_{max} (g) ($a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_t \cdot a_g$)	0.448

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 23 di 368

7 ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO

7.1 AZIONI PERMANENTI

7.1.1 Peso proprio

Per il calcolo del peso proprio delle strutture, si assumono i pesi unitari di seguito indicati:

- Struttura in c.a.: $\gamma_1 = 25.0 \text{ kN/m}^3$.

7.1.2 Spinta delle terre

La spinta delle terre è calcolata numericamente a partire dalla configurazione esistente attraverso metodi di analisi all'equilibrio limite. In particolare, si sono determinate le minime spinte necessarie a garantire la stabilità globale del versante attraverso l'utilizzo di back-analysis, a partire dalla posizione della superficie di scivolamento e dei parametri residui mostrati nel Capitolo 5 e discusso più in dettaglio nella Relazione Geotecnica (Doc. rif. [18]).

Per quanto riguarda la verifica delle opere di sostegno si rimanda al capitolo specifico per la metodologia applicata (v. par. 9.6).

7.2 AZIONI VARIABILI

7.2.1 Sovraccarichi

Al termine della costruzione, si assume l'azione di un sovraccarico variabile di 20 kPa agente sull'intera superficie del piazzale.

7.3 AZIONE SISMICA

7.3.1 Accelerazione equivalente di progetto

Come definito nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (Doc. rif. [1]), per la valutazione dell'impatto dell'azione sismica sulla stabilità del pendio è possibile procedere mediante analisi pseudostatiche come definito nei Paragrafi 7.11.6.2.1 e 7.11.6.3 della Normativa e tenendo in considerazione anche il manuale RFI.

Nei metodi pseudostatici l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile.

Seguono le componenti dell'accelerazione equivalente k_h (orizzontale) e k_v (verticale):

$$k_h = \beta_s \cdot a_{max}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

essendo:

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, pari a:

- $\beta_s = 0.28$ per le verifiche di stabilità del pendio;
- $\beta_s = 1$ per le verifiche del muro di sostegno a monte del piazzale.

Per quanto riguarda le azioni sismiche sulle paratie il coefficiente k_h può essere valutato ponendo:

$$k_h = a_{max} \cdot \alpha \cdot \beta$$

Con α e β deducibili dai grafici di seguito riportati, in cui i coefficienti dipendono dalla classe sismica del terreno, dalla lunghezza totale della paratia (H) e dallo spostamento della paratia atteso sotto sisma (U_s), assumendo che il massimo spostamento è pari a $H/200$, con H uguale all'altezza di scavo.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 24 di 368

In generale, per i calcoli riportati in questa relazione si è utilizzato il valore $\alpha = 1$ (assunzione cautelativa).

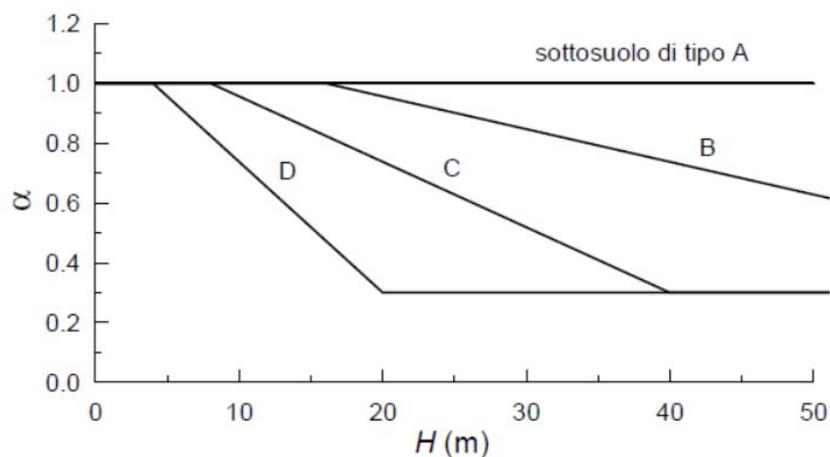


Figura 7-1 Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità α

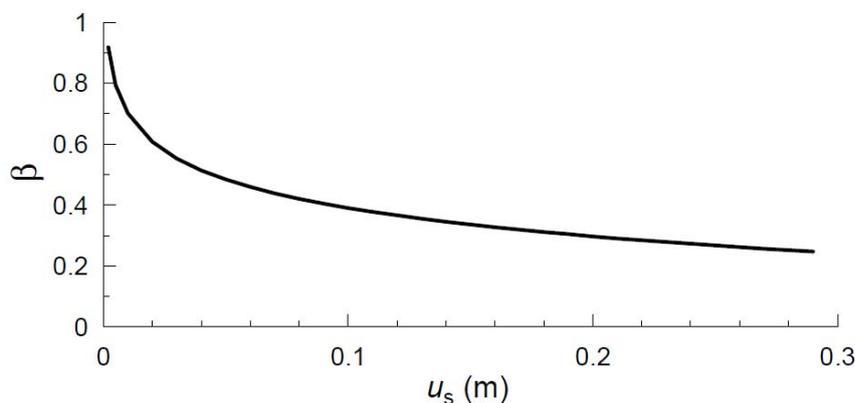


Figura 7-2 Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento β

7.4 FALDA DI PROGETTO

In condizione statica è stata utilizzata la falda di progetto utilizzata per le analisi di back-analysis mostrate nella Relazione Geotecnica (Doc. Rif. [18]), coincidenti a condizioni di falda alta.

In condizioni sismiche si è considerato l'effetto drenante del sistema drenante a monte del piazzale valutato in un abbassamento della falda intorno ai 10 m da piano campagna e verificato tramite simulazioni numeriche, alle quali si rimanda per i dettagli (Doc. Rif. [20]).

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 25 di 368

8 VERIFICHE AGLI STATI LIMITI

Le combinazioni di carico prese in considerazione nelle verifiche sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC2008 al par.2.5.3:

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

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

Combinazione caratteristica rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche delle tensioni d'esercizio:

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

Combinazione caratteristica frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

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

Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti a lungo termine, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

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

Combinazione sismica, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

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

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_F , γ_M e γ_R (relativi alle resistenze dei pali soggetti a carichi assiali), nonché i coefficienti di combinazione ψ delle azioni sono dati dalle tabelle NTC2008 5.2.V, 5.2.VI, 6.2.II e 6.4.II che vengono riportate nel seguito.

L'analisi mira a garantire la sicurezza e le prestazioni attese attraverso il conseguimento dei seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti degli Stati Limite Ultimi (SLU);
- sicurezza nei confronti degli Stati Limite di Esercizio (SLE).

Le verifiche dei setti di pali stabilizzanti devono essere effettuate con riferimento ai seguenti stati limite per il caso in esame:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)
 - o collasso per stato limite della palificata nei riguardi di carichi trasversali;
 - o stabilità globale.
- SLU di tipo strutturale (STR)
 - o raggiungimento della resistenza dei pali.

Per le verifiche di stabilità globale del pendio, il livello di sicurezza è espresso come rapporto tra la resistenza al taglio disponibile, presa con il suo valore caratteristico, e gli sforzi di taglio mobilitati lungo la superficie di scorrimento. Il grado di sicurezza da ritenersi accettabile deve essere definito dal progettista come indicato nelle NTC2008 al paragrafo 6.3.4. Per l'opera in esame si sono definiti i seguenti valori minimi:

- FS > 1.1 in condizioni statiche;

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 26 di 368

- FS > 1.0 in condizioni sismiche.

Per le verifiche delle opere di sostegno si devono considerare i seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)
 - o Collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera;
 - o Instabilità globale dell'insieme opera-terreno.
- SLU di tipo strutturale (STR)
 - o Raggiungimento della resistenza strutturale dell'opera di sostegno e degli elementi di contrasto.

Per l'instabilità globale, la verifica deve essere effettuata secondo la Combinazione 2 dell'Approccio 1 definita come segue, assumendo R2 pari a 1.2 in condizioni statiche e a 1.1 in condizioni sismiche:

- Combinazione 2: A2+M2+R2 (GEO).

Nelle condizioni di esercizio gli spostamenti dell'opera sono stati valutati per verificarne la compatibilità con la funzionalità dell'opera e con la sicurezza delle opere adiacenti.

La verifica allo stato limite di apertura delle fessure, considerato un livello nominale di massima apertura delle fessure in funzione delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature a corrosione.

Per quanto riguarda la scelta degli stati limite di fessurazione, si fa riferimento a quanto riportato al paragrafo 2.5.1.8.3.2.4 del MdP, il quale impone che per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili, come nel caso in esame, il limite da adottare per la verifica sia $w_k \leq w_3 = 0.2$ mm in Combinazione Rara.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tab. 6.2.I, 6.2.II, 6.4.II, 6.4.IV e 6.4.VI seguendo il secondo approccio progettuale (Approccio 2) che prevede la seguente combinazioni di coefficienti:

- Combinazione 1: A1+M1+R3.

Tabella 3 - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

Coefficiente			EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁵⁾	1,00 ⁽⁶⁾	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	γ_{Ce}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole	d	1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

Tabella 4 - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 27 di 368

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coazione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 5 – Fattori di correlazione per la determinazione della resistenza caratteristica

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Tabella 6 - Coefficienti parziali per le verifiche agli stati limite ultimi dei pali soggetti a carichi trasversali

COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
$\gamma_T = 1,0$	$\gamma_T = 1,6$	$\gamma_T = 1,3$

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 28 di 368

9 METODO DI ANALISI

9.1 ANALISI DI STABILITÀ GLOBALE - VERSANTE

Le verifiche all'equilibrio limite sono state svolte con il software di Rocscience SLIDE 7.0.

In particolare, sono state utilizzate le seguenti funzioni presenti nella lista dei *Supports*:

- Back-analysis, per la valutazione della reazione minima necessaria a garantire la stabilità nelle condizioni attuali.

Come ricerca delle potenziali superfici di scivolamento è stato utilizzato il metodo *Block Search* imponendo il passaggio lungo l'interfaccia di scivolamento individuata. I metodi di analisi utilizzata sono i seguenti:

- Bishop simplified;
- GLE/Morgenstern-Price.

9.1.1 Stabilità globale – calibrazione modello senza interventi di stabilizzazione

Per prima cosa il modello SLIDE è stato calibrato secondo il modello geologico-geotecnico presentato nei Doc. Rif. [18] e [19], valutando il fattore di sicurezza nelle condizioni attuali del versante su cui sorgerà il piazzale RI57 e la trincea TR04. Nelle analisi si è imposta il passaggio della superficie di scivolamento lungo l'interfaccia di scivolamento definita in [18], alla quale si sono assegnati i parametri di resistenza residui. Le analisi sono state eseguite considerando i parametri di resistenza al taglio del terreno e dei carichi con coefficienti unitari.

9.1.2 Back-Analysis

Come detto si è sfruttato un calcolo di back-analysis per valutare la reazione necessaria a garantire la stabilità del versante. In particolare, nell'analisi si è considerato solo il cinematismo ritenuto più critico. Le analisi sono state svolte considerando due scenari:

- Step 1: si è considerato il volume di frana compreso dall'inizio del distacco del cinematismo critico fino all'inizio del piazzale RI57 (in corrispondenza dell'opera di sostegno a monte). Il terreno a valle di quest'opera di sostegno non è stato considerato in questa analisi in quanto considerato instabile (non ancora stabilizzato). La reazione stabilizzante è stata calcolata considerando la forza agente a 2/3 della superficie verticale di valle, ipotizzando una resistenza dovuta a fenomeni attritivi che aumenta linearmente con la profondità. L'analisi è stata svolta per lo scenario temporaneo di scavo del piazzale, ovvero in condizione statica e senza l'effetto benefico del sistema di drenaggio sul regime idraulico del versante. L'analisi è stata eseguita considerando i parametri di resistenza al taglio del terreno e dei carichi con coefficienti unitari. Si è determinata la spinta che permette il raggiungimento del fattore di sicurezza pari a 1.1. L'intervento di FASE I deve essere progettato per supportare questa spinta.
- Step 2: si è considerato il volume di frana compreso dall'inizio del distacco del cinematismo critico fino alla fine del piazzale RI57 (in corrispondenza dell'opera di sostegno a valle). Il terreno a valle di quest'opera di sostegno non è stato considerato in questa analisi in quanto considerato instabile. La reazione stabilizzante è stata calcolata considerando la forza agente a 2/3 della superficie verticale di valle, ipotizzando una resistenza dovuta a fenomeni attritivi che aumenta linearmente con la profondità. L'analisi è stata svolta per lo scenario definitivo del piazzale, ovvero in condizione sismica e considerando l'effetto benefico del sistema di drenaggio sul regime idraulico del versante. L'analisi è stata eseguita considerando i parametri di resistenza al taglio del terreno e dei carichi con coefficienti unitari. Si è determinata la spinta che permette il raggiungimento del fattore di sicurezza pari a 1.0. La spinta così determinata risulta dimensionante per l'intervento di FASE I e di FASE II.

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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>29 di 368</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	29 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	29 di 368													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																		

9.2 ANALISI DI STABILITÀ GLOBALE – OPERE DI SOSTEGNO

Le verifiche all'equilibrio limite sono state svolte con il software Rocscience SLIDE 7.0 per quanto riguarda l'intervento di stabilizzazione temporaneo tramite tecnica soil-nailing.

In particolare, sono state utilizzate le seguenti funzioni presenti nella lista dei *Supports*:

- Soil Nail, per la valutazione della stabilità considerando la resistenza offerta dalla chiodatura.

Come ricerca delle potenziali superfici di scivolamento è stato utilizzato il metodo *Slope Search* imponendo la ricerca di superfici circolari. I metodi di analisi utilizzati sono i seguenti:

- Bishop simplified;
- GLE/Morgenstern-Price.

Data la natura provvisoria dell'intervento di soil-nailing le analisi sono svolte solo in condizione statica secondo la Combinazione 2 dell'Approccio 1 definita come segue, assumendo R2 pari a 1.1.

Per quanto riguarda le paratie le analisi all'equilibrio limite sono state svolte con il software PARATIEPLUS, mediante il codice VSP. Utilizzando gli stessi metodi per l'intervento di soil-nailing.

Per la definizione della superficie di scivolamento, è stato utilizzato il metodo *Griglia*, che prevede la definizione di una griglia dei centri mediante e dei limiti geometrici sui raggi degli archi generati per la ricerca della superficie critica di scivolamento.

Le analisi, sia in condizioni statiche che sismiche, sono state effettuate secondo la Combinazione 2 dell'Approccio 1 definita come segue, assumendo R2 pari a 1.2 in condizioni statiche e a 1.1 in condizioni sismiche.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 30 di 368

9.3 ANALISI PRELIMINARE DELL'EFFETTO STABILIZZANTE DEI SETTI DI PALI

Le file di pali sono opere di mitigazione dei movimenti franosi e sono progettate per lavorare a taglio lungo la superficie laterale esposta ai movimenti e alle deformazioni tangenziali del terreno. In Figura 9-1 si riporta lo schema, in pianta, delle azioni. La forza instabilizzante, in direzione del piano di scivolamento, è stata determinata tramite back-analysis mentre la resistenza al taglio sul piano di scorrimento laterale della paratia è stata valutata considerando i parametri di resistenza al taglio del terreno. La resistenza al taglio è stata valutata sia in parametri efficaci (condizioni drenate) attraverso il criterio di rottura alla Mohr-Coulomb, a partire dal valore dell'angolo di resistenza al taglio ϕ' e dal valore di coesione c' , sia in tensioni totali (condizione non drenata) attraverso il criterio di rottura alla Tresca, considerando il valore della coesione non drenata C_u .

In tensioni efficaci si ottiene: $\tau_{lim} = \sigma'_h \cdot \tan \phi' + c'$

In tensioni totali si ottiene: $\tau_{lim} = \alpha \cdot C_u$

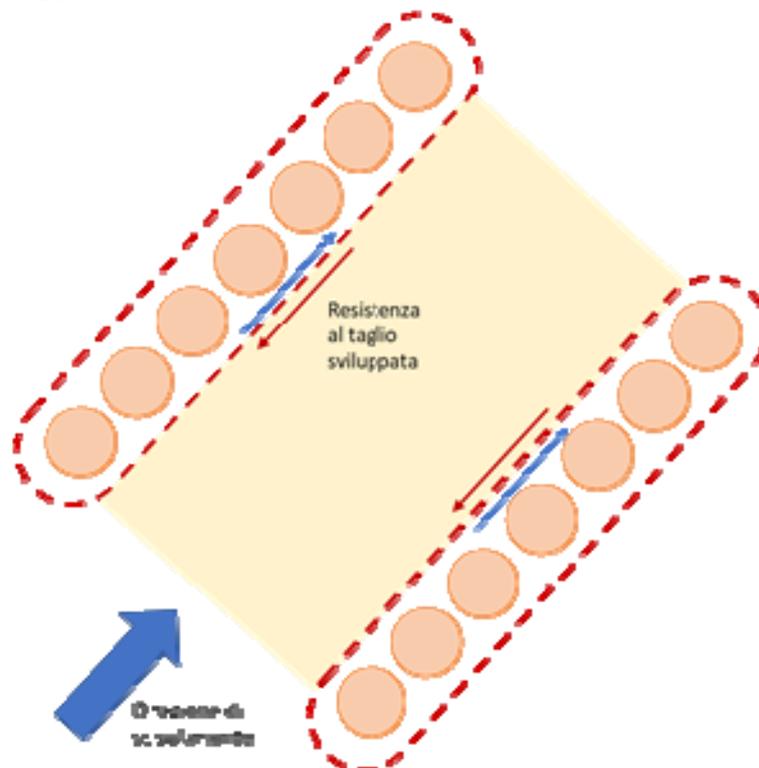


Figura 9-1 - Schema di calcolo in pianta per paratia di pali lavoranti a taglio

Per garantire l'effetto stabilizzante fornito dalle opere di mitigazione, occorre verificare che le reazioni tangenziali che si generano all'interfaccia terreno-palo possano essere supportate dalla paratia di pali. I pali sono per questo motivo infissi nel terreno stabile al di sotto della superficie di scorrimento e la stabilità può essere verificata ricorrendo allo stesso meccanismo di resistenza al taglio appena descritto, ridistribuendo in profondità le reazioni delle forze stabilizzanti. Nella Figura 9-2 si mostra uno schema, in sezione, delle forze in gioco agenti sulla paratia. Si può notare come la porzione di terreno al di sopra della superficie di scorrimento sia considerata come un carico agente sulla fila di pali, mentre la porzione inferiore offra una resistenza al taglio in grado di stabilizzare il sistema. Le forze sono applicate in opposizione al movimento dei pali, come è noto, si genererà una rotazione attorno ad un punto e quindi oltre all'equilibrio alla traslazione andrà verificato l'equilibrio alla rotazione attorno al polo. Infine, si noti che sotto la base dei pali è stato considerato anche l'effetto tangenziale dovuto alla superficie di base.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 31 di 368

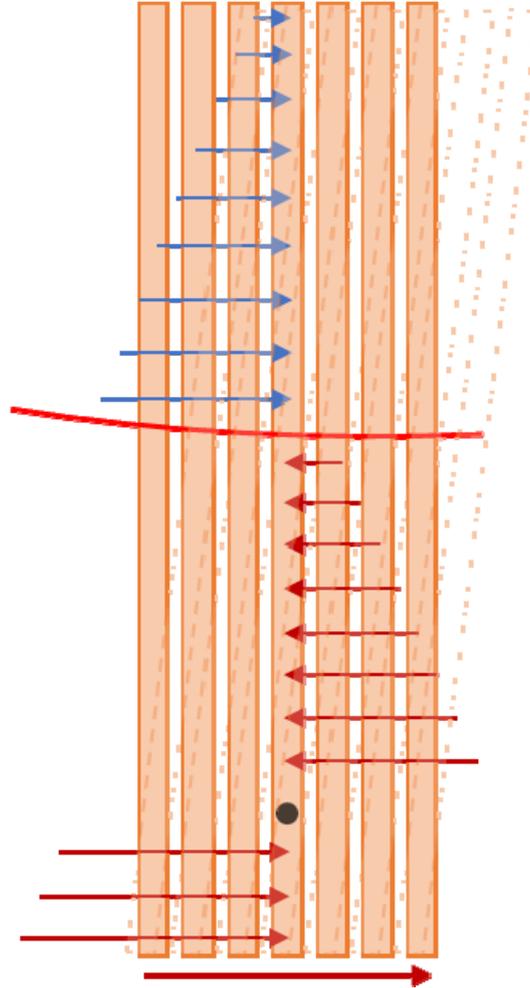


Figura 9-2 – Schema di calcolo in sezione per paratia di pali lavorante a taglio

Allo scopo di un predimensionamento, si può utilizzare un modello semplificato, mostrato in Figura 9-3, dove le azioni sono state considerate come carichi concentrati approssimando il punto di applicazione. In particolare, per quanto riguarda il carico dovuto alla parte instabile, si è considerato il punto di applicazione pari a 2/3 dall'altezza dello strato in frana, mentre per le reazioni del terreno stabile sotto la superficie di frana si è posizionata la forza a metà dello strato reagente. In questo moto è stato possibile scrivere un sistema di due equazioni in due incognite, e determinare la minima profondità di infissione necessaria per garantire la stabilità della paratia di pali.

Il sistema risulta:

$$\begin{cases} F + H_u + H_b = R_q \\ F \left(d + \frac{\sigma}{2} \right) = H_u \left(\frac{\sigma}{2} + \frac{u}{2} \right) + H_b \left(\frac{\sigma}{2} + u \right) \end{cases}$$

Dove le azioni e le resistenze si possono calcolare come segue:

$$F = F_{back-analysa} - F_{valle}$$

$$H = \tau_{lim} \cdot A_{trasv}$$

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 32 di 368

Mentre i bracci delle forze sono definiti nella seguente immagine. Le uniche incognite restano le distanze o e u che si ottengono dalla risoluzione del sistema. A questo la profondità minima di infissione risulta definita come:

$$H_{\text{infissione}} = o + u$$

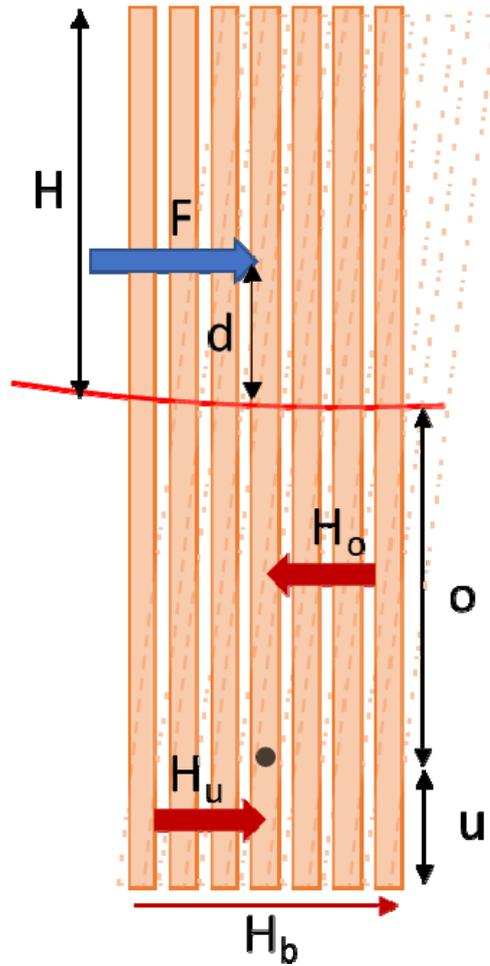


Figura 9-3 – Schema di calcolo semplificato per predimensionamento

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 33 di 368

9.4 ANALISI DI INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA – MODELLO FEM 3D

Con lo scopo di verificare e ottimizzare il dimensionamento preliminare dei setti di pali, sono state eseguite una serie di analisi avanzate di interazione terreno-struttura tramite modelli tridimensionali a elementi finiti utilizzando il software PLAXIS 3D. Sia per gli elementi che costituiscono il terreno, sia per gli elementi del palo sono stati utilizzati modelli elastoplastici. Il modello tridimensionale viene definito impiegando elementi finiti tetraedrici a 10 nodi. Per ridurre lo sforzo computazionale, sfruttando gli assi di simmetria degli spostamenti, si è modellata solamente una metà dello spessore dell'intervento, considerando quindi mezza sezione del palo e mezzo interasse di terreno fra i pali, come mostrato nella seguente immagine.

COSTRUZIONE DEL MODELLO 3D – ASSI DI SIMMETRIA DEGLI SPOSTAMENTI

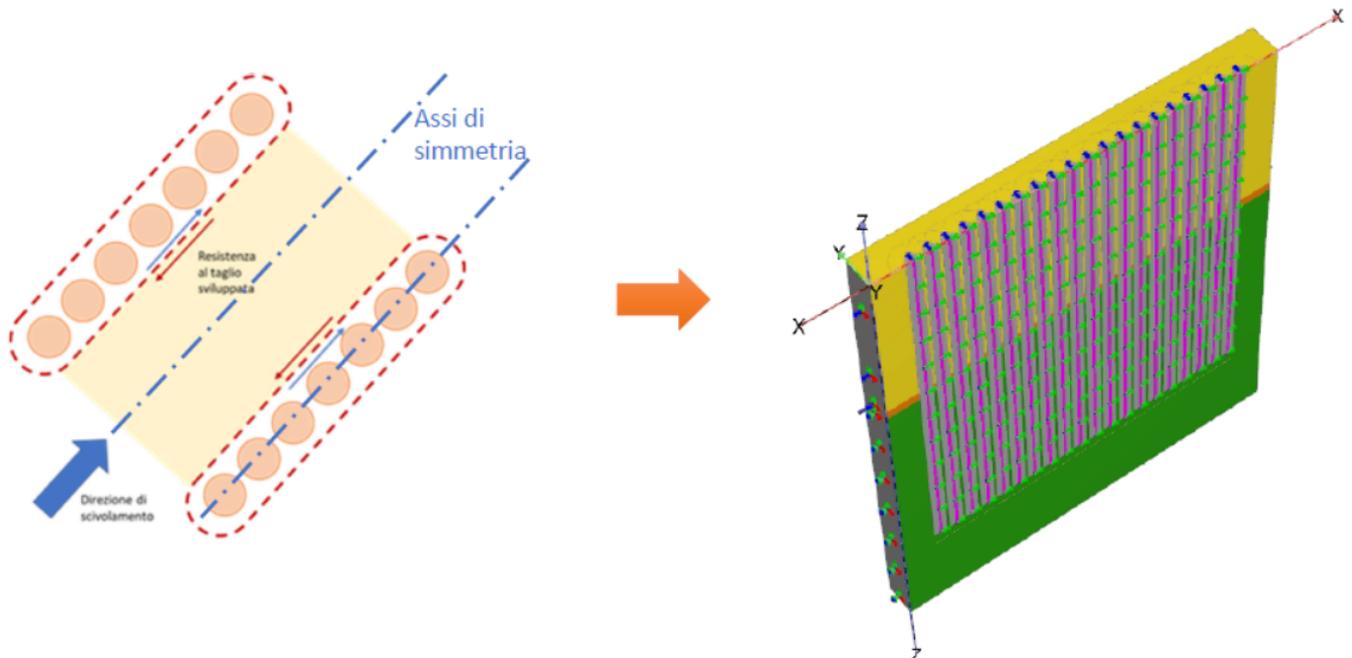


Figura 9-4 Schema di simmetria del modello tridimensionale

I pali e la trave di collegamento sono stati modellati tramite elementi di volume. In particolare, i pali sono stati modellati tramite il *Mohr-Coulomb Model* di PLAXIS, modello lineare elastico perfettamente plastico. I parametri di resistenza del modello sono stati calibrato al fine di simulare la stessa resistenza flessionale della sezione del palo in calcestruzzo armato. La trave di collegamento è stata invece modellata tramite un modello lineare elastico.

Le forze generalizzate nei pali sono state estratte attraverso lo strumento di PLAXIS *Structural forces in volume piles* che permette di integrare gli sforzi di ogni sezione dell'elemento di volume.

Per concludere, l'interfaccia suolo-struttura è stata descritta con elementi dedicati (*Interface elements*), lungo i quali è stato imposto un abbattimento della resistenza pari a 1/3.

Il modello numerico utilizzato nelle analisi è riportato nella seguente figura.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 34 di 368

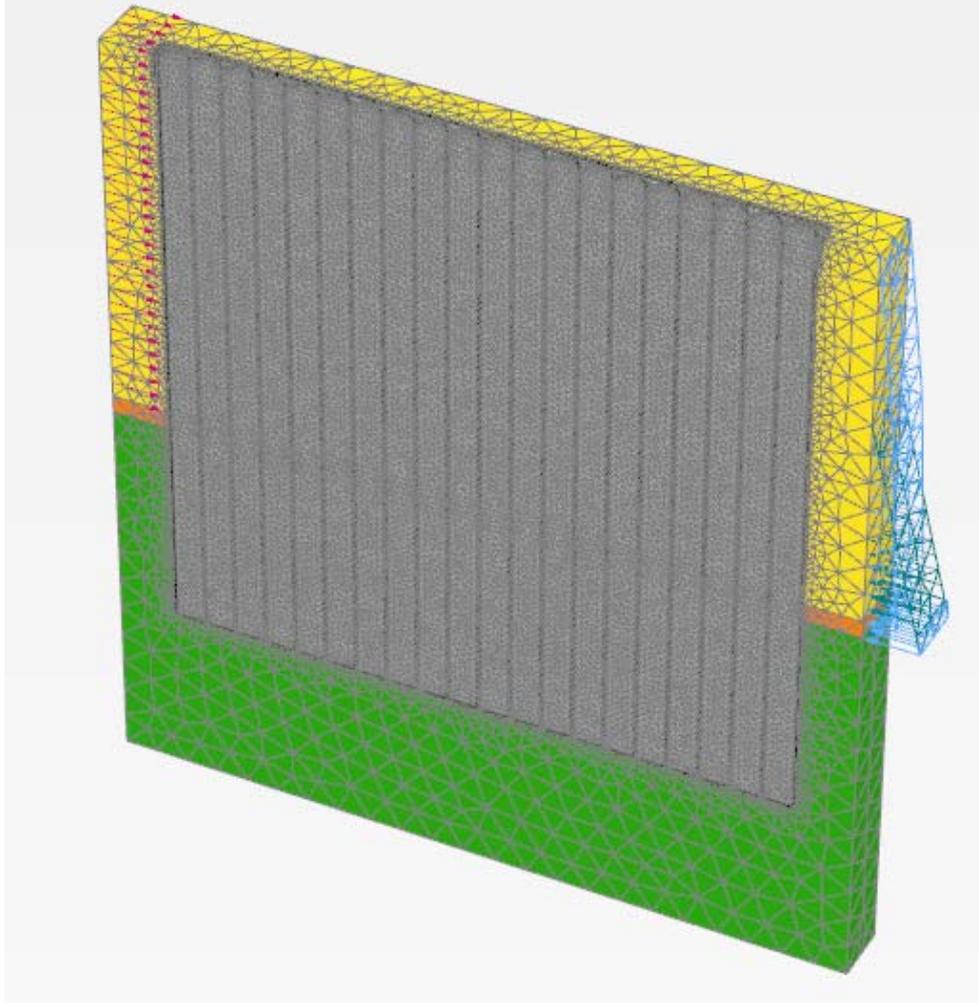


Figura 9-5 Modello di calcolo PLAXIS 3D

Il modello concettualmente replica una prova di taglio sul complesso terreno-struttura. Nel modello, dopo aver inizializzato le tensioni geostatiche, vengono inseriti i pali dei setti e infine viene imposto uno spostamento al corpo di frana, in sovrascorrimento sopra il terreno stabile.

In particolare, si sono seguiti i seguenti step di calcolo:

- Inizializzazione tensioni geostatiche;
- Cambio BC sui bordi di monte e di valle (rispetto al movimento), imponendo vincoli in direzione orizzontale, al fine di "predisporre" il modello allo scorrimento orizzontale;
- Verifica BC sul bordo di valle del corpo di frana, sostituendo al vincolo in direzione orizzontale il valore della tensione geostatica;
- Attivazione dei setti di pali;
- Imposizione di uno spostamento orizzontale sul bordo di monte del corpo di frana.

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 35 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

MODELLO FEM 3D

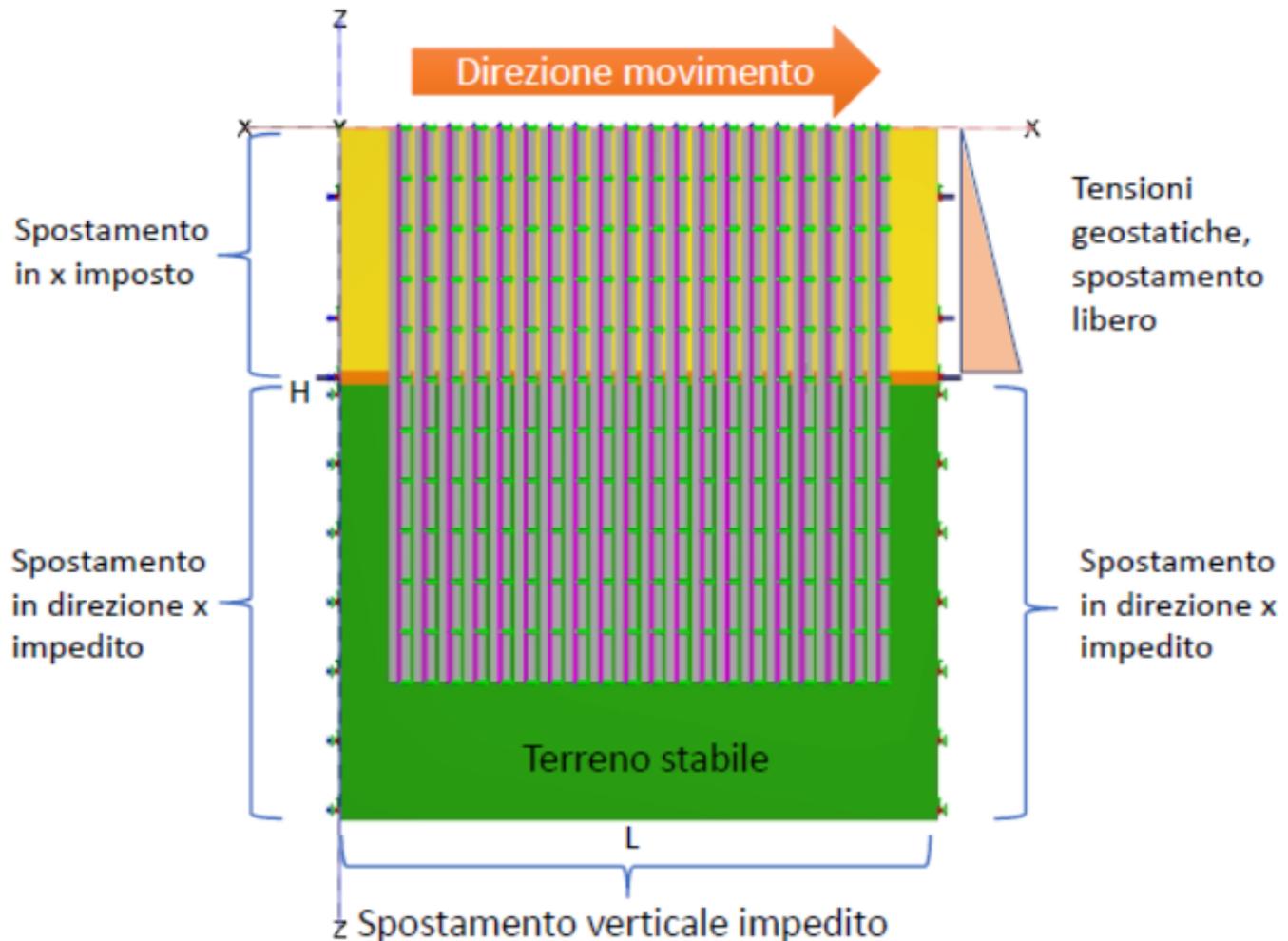


Figura 9-6 Schematizzazione concettuale modello PLAXIS 3D

Il risultato principale dell'analisi è la curva carico-spostamento (valutata per specifici punti della fila di pali) dell'intera struttura, che fornisce la capacità del sistema di resistere alla spinta della frana.

Inoltre, il modello numerico ha permesso di studiare diversi aspetti del comportamento del sistema delle file di pali, non valutabili attraverso il modello analitico preliminare. Fra i vari aspetti si sottolinea:

- Analisi avanzata dell'interazione terreno-struttura e del meccanismo stabilizzante dei setti di pali, con conseguente ottimizzazione della lunghezza dei pali;
- Valutazione degli spostamenti dei pali e del terreno;
- Valutazione delle azioni generalizzate di ogni palo costituente la fila di pali, con conseguente ottimizzazione dell'armatura dei pali;
- Valutazione dell'efficacia del sistema in funzione dell'interasse tra le palificate, con valutazione dell'efficacia dell'effetto di trascinamento della porzione di terreno compresa tra le due palificate;
- Valutazione dell'effetto dell'inserimento di una trave di collegamento in testa ai pali.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 36 di 368

9.5 ANALISI PARATIE

Lo stato tenso-deformativo della paratia è stato investigato mediante il software di calcolo *PARATIEPLUS*.

Lo studio del comportamento di un elemento di paratia inserito nel terreno viene effettuato tenendo conto della deformabilità dell'elemento stesso, considerato in regime elastico, e soggetto alle azioni derivanti dalla spinta dei terreni, dalle eventuali differenze di pressione idrostatiche, dalle spinte dovute ai sovraccarichi esterni e dalla presenza degli elementi di contrasto.

La paratia viene discretizzata con elementi finiti monodimensionali a due gradi di libertà per nodo (spostamento orizzontale e rotazione).

Il terreno viene schematizzato con delle molle secondo un modello elasto-plastico; esso reagisce elasticamente sino a valori limite dello spostamento, raggiunti i quali la reazione corrisponde, a seconda del segno dello stesso spostamento, ai valori limite della pressione attiva o passiva.

Gli spostamenti vengono computati a partire dalla situazione di spinta "a riposo".

Con tale metodo, si può quindi seguire analiticamente la successione delle fasi di costruzione, di carico e di contrasto; consentendo di fornire informazioni attendibili sull'entità delle deformazioni, e sugli effetti che esse inducono sul diagramma delle pressioni esercitate dal terreno sulla paratia.

Il metodo sopra esposto è sicuramente valido per il calcolo delle sollecitazioni all'interno della struttura; tarando opportunamente i moduli mediante modellazioni più complete (es. FEM 2D) consente anche una ragionevole stima degli spostamenti orizzontali della parete di sostegno [Becci & Nova, 1987; Dhouib, 1995].

Il metodo di calcolo richiede la definizione di parametri, valutati in funzione delle caratteristiche geotecniche e fisiche dei terreni, delle caratteristiche geometriche e strutturali dell'opera. In particolare, la pressione σ'_h che lo scheletro solido del terreno esercita su una struttura di sostegno dipende dagli spostamenti che essa subisce per effetto di σ'_h stessa ovvero dipende dall'interazione fra la struttura ed il terreno a tergo dell'opera. Nel caso in cui la struttura subisca uno spostamento verso valle, la σ'_h sul paramento di monte può essere calcolata come:

$$\sigma'_h = K_a \cdot \sigma'_v - 2 \cdot c' \cdot (K_a)^{0.5} \text{ pressione attiva}$$

dove:

K_a = coefficiente di spinta attiva;

σ'_v = tensione verticale efficace;

c' = coesione efficace.

In condizioni statiche, K_a è funzione dell'angolo di attrito efficace dello scheletro solido φ' , dell'angolo di attrito fra struttura e terreno δ (nelle analisi $\delta < \varphi'$), dell'inclinazione α del paramento di monte della struttura di sostegno (nelle analisi $\alpha = 0^\circ$) e dell'inclinazione β del terrapieno a tergo dell'opera (nelle analisi $\beta = 0^\circ$). Fra le varie formulazioni proposte per il calcolo di K_a , di seguito, si farà riferimento a quella di [Coulomb, 1773].

Nel caso in cui la struttura subisca uno spostamento verso monte, la σ'_h sul paramento di monte può essere calcolata come:

$$\sigma'_h = K_p \cdot \sigma'_v + 2 \cdot c' \cdot (K_p)^{0.5} \text{ pressione passiva}$$

dove:

K_p = coefficiente di spinta attiva;

σ'_v = tensione verticale efficace;

c' = coesione efficace.

Analogamente al coefficiente di spinta attiva, in condizioni statiche si può porre $K_p = K_p(\varphi', \delta)$. Fra le varie formulazioni proposte per il calcolo di K_p , di seguito, si farà riferimento a quella di [Caquot-Kerisel, 1948] con $\delta' \leq \varphi' / 2$.

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>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="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;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">RI5700 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">37 di 368</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	37 di 368													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																		

Pertanto, nel caso di strutture di sostegno flessibili, eventualmente contrastate da elementi strutturali attivi o passivi messi in opera in fasi successive, sul paramento di monte agirà la pressione attiva e su quello di valle la pressione passiva.

Nel caso di strutture molto rigide, incapaci di subire spostamenti sufficienti a mobilitare la pressione attiva o quella passiva, la pressione σ'_h esercitata dallo scheletro solido sull'opera di sostegno sarà prossima alla pressione geostatica iniziale:

$$\sigma'_h = K_0 \cdot \sigma'_v \quad \text{pressione a riposo}$$

dove:

K_0 = coefficiente di spinta a riposo;

σ'_v = tensione verticale efficace.

Per strutture di sostegno alla pressione esercitata dallo scheletro solido deve essere sommata la pressione esercitata dall'acqua assumendo schemi di filtrazione idonei in funzione delle condizioni stratigrafiche ed al contorno.

La rigidità delle molle schematizzanti il terreno sono proporzionali al modulo elastico del terreno la cui variazione con la profondità può essere descritto mediante la seguente espressione generale:

$$E_{vc} = R \cdot (p' / p_a)^n \quad \text{modulo in compressione vergine (primo carico);}$$

dove:

$p_a = 100 \text{ kPa}$ pressione di riferimento (pressione atmosferica);

$p' = (\sigma'_v + \sigma'_h) / 2$ pressione media alla generica profondità;

R modulo elastico corrispondente a $p' = 100 \text{ kPa}$;

n coefficiente di forma della legge compreso tra 0 e 1 ($n = 0$, legge costante con la profondità, $n = 1$ legge variabile linearmente).

Il modulo di scarico-ricarico (E_{ur}) può essere 1.5÷3 volte quello di primo 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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 38 di 368

9.6 ANALISI STRUTTURALI MURO DI SOSTEGNO E TRAVI TIRANTE

Per le analisi delle strutture del muro di sostegno è stato utilizzato il Sap 2000 v.24.0 prodotto, distribuito ed assistito da Computers and Structures, Inc.1995 University Ave. Berkeley. Questa procedura è sviluppata in ambiente Windows, permette l'analisi elastica lineare e non di strutture tridimensionali con nodi a sei gradi di libertà utilizzando un solutore ad elementi finiti. Gli elementi considerati sono frame (trave), con eventuali svincoli interni o rotazione attorno al proprio asse. I carichi sono applicati sia ai nodi, come forze o coppie concentrate, sia sulle travi, come forze distribuite, trapezie, concentrate, come coppie e come distorsioni termiche. A supporto del programma è fornito un ampio manuale d'uso contenente fra l'altro una vasta serie di test di validazione sia su esempi classici di Scienza delle Costruzioni, sia su strutture particolarmente impegnative e reperibili nella bibliografia specializzata.

Tale programma fornisce in output, oltre a tutte le caratteristiche geometriche e di carico delle strutture, i risultati relativi alle sollecitazioni indotte nelle sezioni degli elementi presenti.

L'analisi strutturale del muro di sostegno è stata condotta attraverso un modello di calcolo del paramento e della fondazione superficiale. Vista la geometria dell'opera a prevalente sviluppo longitudinale e le condizioni al contorno, le analisi e le verifiche sono state effettuate prendendo in considerazione una porzione di muro corrispondente ad una larghezza unitaria.

Si riporta inoltre una breve sintesi della procedura proposta per il calcolo delle spinte orizzontali agenti sulla parete dell'opera di sostegno.

9.6.1 Analisi dei carichi

9.6.1.1 PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA

Il peso dei vari elementi strutturali è stato calcolato considerando:

-peso specifico calcestruzzo $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$

9.6.1.2 PESO DEL TERRENO A MONTE DELL'OPERA

Il terreno preso in considerazione è il terreno gravante sulla platea di fondazione a monte, costituito dal materiale del rilevato stradale il cui peso per unità di volume è pari a $\gamma_t = 19.50 \text{ kN/m}^3$.

9.6.1.3 SPINTA STATICA DEL TERRENO A MONTE DEL MURO

La teoria di Coulomb considera l'ipotesi di un cuneo di spinta a monte dell'opera che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea. Dall'equilibrio del cuneo si ricava la spinta che il terreno esercita sull'opera di sostegno. In particolare Coulomb ammette l'esistenza di attrito fra il terreno e la parete, e quindi la retta di spinta risulta inclinata rispetto alla normale alla parete stesso di un angolo di attrito terra-parete.

9.6.1.4 AZIONE SISMICA INERZIALE

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

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h * W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v * W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni: $k_h = a_{max}/g$

$k_v = \pm 0.5 * k_h$

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 39 di 368

Con riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio nazionale ai fini del calcolo dell'azione sismica secondo il DM 17/01/2018 viene assegnata all'opera una vita nominale $V_N \geq 50$ anni ed una classe d'uso $C_u = 1.5$; segue un periodo di riferimento $V_R = V_N * C_u = 75$ anni

A seguito di tale assunzione si ottiene allo stato limite ultimo SLV in funzione della Latitudine e Longitudine del sito in esame un valore dell'accelerazione pari a $a_g = 0.381$ g.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{max} = S * a = S_s * S_t * a_g$$

dove assumendo un terreno di tipo C ed in base al fattore di amplificazione del sito si ottiene:

$$S_s = 1.177 \quad \text{Coefficiente di amplificazione stratigrafica}$$

$$S_t = 1 \quad \text{Coefficiente di amplificazione topografica}$$

ne deriva che:

$$a_{max} = 1.177 * 1 * 0.381 \text{ g} = 0.448 \text{ g}$$

$$k_h = a_{max}/g = 0.448$$

$$k_v = \pm 0.5 * k_h = 0.224$$

9.6.1.5 SPINTA SISMICA TERRENO (WOOD)

Le spinte delle terre potranno essere determinate secondo la teoria di Wood. secondo la quale la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma su una parete di altezza H viene determinato con la seguente espressione:

$$\Delta SE = (a_{max}/g) * \gamma * H_{terr}^2$$

dove:

H_{terr} = dislivello fra l'asse di fondazione e piano di campagna esterno.

Tale risultante applicata ad un'altezza pari ad $H_{terr}/2$ sarà considerata agente su uno solo delle pareti dell'opera.

nel modello di calcolo viene applicato il valore della forza sismica per unità di superficie agente su un piedritto:

9.6.1.6 SPINTA SULLA PARETE PRODOTTA DAL SOVRACCARICO

Si considera un sovraccarico pari a 20 kN/m^2 , rappresentativo dei veicoli che possono transitare sulla scarpata del rilevato. Tale carico comporterà un incremento della spinta sulle pareti di sostegno con un valore di pressione uniformemente distribuito.

Nello specifico:

$$P = q_0 * k_0$$

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 40 di 368

10 CRITERI DI VERIFICA

Coerentemente con quanto descritto nel capitolo 8, le verifiche agli Stati Limite Ultimo dei setti di pali, delle paratie e del muro di sostegno sono condotte con riferimento a tutti i meccanismi di rottura e instabilità che possono verificarsi e previsti da normativa tecnica.

Le verifiche di resistenza delle sezioni sono eseguite secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite. I coefficienti di sicurezza adottati sono i seguenti:

- coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo: 1.50;
- coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio in barre: 1.15.

Il presente capitolo illustra nel dettaglio i criteri generali adottati per le verifiche strutturali e geotecniche condotte nel progetto. Ulteriori dettagli di carattere specifico, laddove impiegati, sono dichiarati e motivati nelle relative risultanze delle verifiche.

10.1 VERIFICHE GEOTECNICHE

10.1.1 Verifica dei setti di pali

La lunghezza di ammorsamento, il numero e la spaziatura delle file di pali deve essere tale da garantire lo sviluppo delle reazioni stabilizzanti richieste. La stabilità è verificata garantendo l'equilibrio nella direzione orizzontale ed alla rotazione con la reazione mobilitata sempre inferiore alla resistenza di taglio ultima di progetto.

10.1.2 Verifica di stabilità globale

Per il progetto delle opere in oggetto, la verifica di stabilità globale del complesso opera-terreno è effettuata secondo la teoria dell'equilibrio limite nell'ambito della quale i terreni sono caratterizzati mediante un legame costitutivo rigido-plastico con criteri di rottura di Mohr-Coulomb. Tale approccio consente di svincolarsi da tutte le complesse problematiche legate all'analisi dello stato deformativo dell'ammasso e di definire un semplice fattore di sicurezza, convenzionalmente valutato come rapporto tra le forze di taglio potenzialmente mobilitabili lungo la superficie di rottura analizzata e le forze di taglio effettivamente mobilitate sotto l'azione delle forze agenti sull'ammasso (pesi propri, carichi esterni, ecc.).

L'analisi delle condizioni di equilibrio viene svolta con ricorso al codice di calcolo Slide (Rocscience). Il calcolo viene condotto utilizzando i metodi dell'equilibrio limite con particolare riferimento a quelli di Bishop semplificato e Morgenstern-Price, considerando forme di superfici di scivolamento compatibili con i cinatismi di rottura attesi.

La metodologia di calcolo adottata dal programma consiste nell'analizzare molteplici superfici di scivolamento fornendone il fattore di sicurezza. La resistenza al taglio agente lungo la superficie di scivolamento necessaria all'equilibrio è calcolata attraverso l'equazione della statica. Il coefficiente di sicurezza è inteso come il fattore per il quale possono essere divisi i parametri di resistenza meccanica del materiale per portare il pendio alle condizioni di equilibrio limite, implicitamente assunto costante lungo tutta la superficie di scivolamento.

Nello specifico, nel metodo di Bishop si divide la massa di terreno interessata dal cinatismo in più conci assumendo che le azioni agenti all'interfaccia dei conci stessi abbiano risultante orizzontale, trascurando quindi gli sforzi di taglio sulla stessa interfaccia.

10.2 VERIFICHE STRUTTURALI

Per le sezioni in cemento armato si effettuano:

- verifiche per gli stati limite ultimi a presso-flessione;
- verifiche per gli stati limite ultimi a taglio;
- verifiche per gli stati limite ultimi delle lastre.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 41 di 368

10.2.1 Verifiche per gli stati limite ultimi a flessione-pressoflessione ed a trazione

Allo stato limite ultimo, le verifiche a flessione, presso-flessione e trazione sono condotte confrontando (per le sezioni più significative) le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando di conseguenza il corrispondente fattore di sicurezza. Il calcolo viene effettuato mediante il software RC-SEC (GEOSTRU).

10.2.2 Verifica agli stati limite ultimi a taglio

La verifica allo stato limite ultimo per azioni di taglio è condotta secondo quanto prescritto dalle NTC2008, per elementi con armatura a taglio verticali. Il calcolo viene effettuato mediante il software RC-SEC (GEOSTRU).

Si fa, pertanto, riferimento ai seguenti valori della resistenza di calcolo:

$$V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d; (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\},$$

resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura a taglio

$$V_{Rd,s} = 0.9 \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot \alpha + \cot \vartheta) \cdot \sin \alpha,$$

valore di progetto dello sforzo di taglio che può essere sopportato dall'armatura a taglio alla tensione di snervamento

$$V_{Rd,max} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} (\cot \alpha + \cot \vartheta) / (1 + \cot^2 \vartheta),$$

valore di progetto del massimo sforzo di taglio che può essere sopportato dall'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse.

Nelle espressioni precedenti, i simboli hanno i seguenti significati:

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 \quad \text{con } d \text{ in mm};$$

$$\rho_1 = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0.02;$$

dove:

A_{sl} area dell'armatura tesa;

b_w larghezza minima della sezione in zona tesa;

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} < 0.2 \cdot f_{cd},$$

dove:

N_{Ed} forza assiale nella sezione dovuta ai carichi;

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 42 di 368

A_c area della sezione di calcestruzzo;

$$v_{\min} = 0.035 k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2};$$

dove:

$1 \leq \cot \theta \leq 2.5$ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave

A_{sw} area della sezione trasversale dell'armatura a taglio;

s passo delle staffe;

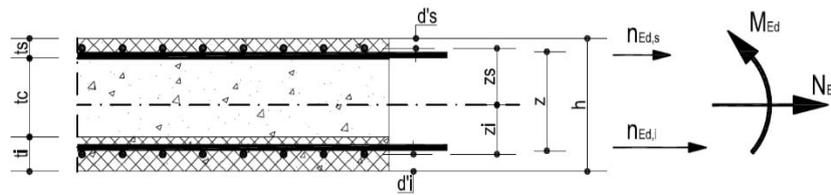
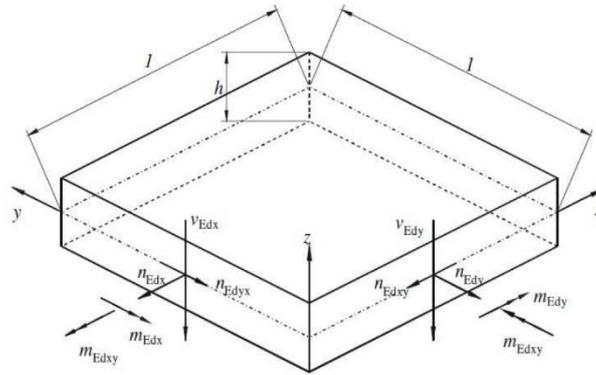
f_{ywd} tensione di snervamento di progetto dell'armatura a taglio;

$f'_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$ resistenza ridotta a compressione del calcestruzzo d'anima;

$\alpha_{cw} = 1$ coefficiente che tiene conto dell'interazione tra la tensione nel corrente compresso e qualsiasi tensione di compressione assiale.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 43 di 368

10.2.3 Verifica agli stati limite ultimi delle lastre (UNI EN 1992-2)



- Spessore dell'elemento shell : h
- Distanza tra il baricentro dell'armatura ed il bordo libero superiore dell'elemento: d'_s
- Distanza tra il baricentro dell'armatura ed il bordo libero inferiore dell'elemento: d'_i

- Spessore del layer superiore: $t_s = 2 \cdot d'_s$
- Spessore del layer inferiore: $t_i = 2 \cdot d'_i$

- Braccio di leva tra le armature: $z = z_s + z_i$

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 44 di 368

PROCEDURA PER DETERMINARE L'AREA SUPERIORE D'ARMATURA NECESSARIA

Azioni di membrana agenti sul layer superiore

$$T_{x,sup} = \frac{N_{Ed,x} \cdot z_i - M_{Ed,x}}{Z} \qquad T_{y,sup} = \frac{N_{Ed,y} \cdot z_i - M_{Ed,y}}{Z} \qquad T_{xy,sup} = \frac{N_{Ed,xy} \cdot z_i - M_{Ed,xy}}{Z}$$

Forze di progetto in direzione x:

$$\begin{cases} n'_{Ed,x,sup} = T_{x,sup} + |T_{xy,sup}| \\ n''_{Ed,x,sup} = T_{x,sup} + \frac{T_{xy,sup}^2}{|T_{y,sup}|} \end{cases} \text{ se } \begin{cases} T_{y,sup} \geq -|T_{xy,sup}| \rightarrow n'_{Ed,y,sup} > 0 \\ T_{y,sup} < -|T_{xy,sup}| \rightarrow n'_{Ed,y,sup} < 0 \end{cases}$$

Forze di progetto in direzione y:

$$\begin{cases} n'_{Ed,y,sup} = T_{y,sup} + |T_{xy,sup}| \\ n''_{Ed,y,sup} = T_{y,sup} + \frac{T_{xy,sup}^2}{|T_{x,sup}|} \end{cases} \text{ se } \begin{cases} T_{x,sup} \geq -|T_{xy,sup}| \rightarrow n'_{Ed,x,sup} > 0 \\ T_{x,sup} < -|T_{xy,sup}| \rightarrow n'_{Ed,x,sup} < 0 \end{cases}$$

Armature in direzione x:

$$A_{s,x,sup} = \frac{n_{Ed,x,sup}}{0.9 \cdot f_{yd}} \Leftrightarrow n_{Ed,x,sup} > 0$$

Armature in direzione y:

$$A_{s,y,sup} = \frac{n_{Ed,y,sup}}{0.9 \cdot f_{yd}} \Leftrightarrow n_{Ed,y,sup} > 0$$

PROCEDURA PER DETERMINARE L'AREA INFERIORE D'ARMATURA NECESSARIA

Azioni di membrana agenti sul layer inferiore

$$T_{x,inf} = \frac{N_{Ed,x} \cdot z_s + M_{Ed,x}}{Z} \qquad T_{y,inf} = \frac{N_{Ed,y} \cdot z_s + M_{Ed,y}}{Z} \qquad T_{xy,inf} = \frac{N_{Ed,xy} \cdot z_s + M_{Ed,xy}}{Z}$$

Forze di progetto in direzione x:

$$\begin{cases} n'_{Ed,x,inf} = T_{x,inf} + |T_{xy,inf}| \\ n''_{Ed,x,inf} = T_{x,inf} + \frac{T_{xy,inf}^2}{|T_{y,inf}|} \end{cases} \text{ se } \begin{cases} T_{y,inf} \geq -|T_{xy,inf}| \rightarrow n'_{Ed,y,inf} > 0 \\ T_{y,inf} < -|T_{xy,inf}| \rightarrow n'_{Ed,y,inf} < 0 \end{cases}$$

Forze di progetto in direzione y:

$$\begin{cases} n'_{Ed,y,inf} = T_{y,inf} + |T_{xy,inf}| \\ n''_{Ed,y,inf} = T_{y,inf} + \frac{T_{xy,inf}^2}{|T_{x,inf}|} \end{cases} \text{ se } \begin{cases} T_{x,inf} \geq -|T_{xy,inf}| \rightarrow n'_{Ed,x,inf} > 0 \\ T_{x,inf} < -|T_{xy,inf}| \rightarrow n'_{Ed,x,inf} < 0 \end{cases}$$

Armature in direzione x:

$$A_{s,x,inf} = \frac{n_{Ed,x,inf}}{0.9 \cdot f_{yd}} \Leftrightarrow n_{Ed,x,inf} > 0$$

Armature in direzione y:

$$A_{s,y,inf} = \frac{n_{Ed,y,inf}}{0.9 \cdot f_{yd}} \Leftrightarrow n_{Ed,y,inf} > 0$$

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiogo - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 45 di 368

FORZE DI COMPRESSIONE NEL CALCESTRUZZO

Forza di compressione nel layer superiore in direzione x

$$F_{c,x,sup} = -2 \cdot |T_{xy,sup}| \quad \text{se} \quad n_{Ed,x,sup} > 0$$

$$F_{c,x,sup} = T_{x,sup} + \frac{T_{xy,sup}^2}{T_{x,sup}} \quad \text{se} \quad n_{Ed,x,sup} < 0 \rightarrow \text{NO ARM.}$$

Forza di compressione nel layer superiore in direzione y

$$F_{c,y,sup} = -2 \cdot |T_{xy,sup}| \quad \text{se} \quad n_{Ed,y,sup} > 0$$

$$F_{c,y,sup} = T_{y,sup} + \frac{T_{xy,sup}^2}{T_{y,sup}} \quad \text{se} \quad n_{Ed,y,sup} < 0 \rightarrow \text{NO ARM.}$$

Forza di compressione nel layer inferiore in direzione x

$$F_{c,x,inf} = -2 \cdot |T_{xy,inf}| \quad \text{se} \quad n_{Ed,x,inf} > 0$$

$$F_{c,x,inf} = T_{x,inf} + \frac{T_{xy,inf}^2}{T_{x,inf}} \quad \text{se} \quad n_{Ed,x,inf} < 0 \rightarrow \text{NO ARM.}$$

Forza di compressione nel layer inferiore in direzione y

$$F_{c,y,inf} = -2 \cdot |T_{xy,inf}| \quad \text{se} \quad n_{Ed,y,inf} > 0$$

$$F_{c,y,inf} = T_{y,inf} + \frac{T_{xy,inf}^2}{T_{y,inf}} \quad \text{se} \quad n_{Ed,y,inf} < 0 \rightarrow \text{NO ARM.}$$

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 46 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

TENSIONI DI COMPRESSIONE NEL CALCESTRUZZO E VERIFICA

Tensioni di compressione nel layer

$$\sigma_{c,x,sup} = \frac{F_{c,x,sup}}{t_s}$$

$$\sigma_{c,y,sup} = \frac{F_{c,y,sup}}{t_s}$$

$$\sigma_{c,x,inf} = \frac{F_{c,x,inf}}{t_i}$$

$$\sigma_{c,y,inf} = \frac{F_{c,y,inf}}{t_i}$$

Forze nelle direzioni principali dei layer

$$\begin{cases} T_{1,sup} = \frac{1}{2} \cdot (T_{x,sup} + T_{y,sup}) + \frac{1}{2} \cdot \sqrt{(T_{x,sup} - T_{y,sup})^2 + 4 \cdot T_{xy,sup}^2} \\ T_{2,sup} = \frac{1}{2} \cdot (T_{x,sup} + T_{y,sup}) - \frac{1}{2} \cdot \sqrt{(T_{x,sup} - T_{y,sup})^2 + 4 \cdot T_{xy,sup}^2} \end{cases} \Rightarrow \alpha_{sup} = \frac{\max[T_{1,sup}; T_{2,sup}]}{\min[T_{1,sup}; T_{2,sup}]}$$

$$\begin{cases} T_{1,inf} = \frac{1}{2} \cdot (T_{x,inf} + T_{y,inf}) + \frac{1}{2} \cdot \sqrt{(T_{x,inf} - T_{y,inf})^2 + 4 \cdot T_{xy,inf}^2} \\ T_{2,inf} = \frac{1}{2} \cdot (T_{x,inf} + T_{y,inf}) - \frac{1}{2} \cdot \sqrt{(T_{x,inf} - T_{y,inf})^2 + 4 \cdot T_{xy,inf}^2} \end{cases} \Rightarrow \alpha_{inf} = \frac{\max[T_{1,inf}; T_{2,inf}]}{\min[T_{1,inf}; T_{2,inf}]}$$

CONDIZIONI DI VERIFICA:

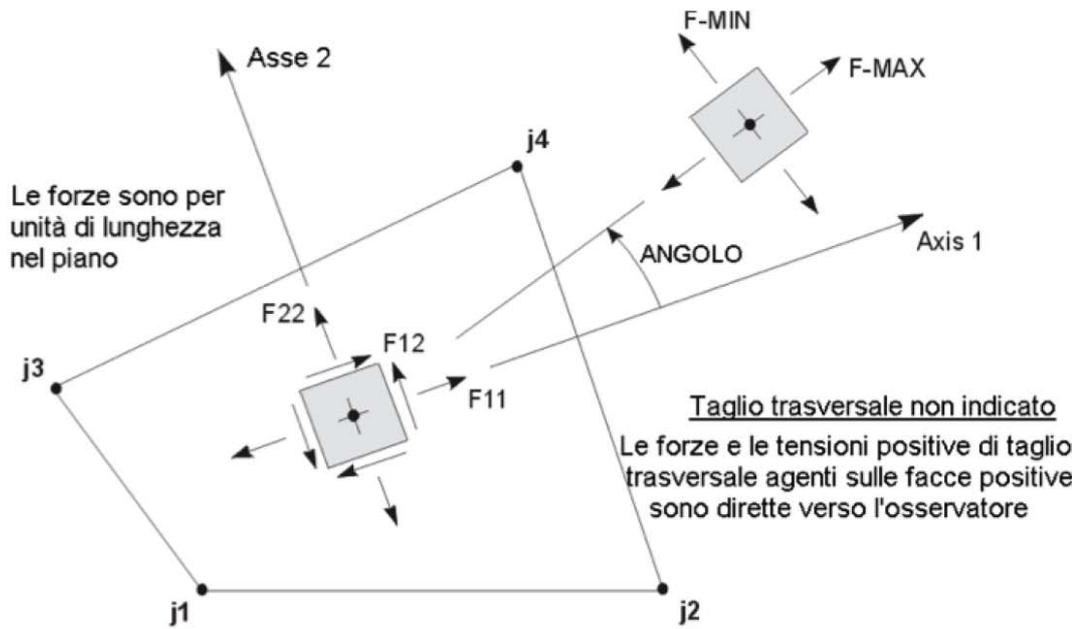
$$1. \text{ Se } \begin{cases} T_1 < 0 \\ T_2 < 0 \end{cases} \Rightarrow \sigma_c < \sigma_{cd,max} = 0.85 \cdot f_{cd} \cdot \frac{1 + 3.80 \cdot \alpha}{(1 + \alpha)^2}$$

$$2. \text{ Se } \begin{cases} T_1 < 0 \\ T_2 > 0 \end{cases} \text{ o } \begin{cases} T_1 > 0 \\ T_2 < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sigma_c < \sigma_{cd,max} = f_{cd} \cdot \left[0.85 - \frac{\sigma_s}{f_{yd}} \cdot (0.85 - v) \right] \\ v = 0.60 \cdot \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] \\ \frac{\sigma_s}{f_{yd}} = \frac{A_{s,min}}{A_{s,utilizzata}} \end{cases}$$

$$3. \text{ Se } \begin{cases} T_1 > 0 \\ T_2 > 0 \end{cases} \Rightarrow \sigma_c < \sigma_{cd,max} = 0.5 \cdot v \cdot f_{cd}$$

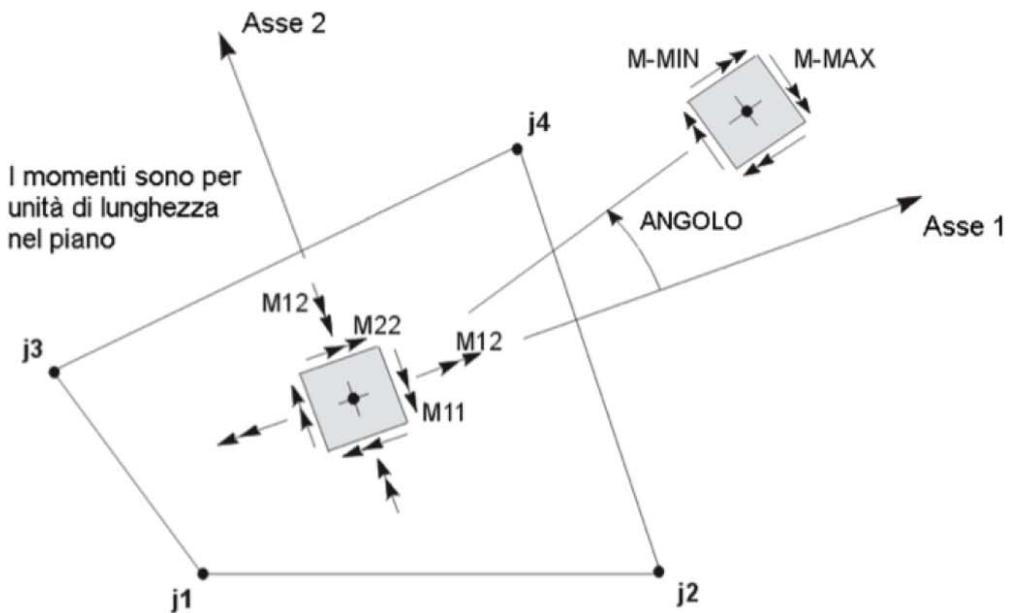
APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 47 di 368

Software SAP2000 – Output delle forze e delle tensioni



FORZE E TENSIONI A MEMBRANA

La tensione S_{ij} ha la stessa definizione della forza F_{ij}



MOMENTI FLETTENTI E DI SVERGOLAMENTO A PIASTRA

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 48 di 368

11 VERIFICA STABILITÀ GLOBALE – SENZA INTERVENTI

Per prima cosa il modello SLIDE è stato calibrato secondo il modello geologico-geotecnico presentato nei Doc. Rif. [18] e [19], valutando il fattore di sicurezza nelle condizioni attuali del versante su cui sorgerà il piazzale RI57 e la trincea TR04. Nelle analisi si è imposta il passaggio della superficie di scivolamento lungo l'interfaccia di scivolamento definita in [18], alla quale si sono assegnati i parametri di resistenza residui. Le analisi sono state eseguite considerando i parametri di resistenza al taglio del terreno e dei carichi con coefficienti unitari.

L'analisi è stata fatta considerando il profilo del terreno nella direzione di massima pendenza (v. Figura 1-1), considerando la stratigrafia e il livello di falda mostrato nel profilo geologico (v. Figura 5-1).

Il valore del fattore di sicurezza in condizioni statiche è pari a:

- FS = 0.907 per Morgenstern-Price;
- FS = 0.913 per Bishop.

La verifica di stabilità globale del pendio senza interventi di mitigazione, in condizioni statiche e di falda alta, non risulta essere soddisfatta.

Di seguito si riporta il modello utilizzato per l'analisi di stabilità e i risultati del calcolo, vedi Figura 11-1 e Figura 11-2.

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type	Hu
BNA1b		19.5	Mohr-Coulomb	20	26	Water Surface	Custom	1
BNA2		20.5	Mohr-Coulomb	35	28	Water Surface	Custom	1
Scivolamento		20	Mohr-Coulomb	0	14	Water Surface	Custom	1



Figura 11-1 – Modello di stabilità globale del versante senza interventi – condizioni statiche

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 49 di 368

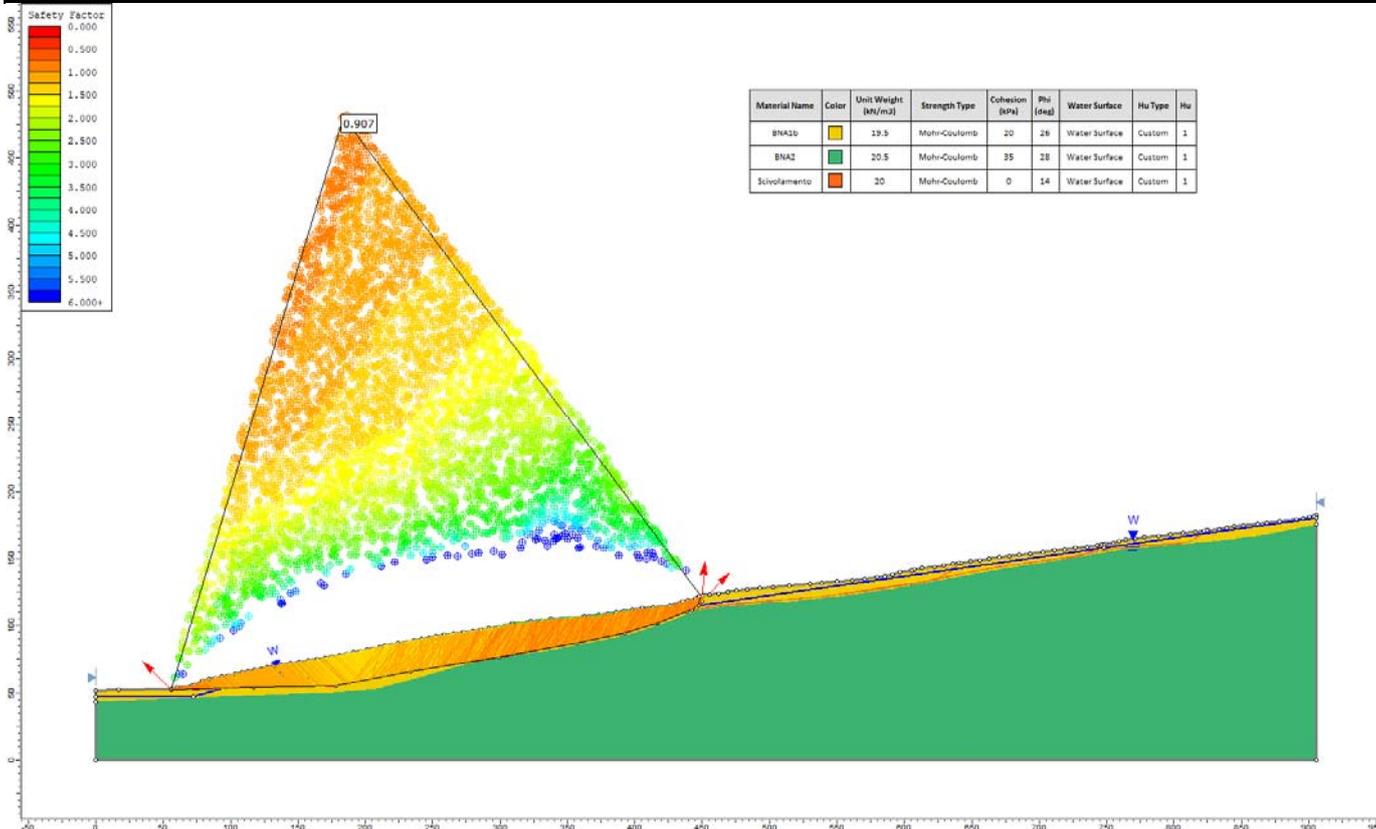


Figura 11-2 – Risultati di analisi di stabilità globali FS min = 0.907 (Morgenstern-Price) – condizioni statiche

Si sottolinea che questo primo set di analisi ha come scopo principale la calibrazione del modello, con quanto riportato nella relazione geologica e geotecnica (Doc. Rif. [18] e [19]). Per quanto riguarda la verifica della necessità di interventi di stabilizzazione, intesi sia come opere strutturali sia come opere di drenaggio profondo, si rimanda al documento di sintesi dei criteri di calcolo per lo sviluppo del progetto di variante (Doc. Rif. [17]) e ai relativi allegati dedicati agli approfondimenti sviluppati in fase preliminare. Di seguito per semplicità si riporta un estratto.

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 50 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

Analisi dell'incidenza degli interventi proposti sulla stabilità globale del pendio

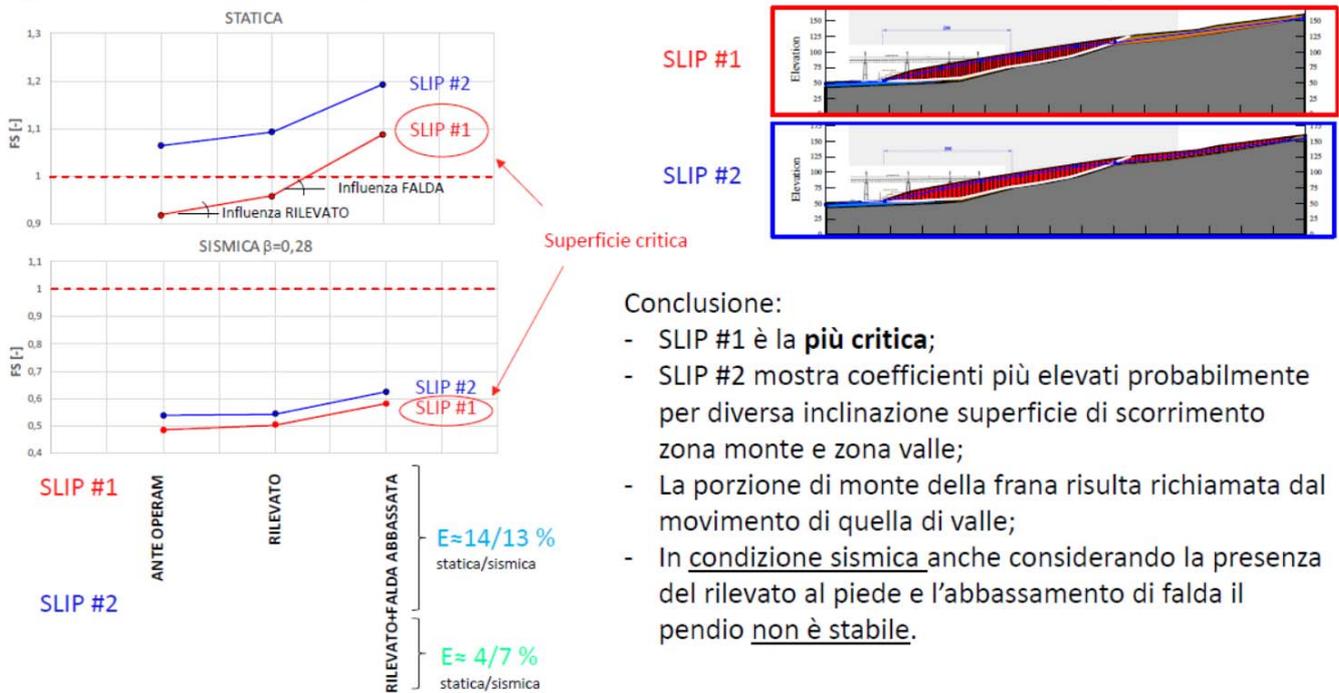


Figura 11-3 – Estratto delle analisi sviluppate in fase preliminare al PEV [17]

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: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 10%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 20%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 10%;">REV.</td> <td style="width: 15%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>51 di 368</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	51 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	51 di 368													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																		

12 DEFINIZIONE REAZIONI STABILIZZANTI DA BACK-ANALYSIS

Stabilita la necessità di prevedere degli elementi di mitigazione per stabilizzare il pendio, si passa a descrivere il criterio utilizzato per determinare la reazione necessaria a garantire la stabilità del versante. In particolare, nell'analisi si è considerato solo il cinematismo ritenuto più critico. I parametri di resistenza al taglio dei materiali e dei carichi agenti sono stati considerati unitari.

Le analisi sono state svolte considerando due scenari:

- Step 1 (fase provvisoria): si è considerato il volume di frana compreso dall'inizio del distacco del cinematismo critico fino all'inizio del piazzale RI57 (in corrispondenza dell'opera di sostegno a monte). Il terreno a valle di quest'opera di sostegno non è stato considerato in questa analisi in quanto considerato instabile (non ancora stabilizzato). La reazione stabilizzante è stata calcolata considerando la forza agente a 2/3 della superficie verticale di valle, ipotizzando un andamento degli sforzi con la profondità pari alla distribuzione geostatica. L'analisi è stata svolta per lo scenario temporaneo di scavo del piazzale, ovvero in condizione statica e senza l'effetto benefico del sistema di drenaggio sul regime idraulico del versante. L'analisi è stata eseguita considerando i parametri di resistenza al taglio del terreno e dei carichi con coefficienti unitari. Si è determinata la spinta che permette il raggiungimento del fattore di sicurezza pari a 1.1. L'intervento di FASE I deve essere progettato per supportare questa spinta.
- Step 2 (fase definitiva): si è considerato il volume di frana compreso dall'inizio del distacco del cinematismo critico fino alla fine del piazzale RI57 (in corrispondenza dell'opera di sostegno a valle). Il terreno a valle di quest'opera di sostegno non è stato considerato in questa analisi in quanto considerato instabile (e non trattato con interventi stabilizzanti). La reazione stabilizzante è stata calcolata considerando la forza agente a 2/3 della superficie verticale di valle, ipotizzando un andamento degli sforzi con la profondità pari alla distribuzione geostatica. L'analisi è stata svolta per lo scenario definitivo del piazzale, ovvero in condizione sismica e considerando l'effetto benefico del sistema di drenaggio sul regime idraulico del versante. L'analisi è stata eseguita considerando i parametri di resistenza al taglio del terreno e dei carichi con coefficienti unitari. Si è determinata la spinta che permette il raggiungimento del fattore di sicurezza pari a 1.0. La spinta così determinata risulta dimensionante per l'intervento di FASE I e di FASE II.

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 52 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

12.1 BACK-ANALYSIS – STEP 1

Per la fase provvisoria, in condizioni statiche si è determinata la reazione stabilizzante (necessaria per ottenere FS=1.1) pari a 5121 kN/m. Di seguito si riportano modello e risultati del calcolo di back-analysis.

Il valore di FS mostrato (significativamente minore di 1) è il valore della minima superficie individuata in assenza di reazione stabilizzante. La reazione mostrata è valore minimo per ottenere il fattore di sicurezza definito.

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type	Hu
BNA1b	Yellow	19.5	Mohr-Coulomb	20	26	Water Surface	Custom	1
BNA2	Green	20.5	Mohr-Coulomb	35	28	Water Surface	Custom	1
Scivolamento	Orange	20	Mohr-Coulomb	0	14	Water Surface	Custom	1

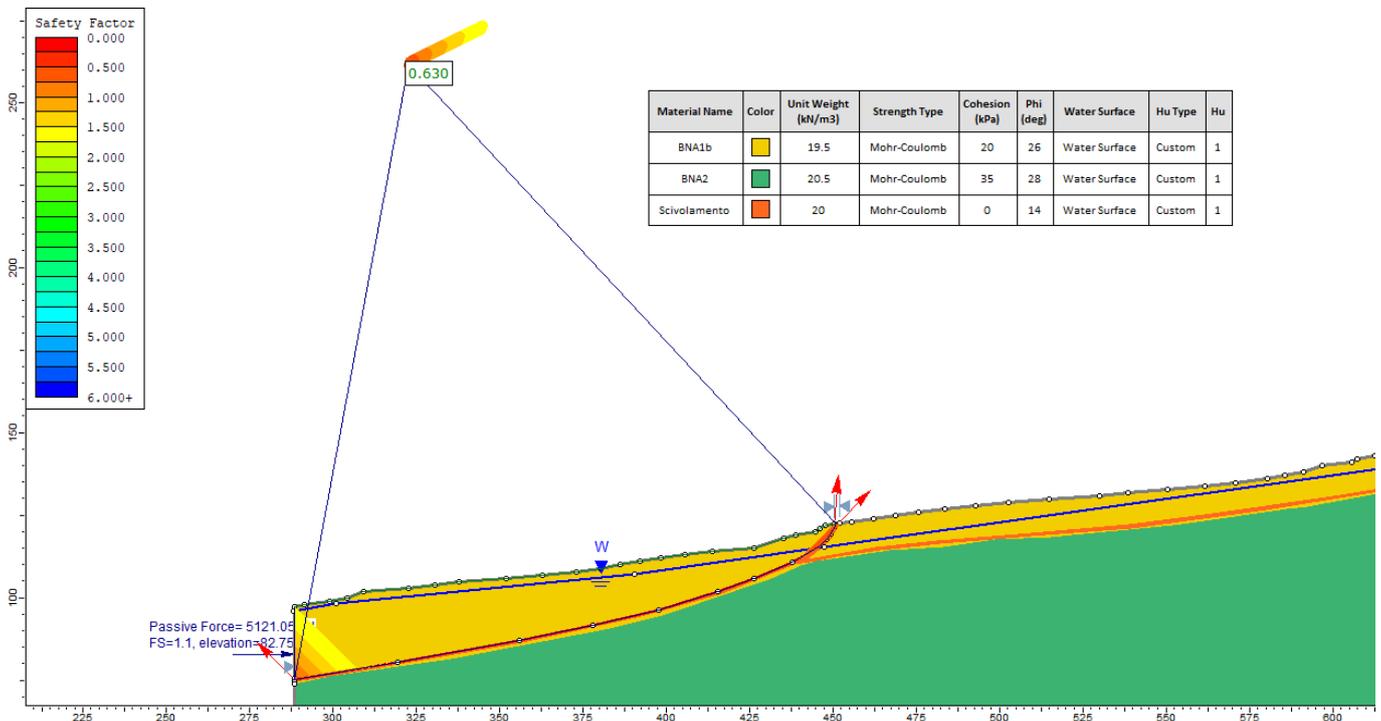
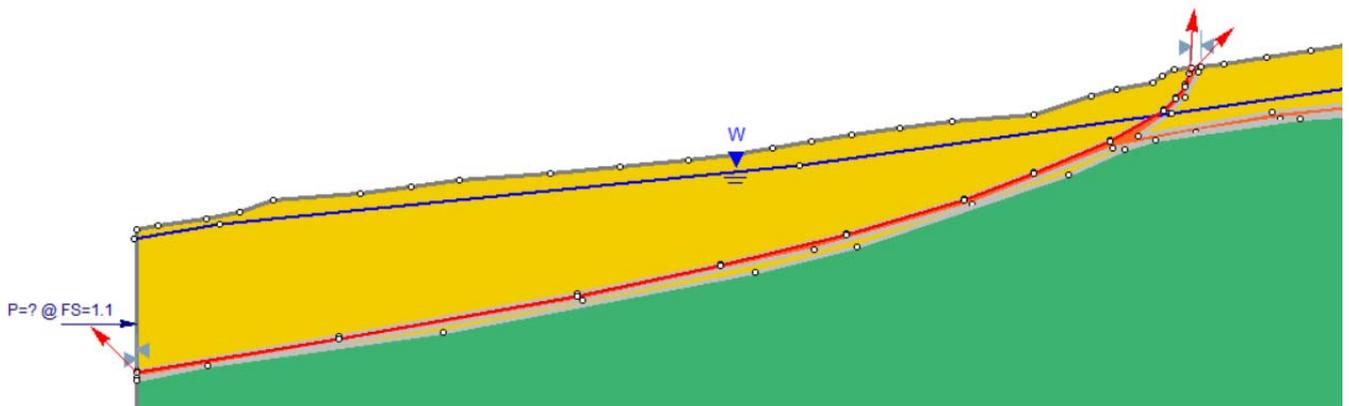


Figura 12-1 – Modello e risultati back-analysis condizione statica – Step 1

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: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 53 di 368

12.2 BACK-ANALYSIS – STEP 2

Per la fase definitiva, in condizioni sismiche si è determinata la reazione stabilizzante (necessaria per ottenere FS=1.0) pari a 9691 kN/m. Di seguito si riportano modello e risultati del calcolo di back-analysis.

Il valore di FS mostrato (significativamente minore di 1) è il valore della minima superficie individuata in assenza di reazione stabilizzante. La reazione mostrata è valore minimo per ottenere il fattore di sicurezza definito.

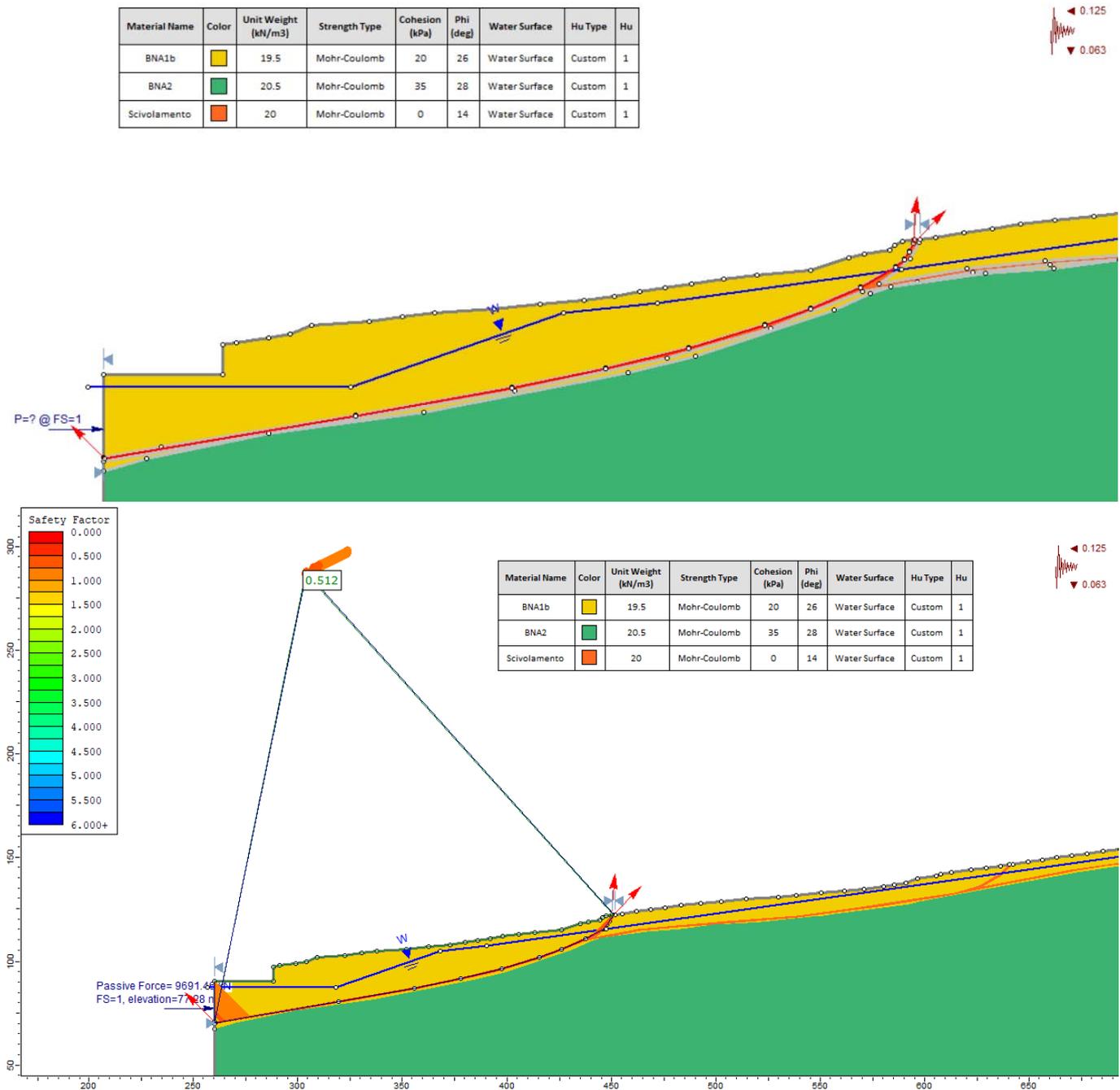


Figura 12-2 – Modello e risultati back-analysis condizione sismica – Step 2

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 54 di 368

13 PREDIMENSIONAMENTO GEOTECNICO DEI SETTI

Una volta determinate le minime resistenze necessarie a stabilizzare il versante, si è proceduto a predimensionare la distribuzione delle file di pali, valutando il numero di pali, l'interasse fra i pali e l'interasse fra le file di pali, e la lunghezza dei pali, verificando che tali setti siano in grado di garantire lo sviluppo della resistenza di taglio necessaria alla stabilizzazione del pendio, attraverso il metodo analitico basato su analisi all'equilibrio limite illustrato nel Paragrafo 9.3.

In particolare, facendo riferimento alla fase definitiva, la spinta di frana risulta pari a circa 10000 kN/m.

In condizione sismica in tensioni efficaci si determina la massima resistenza sviluppabile pari a 26848 kN/m. Questa resistenza risulta maggiore della minima resistenza necessaria per stabilizzare il pendio calcolata da back-analysis, risultando:

$$26848 \text{ kN/m} > 10000 \text{ kN/m}$$

Verificata la capacità del sistema di pali di sviluppare le resistenze richieste per stabilizzare il pendio si deve verificare la stabilità dei setti di pali come illustrato nel Capitolo 9, tenendo conto dei fattori di sicurezza mostrati nel Capitolo 8. In particolare, per il coefficiente ξ_3 si considera un valore pari a 1.4, mentre come γ_T è stato utilizzato un valore pari a 1.3, come prescritto dalle NTC.

Come detto, in via preliminare, in fase di predimensionamento, è stato utilizzato un metodo analitico basato sull'equilibrio limite, determinando così la minima lunghezza di infissione sotto il piano di scorrimento necessaria sufficiente a garantire la stabilità del sistema. Si sottolinea che l'equilibrio è risolto per la rotazione attorno al polo (si fa riferimento allo schema mostrato in Figura 9-3). Di conseguenza si verifica il margine che si ha sull'equilibrio alla traslazione. La minima lunghezza di infissione (sotto il piano di scorrimento) risulta pari a 24 m.

In conclusione, il predimensionamento dei setti di pali ottenuto risulta:

- File di 35 pali;
- Diametro 1500 mm e passo 1800 mm;
- Lunghezza pali 46 m;
- Interasse pali 7 m.

Di seguito si riportano i tabulati del calcolo analitico.

Nel capitolo successivo si procederà con il dimensionamento e l'ottimizzazione dei setti di pali utilizzando un modello numero avanzato di interazione terreno-struttura FEM tridimensionale che permette di affrontare il problema con maggiore dettaglio.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 55 di 368

γ_1	19.5	kN/m ³	γ_2	20.5	kN/m ³
ϕ_1 k	26	°	γ'_2	10.5	kN/m ³
ϕ_1 d	26	°	ϕ_2 k	28	°
kO ₁	0.562	-	ϕ_2 d	28	°
c ₁ '	20.0	kPa	kO ₂	0.531	-
c ₁ ' d	20.0	kPa	c ₂ '	35	kPa
γ'_1	9.5	kN/m ³	c ₂ ' d	35	kPa
H totale	46.0	m	B	61.2	m
H palo utile	22	m	d _F	7	m
z _w (da p.c.)	10	m	i	24.0	m
n pali	35	-	o	16.96	m
Diametro pali	1.5	m	u	7.04	m
interasse pali	1.8	m			
L palificata	61.2	m	F	70000	kN
A palificata	1346.4	m ²	σ'_z (O)	487	kPa
interasse palificate	7	m	σ'_z (H _{tot})	561	kPa
interasse effettivo	7	m	$\tau_{attritiva}$ (O)	137.4	kPa
			$\tau_{attritiva}$ (H _{tot})	158.3	kPa
σ'_z (z _w)	195.0	kPa	Ho _{c,cost}	72663.2	kN
$\tau_{attritiva}$ (z _w)	53.4	kPa	Ho _{attr,cost}	175726.1	kN
σ'_z (H _{utile})	309.0	kPa	Ho _{attr,lin}	54768.1	kN
$\tau_{attritiva}$ (H _{utile})	84.6	kPa	Hu _{c,cost}	30152.8	kN
Res. taglio sopra falda	28585	kN	Hu _{attr,cost}	118374.1	kN
Res. taglio sotto falda	65383	kN	Hu _{attr,lin}	8980	kN
Res. taglio (2 facce)	187936	kN	csi3	1.4	-
			Hu _{c,cost} d	16567.5	kN
Resistenza totale	187936	kN	Hu _{attr,cost} d	65040.7	kN
p stabilizzante	26848	kN/m	Hu _{attr,lin} d	4934.1	kN
SF	2.68	-	Hb	20614	kN
			Hb d	11326.4	kN
			σ'_h (H _{utile})	163.9	kPa
			σ'_h (o)	258.4	kPa
			Hv _{cost}	4170.8	kN
			Hv _{lin}	1202.0	kN
			Hv _{cost} d	2291.7	kN
			Hv _{lin} d	660.4	kN
			Eq	3.31E-07	kNm
			check	1.02	

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 56 di 368

14 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA GEOTECNICA DEI SETTI DI PALI – MODELLO FEM 3D

14.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO

Con lo scopo di verificare e ottimizzare il dimensionamento preliminare dei setti di pali, sono state eseguite una serie di analisi avanzate di interazione terreno-struttura tramite modelli tridimensionali a elementi finiti utilizzando il software PLAXIS 3D. Sia per gli elementi che costituiscono il terreno, sia per gli elementi del palo sono stati utilizzati modelli elastoplastici. Il modello tridimensionale viene definito impiegando elementi finiti tetraedrici a 10 nodi.

I pali e la trave di collegamento sono stati modellati tramite elementi di volume. In particolare, i pali sono stati modellati tramite il *Mohr-Coulomb Model* di PLAXIS, modello lineare elastico perfettamente plastico. I parametri di resistenza del modello sono stati calibrato al fine di simulare la stessa resistenza flessionale della sezione del palo in calcestruzzo armato. La trave di collegamento è stata invece modellata tramite un modello lineare elastico.

Le forze generalizzate nei pali sono state estratte attraverso lo strumento di PLAXIS *Structural forces in volume piles* che permette di integrare gli sforzi di ogni sezione dell'elemento di volume.

Per concludere, l'interfaccia suolo-struttura è stata descritta con elementi dedicati (*Interface elements*), lungo i quali è stato imposto un abbattimento della resistenza pari a 1/3.

Il modello numerico utilizzato nelle analisi è riportato nella seguente figura.

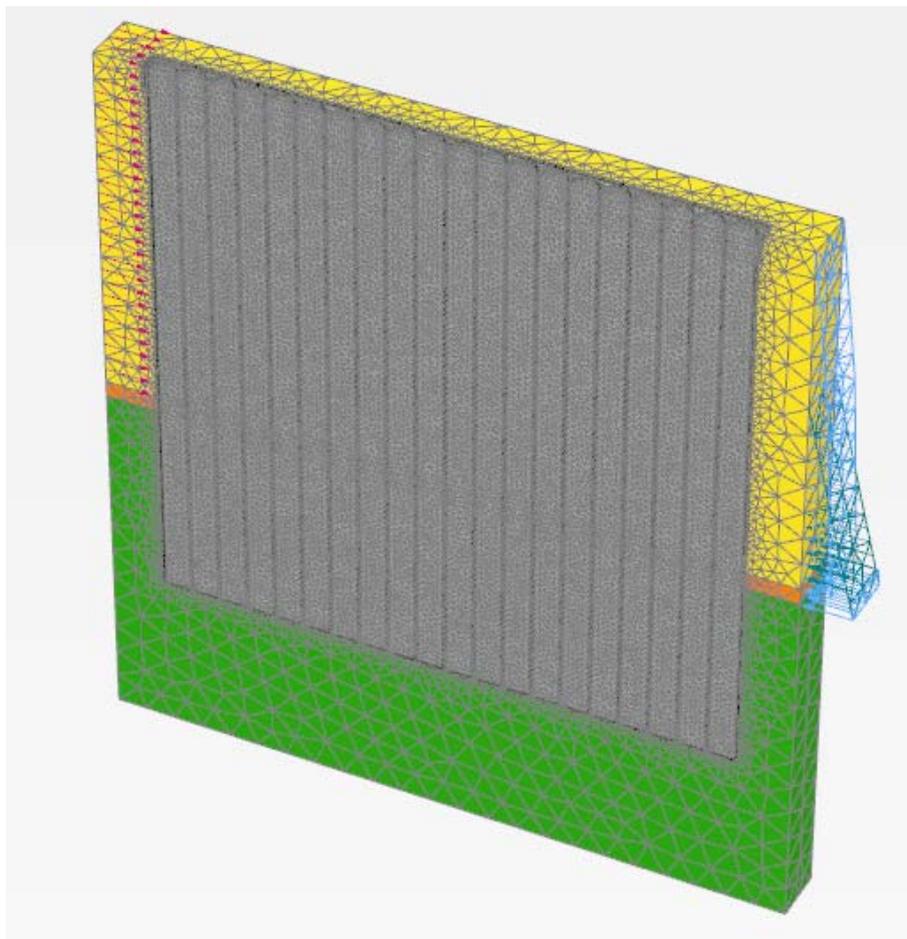


Figura 14-1 - Modello di calcolo PLAXIS 3D

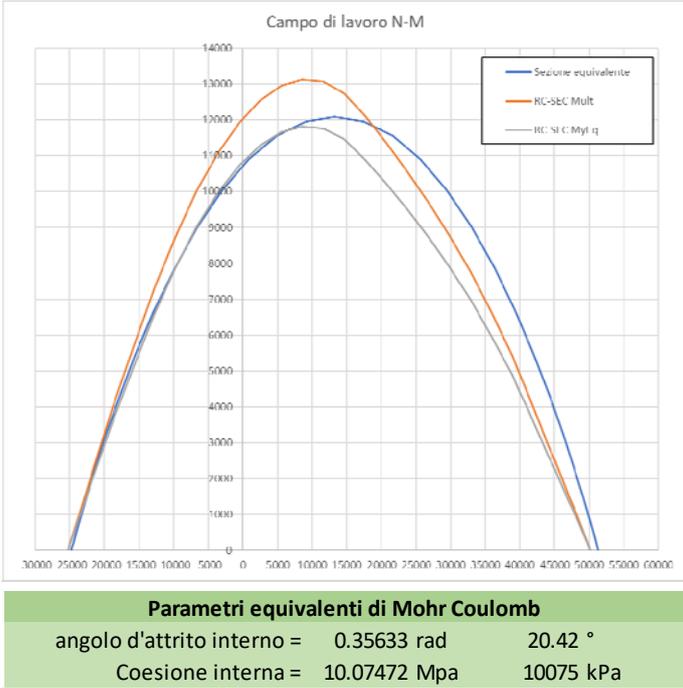
APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 57 di 368

Material set						
Identification number		1	2	3	4	
Identification	BNA1b	Scorrimento	BNA2	Clis-Armato-ELPL		
Soil model	Mohr-Coulomb	▼ Mohr-Coulomb	▼ Mohr-Coulomb	▼ Mohr-Coulomb	▼	
Drainage type	Drained	▼ Drained	▼ Drained	▼ Non-porous	▼	
Colour	 RGB 250, 225, 30	 RGB 244, 131, 11	 RGB 43, 165, 18	 RGB 170, 172, 172		
Comments						
Unit weights						
γ_{unsat}	kN/m ³	19.50	19.50	20.50		25.00
γ_{sat}	kN/m ³	19.50	19.50	20.50		25.00
Void ratio						
e_{init}		0.5000	0.5000	0.5000		0.5000
n_{init}		0.3333	0.3333	0.3333		0.3333
Stiffness						
E'_{ref}	kN/m ²	50.00E3	50.00E3	145.0E3		30.00E6
E_{ref}	kN/m ²	50.00E3	50.00E3	145.0E3		30.00E6
$E_{u,ref}$	kN/m ²	50.00E3	50.00E3	145.0E3		30.00E6
ν (nu)		0.3000	0.3000	0.3000		0.1500
ν_u (nu)		0.3000	0.3000	0.3000		0.1500
Alternatives						
G_{ref}	kN/m ²	19.23E3	19.23E3	55.77E3		13.04E6
E_{oed}	kN/m ²	67.31E3	67.31E3	195.2E3		31.68E6
Depth-dependency						
E'_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000	0.000		0.000
$E_{u,inc}$	kN/m ² /m	0.000	0.000	0.000		0.000
E_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000	0.000		0.000
z_{ref}	m	0.000	0.000	0.000		0.000
Wave velocities						
V_s	m/s	98.36	98.36	163.4		2262
V_p	m/s	184.0	184.0	305.6		3526
Strength						
Shear						
c_{ref}	kN/m ²	20.00	0.000	35.00		10.08E3
c'_{ref}	kN/m ²	20.00	0.000	35.00		10.08E3
$s_{u,ref}$	kN/m ²	20.00	0.000	35.00		10.08E3
ϕ (phi)	°	26.00	1.000	28.00		20.42
ϕ' (phi)	°	26.00	1.000	28.00		20.42
ϕ_u (phi)	°	26.00	1.000	28.00		20.42
ψ (psi)	°	0.000	0.000	0.000		0.000

Figura 14-2 – Parametri materiali modello PLAXIS 3D

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 58 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

I parametri di resistenza del materiale utilizzato per modellare la sezione in calcestruzzo armato sono stati calibrati con un foglio di calcolo Excel a partire dalle tensioni di snervamento ottenute calibrando un modello di campo di lavoro di una sezione circolare piana con i risultati del dominio N-M ottenuti attraverso RCSEC.



Per quanto riguarda i parametri del terreno si fa riferimento alla Relazione Geotecnica Generale [19]. Al fine di mantenere il modello gestibile da un punto di vista numerico, il piano del modello è stato considerato orizzontale e l'inclinazione del pendio (di circa 10° rispetto l'orizzontale) è stata considerata abbattendo l'angolo di resistenza al taglio residuo della superficie di scorrimento. In particolare, facendo riferimento allo schema riportato in Figura 14-3 si può scrivere:

$$\tau_{orizzontale} = \tau_{resistente} - \tau_{agente pendio} = \sigma_p \cos^2 \alpha \tan \varphi - \sigma_p \sin \alpha \cos \alpha = \sigma_p \cos^2 \alpha (\tan \varphi - \tan \alpha)$$

In questo modo il modello FEM orizzontale tiene in conto l'inclinazione del pendio.

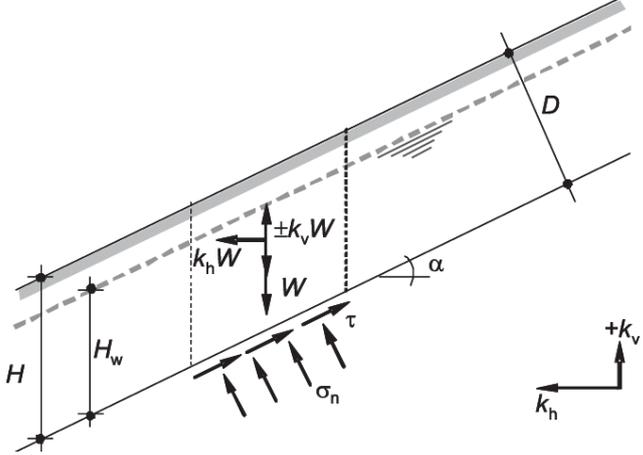


Figura 14-3 – Schema pendio infinitamente esteso

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 59 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

Il modello concettualmente replica una prova di taglio sul complesso terreno-struttura. Nel modello, dopo aver inizializzato le tensioni geostatiche, vengono inseriti i pali dei setti e infine viene imposto uno spostamento al corpo di frana, in sovrascorrimento sopra il terreno stabile.

In particolare, si sono seguiti i seguenti step di calcolo:

- Inizializzazione tensioni geostatiche;
- Cambio BC sui bordi di monte e di valle (rispetto al movimento), imponendo vincoli in direzione orizzontale, al fine di "predisporre" il modello allo scorrimento orizzontale;
- Verifica BC sul bordo di valle del corpo di frana, sostituendo al vincolo in direzione orizzontale il valore della tensione geostatica;
- Attivazione dei setti di pali;
- Imposizione di uno spostamento orizzontale sul bordo di monte del corpo di frana.

MODELLO FEM 3D

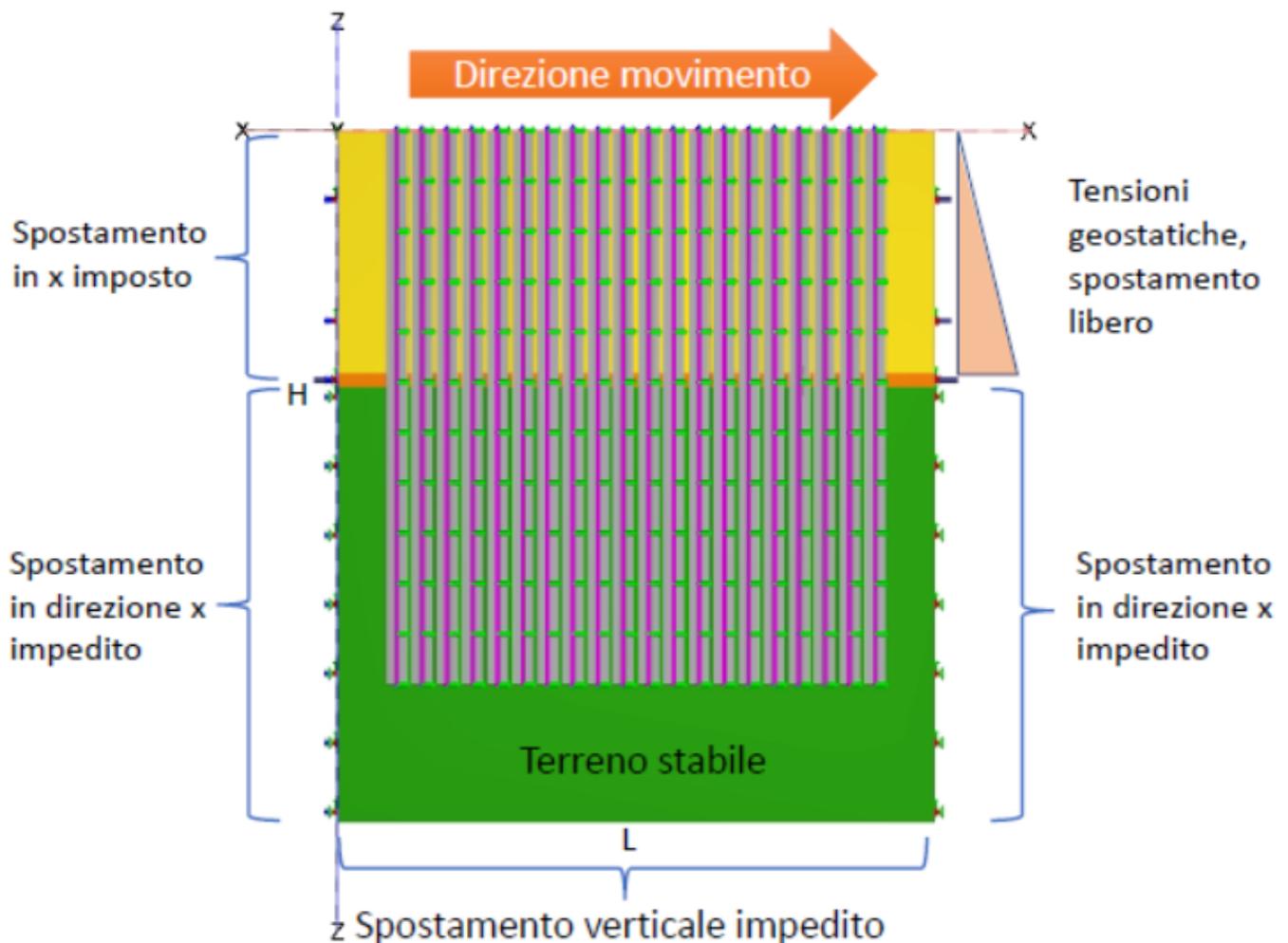


Figura 14-4 Schematizzazione concettuale modello PLAXIS 3D

APPALTATORE: Conorzio 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: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 60 di 368

Si fa notare che la tensione geostatica di valle è stata inserita al fine di garantire la stabilità del modello e ottenere la convergenza numerica, in fase di post-processing il valore di resistenza ottenuto tramite la curva carico-spostamento è stato detratto di questo contributo (pari all'integrale dello sforzo geostatico sulla superficie laterale di valle sopra il piano di scorrimento).

$$F_x \text{ NETTA} = F_x \text{ Calcolata} - F_x \text{ geostatica}$$

Il risultato principale dell'analisi è la curva carico-spostamento (valutata per specifici punti della fila di pali) dell'intera struttura, che fornisce la capacità del sistema di resistere alla spinta della frana.

Prima di passare ai risultati, alle verifiche e agli approfondimenti nella seguente figura si mostra un estratto della planimetria delle fasi di realizzazione [25] al fine di fare chiarezza sulle opere di FASE I e FASE II.

I pali di FASE I (in verde nell'immagine) saranno realizzati a partire dal piano campagna originario e sono dimensionati per resistere alle azioni della frana calcolate nello STEP 1 e nello STEP 2. Per questo secondo scenario, i pali di FASE I lavoreranno in collaborazione ai pali di FASE II (in rosso nell'immagine), che saranno realizzati dopo lo scavo del piazzale.

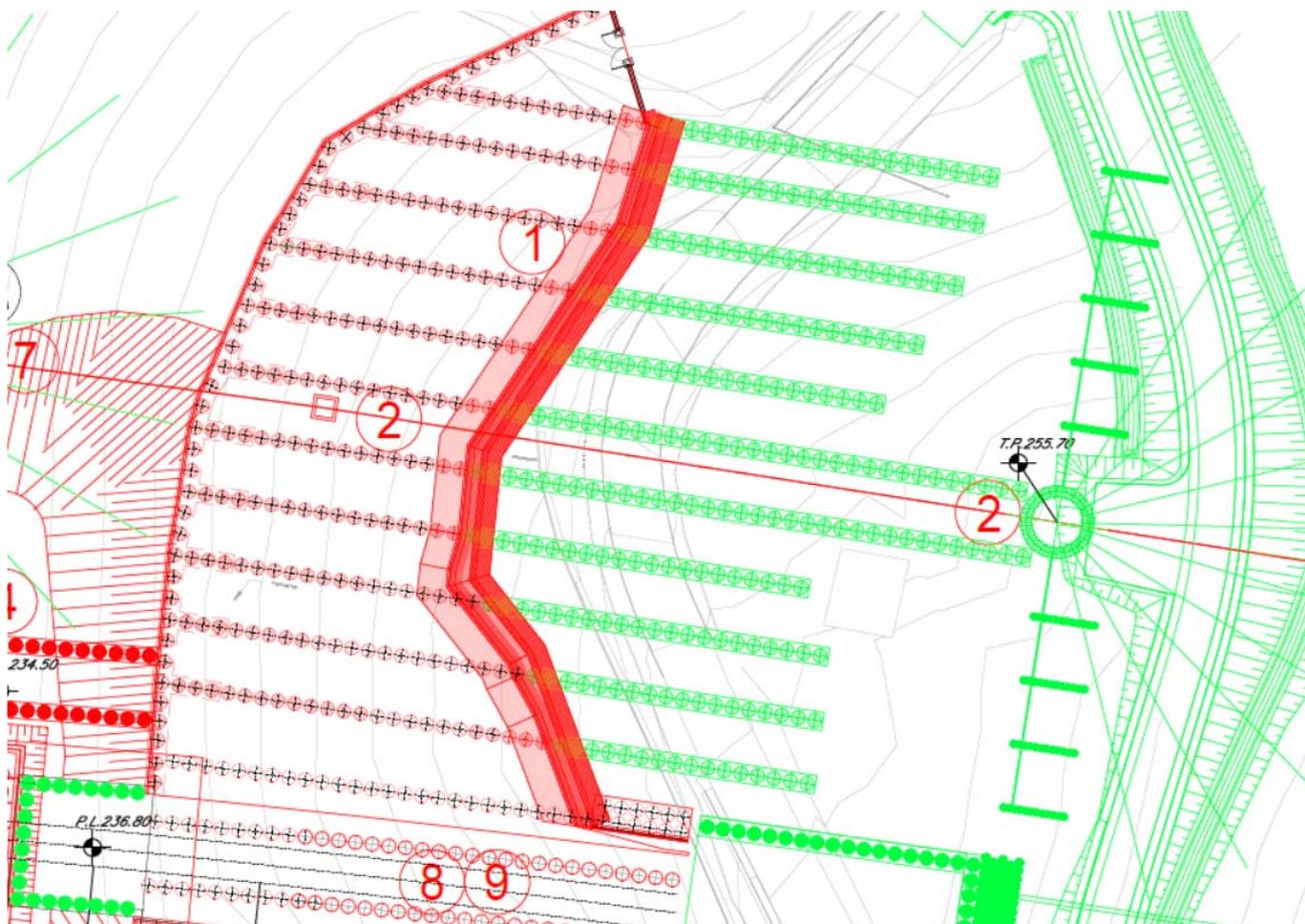


Figura 14-5 – Estratto da planimetria fasi costruttive [25]

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 61 di 368

14.2 MODELLO FASE I

Tramite il modello PLAXIS 3D è stato possibile verificare e ottimizzare i setti di pali di FASE I, che avranno le seguenti caratteristiche:

- Lunghezza pari a 35 m;
- Diametro 1500 mm e passo 1800 mm;
- Trave di collegamento 2 m x 1.5 m;
- Interasse file pari a 7 m;
- 20 pali per fila (il numero è rappresentativo per la sezione tipologica);

Come rappresentato nella seguente immagine estratta dalla tavola delle sezioni longitudinali dei pali [26].

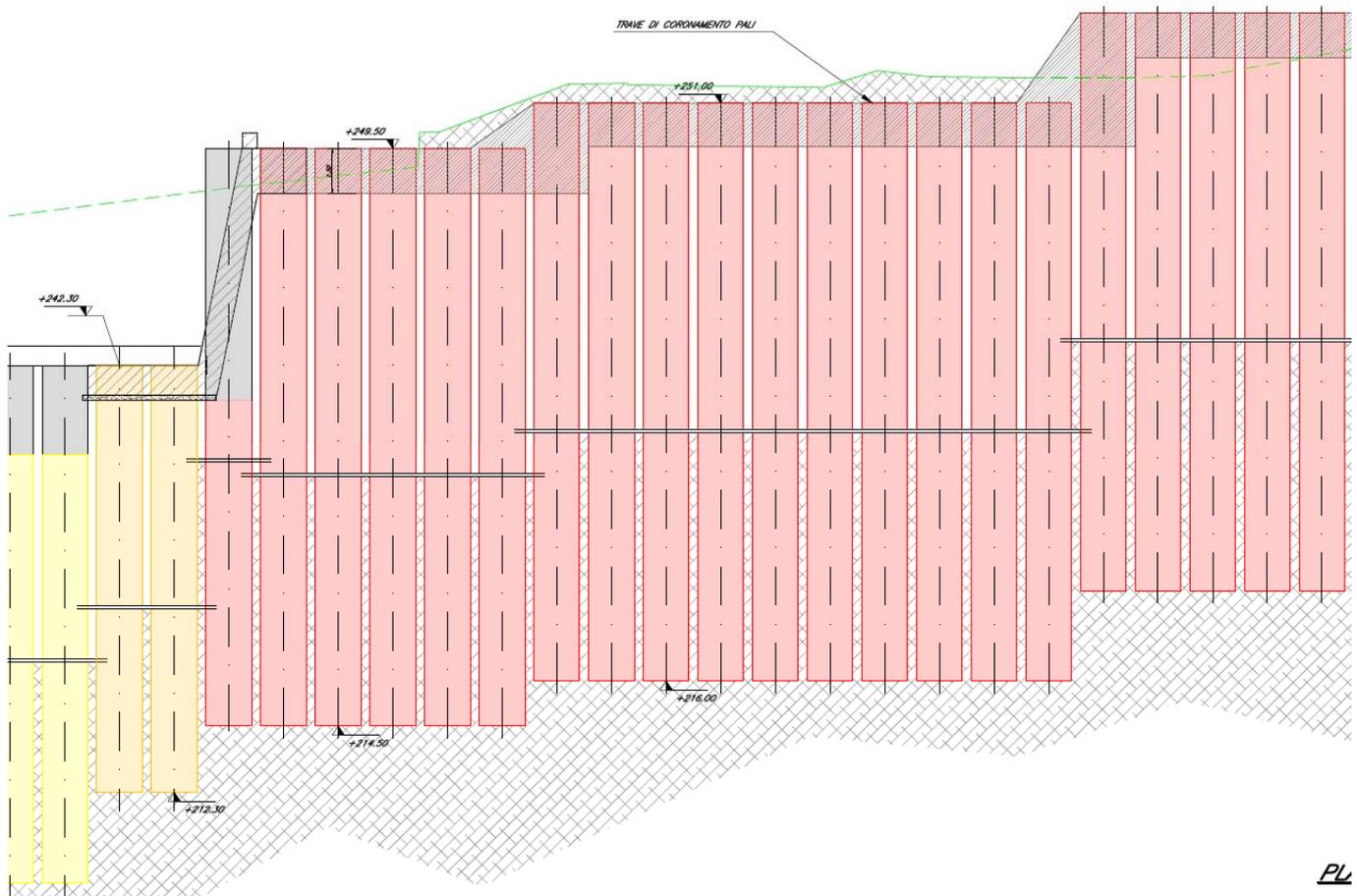


Figura 14-6 – Estratto da sezioni longitudinali pali FASE I [26]

Di seguito si riporta il modello di calcolo utilizzato per stimare la curva di carico-spostamento per i pali di FASE I.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 62 di 368

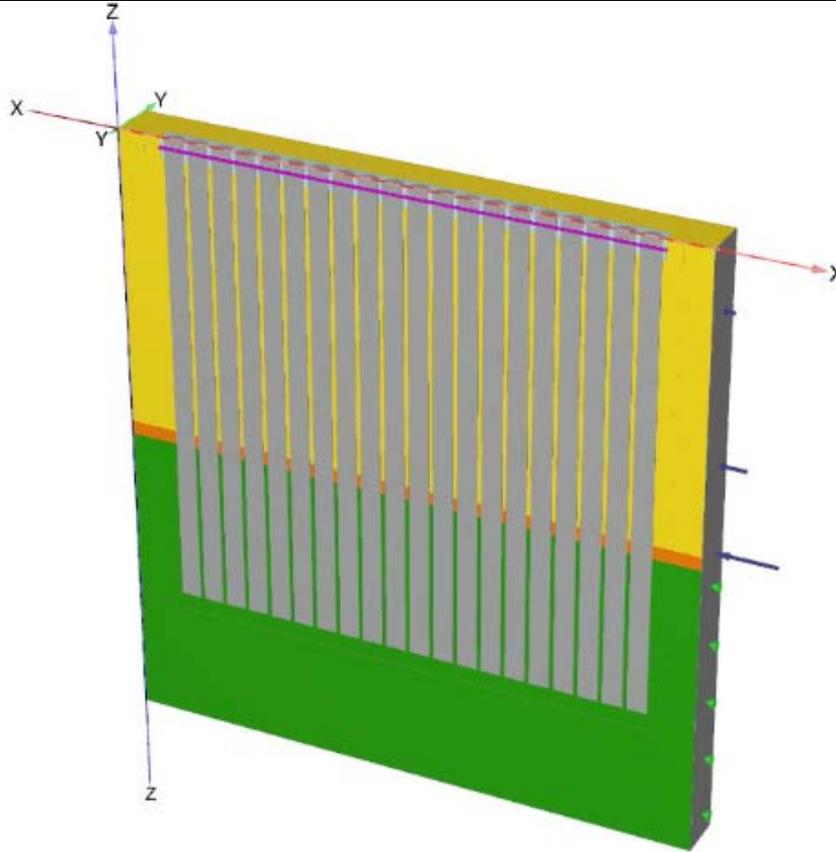


Figura 14-7 – Modello di calcolo per pali FASE I

Nel seguente grafico si riporta la curva carico-spostamento ottenuta valutando gli spostamenti della testa dell'ultimo palo a valle. Come si può notare la curva ha un comportamento non lineare dato dal comportamento assegnato al terreno e agli elementi costituenti i pali. I risultati di questa analisi saranno commentati più avanti.

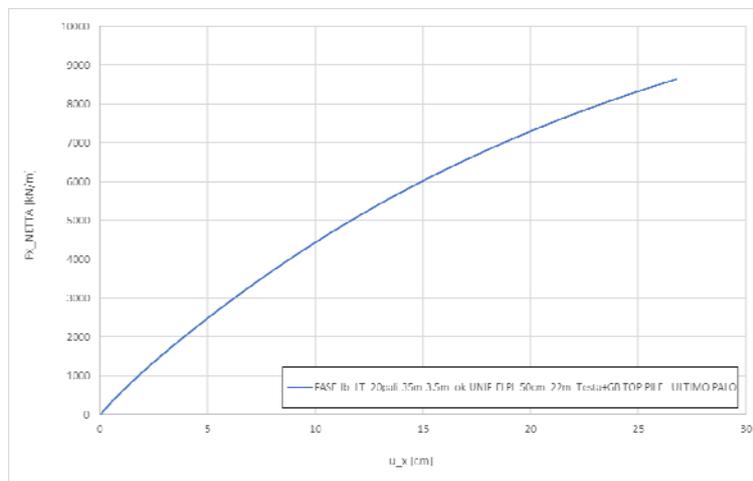


Figura 14-8 – Curva carico-spostamento FASE I

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 63 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

14.3 MODELLO FASE II

Tramite il modello PALAXIS 3D è stato possibile verificare e ottimizzare i setti di pali di FASE II, che avranno le seguenti caratteristiche:

- Lunghezza pari a 30 m;
- Diametro 1500 mm e passo 1800 mm;
- Nessuna trave di collegamento;
- Interasse file pari a 7 m;
- 15 pali per fila (il numero è rappresentativo per la sezione tipologica).

Come rappresentato nella seguente immagine estratta dalla tavola delle sezioni longitudinali dei pali [26].

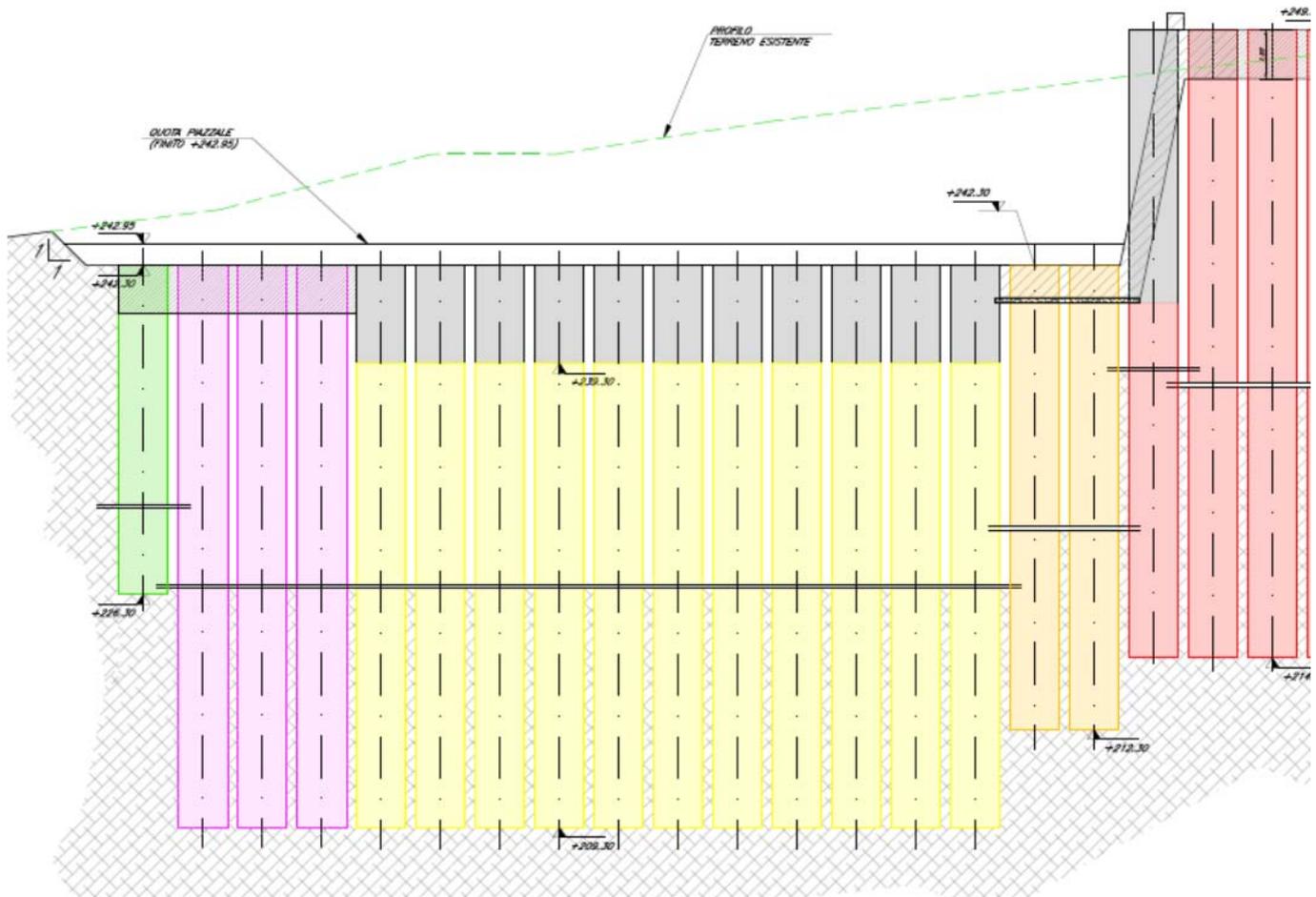


Figura 14-9 – Estratto da sezioni longitudinali pali FASE II [26]

Di seguito si riporta il modello di calcolo utilizzato per stimare la curva di carico-spostamento per i pali di FASE II.

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 64 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

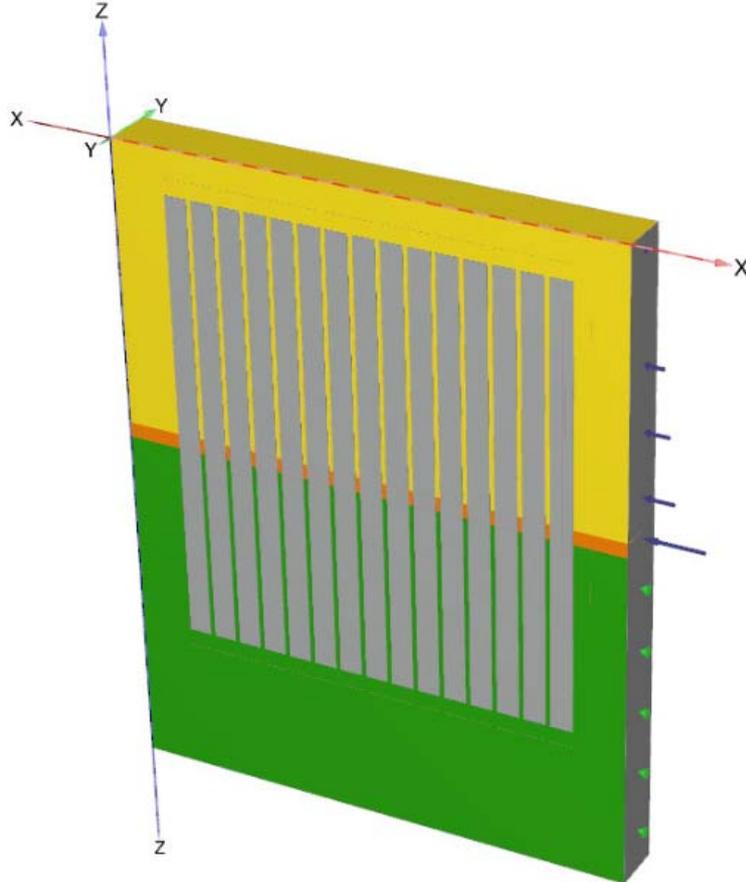


Figura 14-10 – Modello di calcolo per pali FASE II

Nel seguente grafico si riporta la curva carico-spostamento ottenuta valutando gli spostamenti della testa dell'ultimo palo a valle. Come si può notare la curva ha un comportamento non lineare dato dal comportamento assegnato al terreno e agli elementi costituenti i pali. I risultati di questa analisi saranno commentati più avanti.

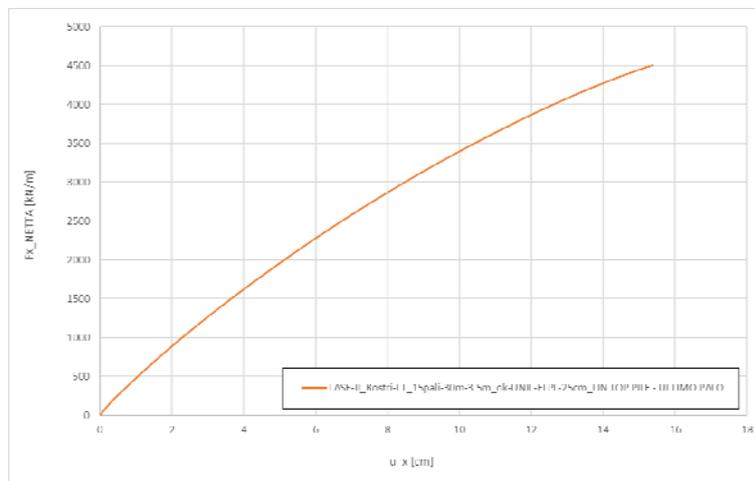


Figura 14-11 – Curva carico-spostamento FASE II

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 65 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

14.4 VERIFICA STABILITÀ DEI SETTI DI PALI – SLU (GEO)

Come mostrato nel paragrafo 12.2 la spinta dimensionante l'intervento di stabilizzazione in condizione sismica, nello scenario definitivo, è pari a 10000 kN/m.

Per valutare la capacità dell'intero sistema di sviluppare la resistenza necessaria a stabilizzare la spinta della porzione di volume in frana, dopo aver valutato separatamente i contributi stabilizzanti sviluppabili dai pali di FASE I e dai pali di FASE II come mostrato nei precedenti paragrafi, si sono sovrapposti gli effetti, imponendo la congruenza fra gli spostamenti del punto sommitale del palo di monte di FASE II e del punto alla stessa quota del palo di valle di FASE I. Il punto di congruenza è indicato da una croce rossa nella seguente immagine.

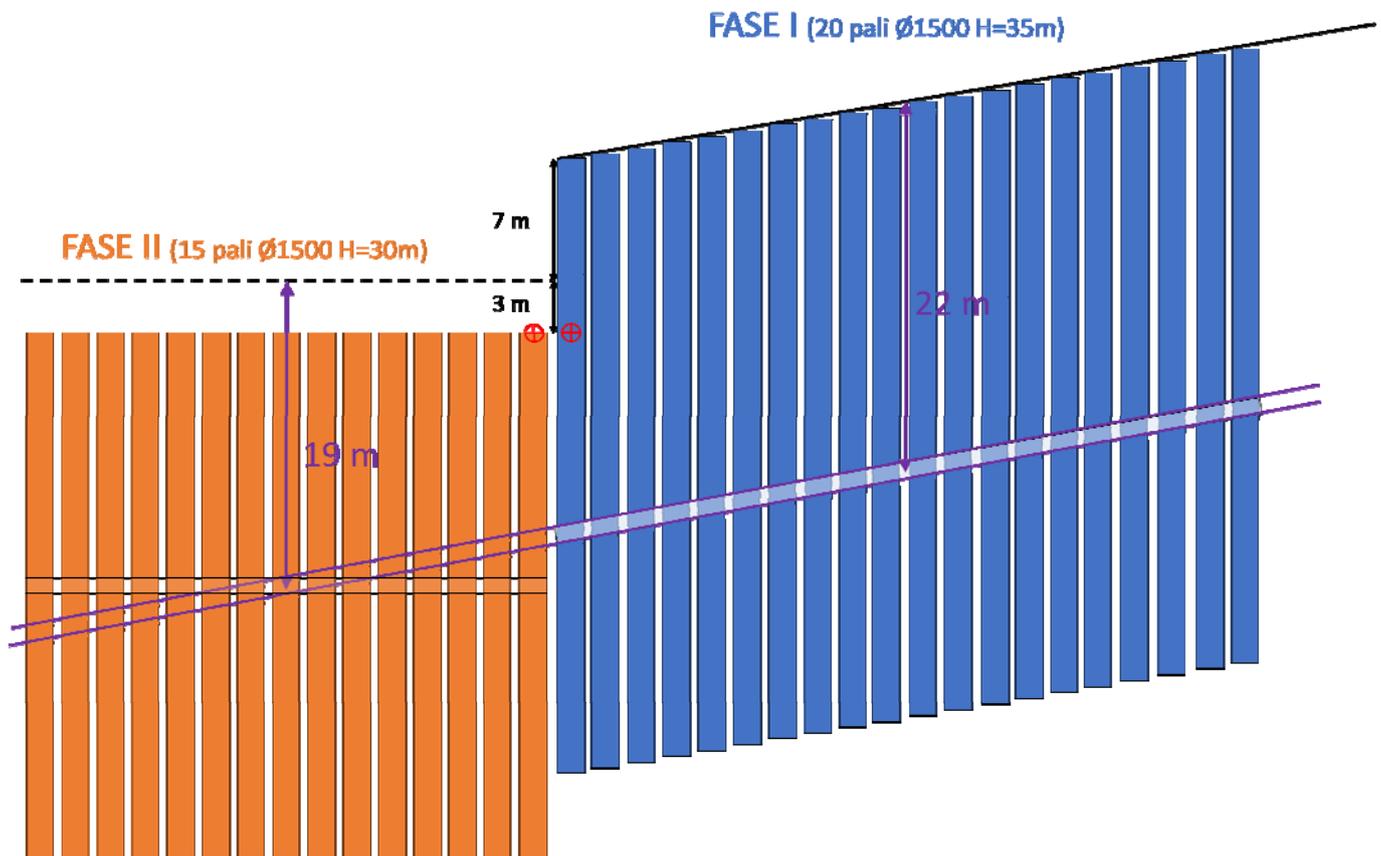


Figura 14-12 – Schematizzazione dell'intervento di stabilizzazione FASE I + FASE II

A partire dalle curve di carico-spostamento calcolate per entrambi i sistemi separatamente (FASE I e FASE II) per il punto di congruenza indicato, è possibile stimare la curva-carico spostamento del sistema globale. Si è considerato, a livello cautelativo, un fattore pari a 0.9 nel sommare gli effetti, ovvero:

$$E_{N \text{ SISTEMA}} = 0.9 (E_{N \text{ NETTA FASE I}} + E_{N \text{ NETTA FASE II}})$$

Di seguito si riporta il grafico del risultato ottenuto.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 66 di 368

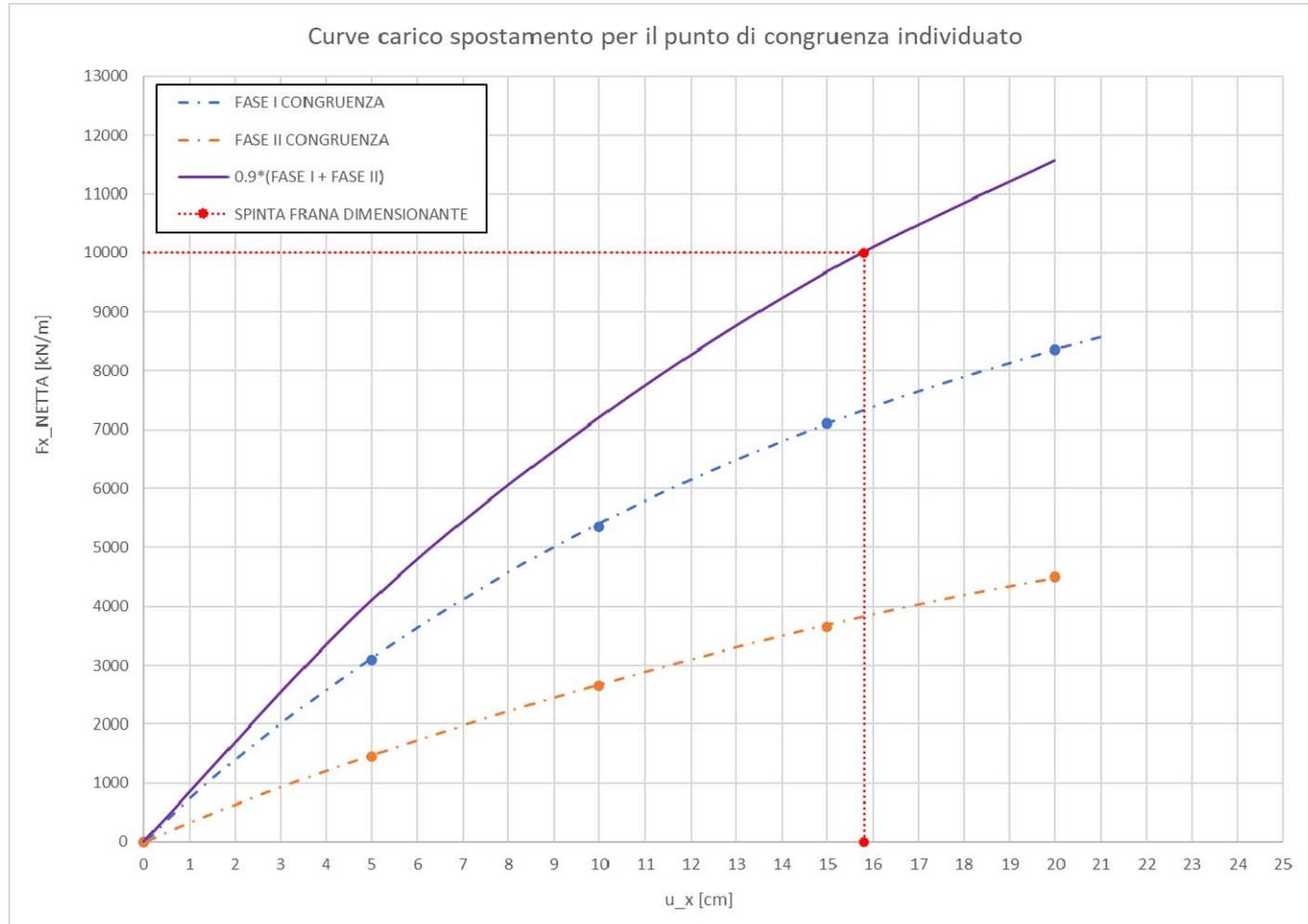


Figura 14-13 – Risultati curva-carico spostamento per intervento stabilizzante

A partire da questo risultato è possibile valutare la capacità del sistema di resistere ai carichi trasversali, ed entrando nel grafico con il valore della spinta del volume di terra in frana dimensionante si può verificare la capacità del sistema di resistere a tale carico.

Come mostrato in Figura 14-13, il sistema è in grado di sviluppare una resistenza maggiore di quella richiesta e pertanto il sistema risulta verificato dal punto di vista della stabilità geotecnica SLU (GEO).

Inoltre, sempre a partire da questi risultati, è possibile definire lo stato di sollecitazione e deformazione dei pali di FASE I e pali di FASE II, per lo scenario SLU, identificando lo step di calcolo corrispondente a tale spostamento dei rispettivi modelli. Si ottiene quindi:

- Pali di FASE I: step di calcolo 126 ($F_x = 7353 \text{ kN/m}$);
- Pali di FASE II: step di calcolo 94 ($F_x = 3863 \text{ kN/m}$).

Per questi step di calcolo si estraggono quindi le sollecitazioni su ogni palo di entrambe le fasi al fine di procedere al dimensionamento strutturale dei pali (e della trave di collegamento per la FASE I) e alle verifiche SLU (STR).

Di seguito, per dare una visione d'insieme delle deformazioni dei pali lungo tutto l'allineamento da monte verso valle, si riportano in un grafico gli spostamenti dei pali estremi (palo di monte e palo di valle per FASE I e per FASE II) per i rispettivi step di calcolo relativi alla condizione SLU. Nel cerchio rosso si evidenzia il punto di congruenza imposto. Nell'immagine si evidenziano le quote della superficie di scorrimento per i due modelli di calcolo, come già

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.		RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 67 di 368

anticipato in entrambi i modelli la superficie di scorrimento è modellata per semplicità come una superficie orizzontale piana e pertanto hanno quote differenti. In questo grafico si mostra come la congruenza risulti rispettata anche a livello di spostamento in corrispondenza della superficie di scivolamento (freccia rossa).

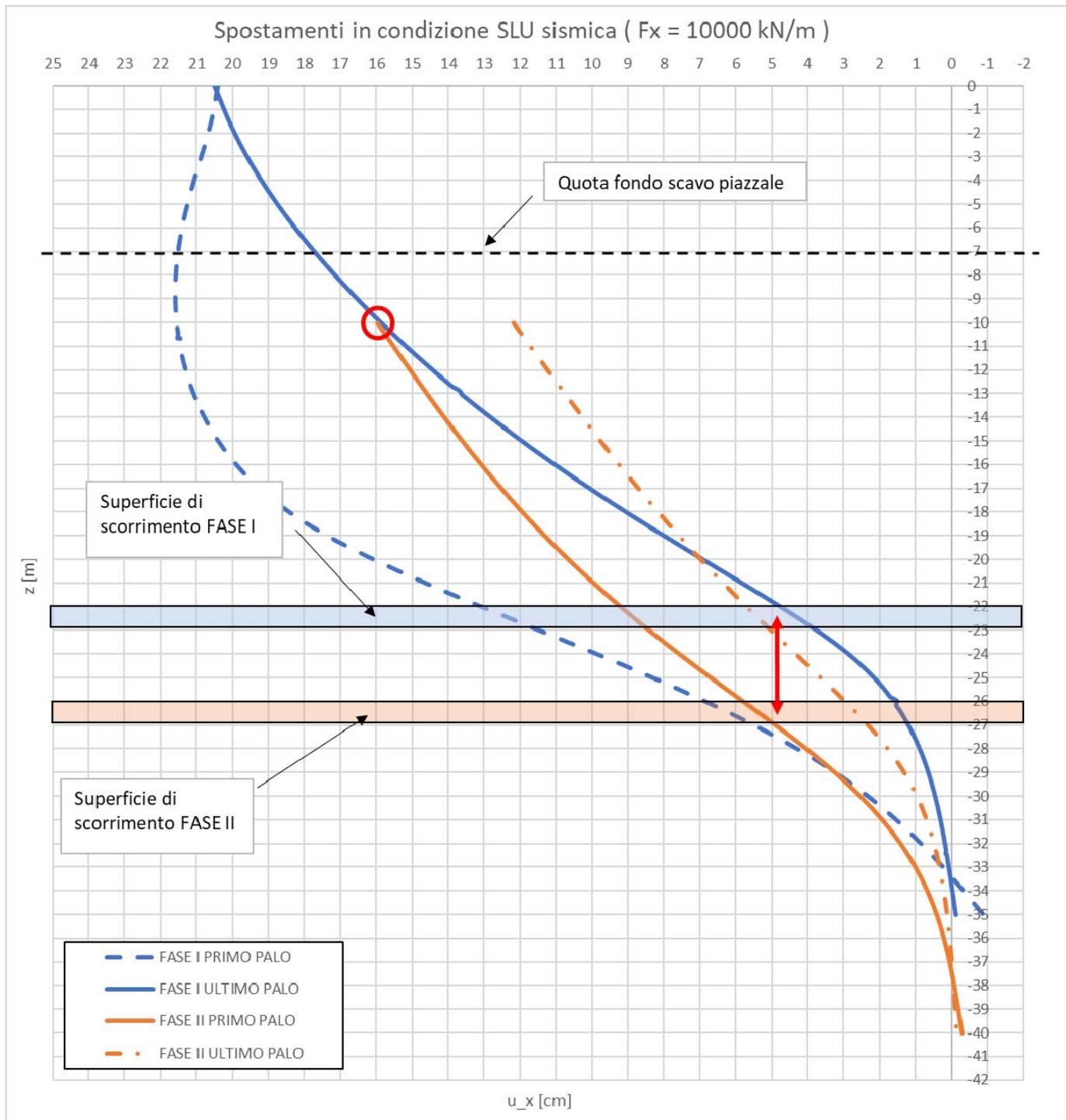
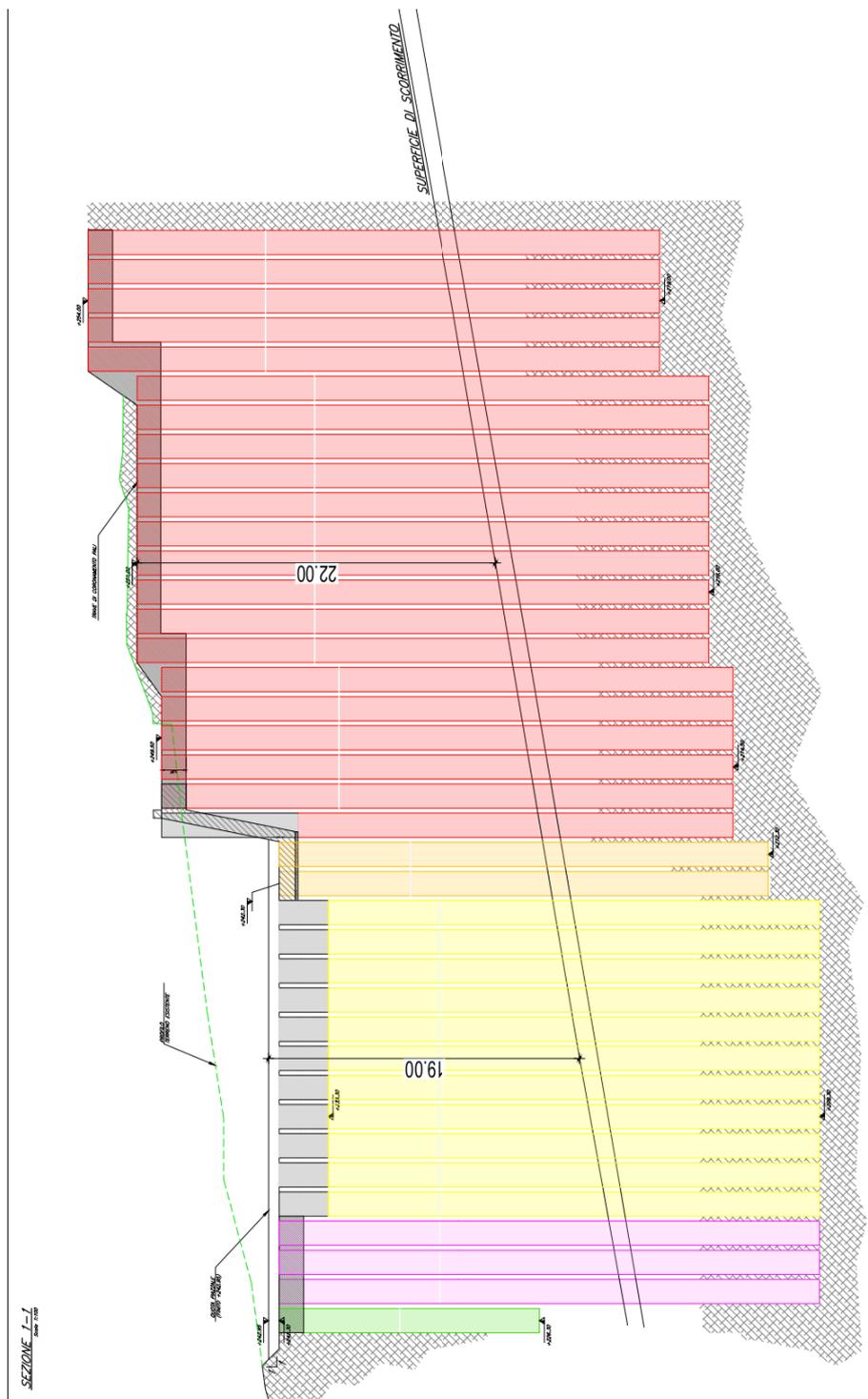


Figura 14-14 – Risultati spostamento pali FASE I e FASE II in condizione SLU

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.	<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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>68 di 368</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	68 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	68 di 368													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																		

Infine, con lo scopo di dare evidenza della posizione della superficie di scorrimento rispetto all'infissione dei setti di pali e di mostrare la coerenza del modello di calcolo con il contesto geomorfologico definito, nella seguente immagine si riporta la sezione longitudinale dei setti di pali con la rappresentazione della superficie di scorrimento.



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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 69 di 368

14.5 APPROFONDIMENTI

Rispetto al modello analitico, i modelli di calcolo sviluppati con PLAXIS 3D hanno permesso di analizzare con un dettaglio decisamente maggiore il problema di interazione terreno-struttura, ottimizzando il dimensionamento dei setti e verificandone il principio di funzionamento. In questo paragrafo si mostrano i risultati di alcune delle analisi svolte per verificare il modello e per approfondirne alcuni aspetti.

14.5.1 Meccanismo stabilizzante setti di pali – ottimizzazione lunghezza

Per prima cosa si sottolinea che con l'utilizzo di un modello di calcolo tridimensionale ha permesso di studiare e di considerare nel dimensionamento il meccanismo completo di stabilizzazione offerto dal setto soggetto alla spinta della frana. Se nel modello analitico il momento stabilizzante era calcolato considerando solo la componente orizzontale dell'attrito all'interfaccia terreno-struttura, con i modelli tridimensionali si è tenuto conto delle azioni verticali scambiate sempre all'interfaccia. In particolare, come si può notare dai grafici delle azioni assiali nei pali, la spinta della frana tende a "sollevare" i primi pali a monte, in particolare nella porzione di terreno in frana, e a comprimere i successivi. In Figura 14-15 si riportano i valori delle azioni assiali confrontate con l'azione di un palo soggetto al peso proprio, riportata in tratteggio rosso.

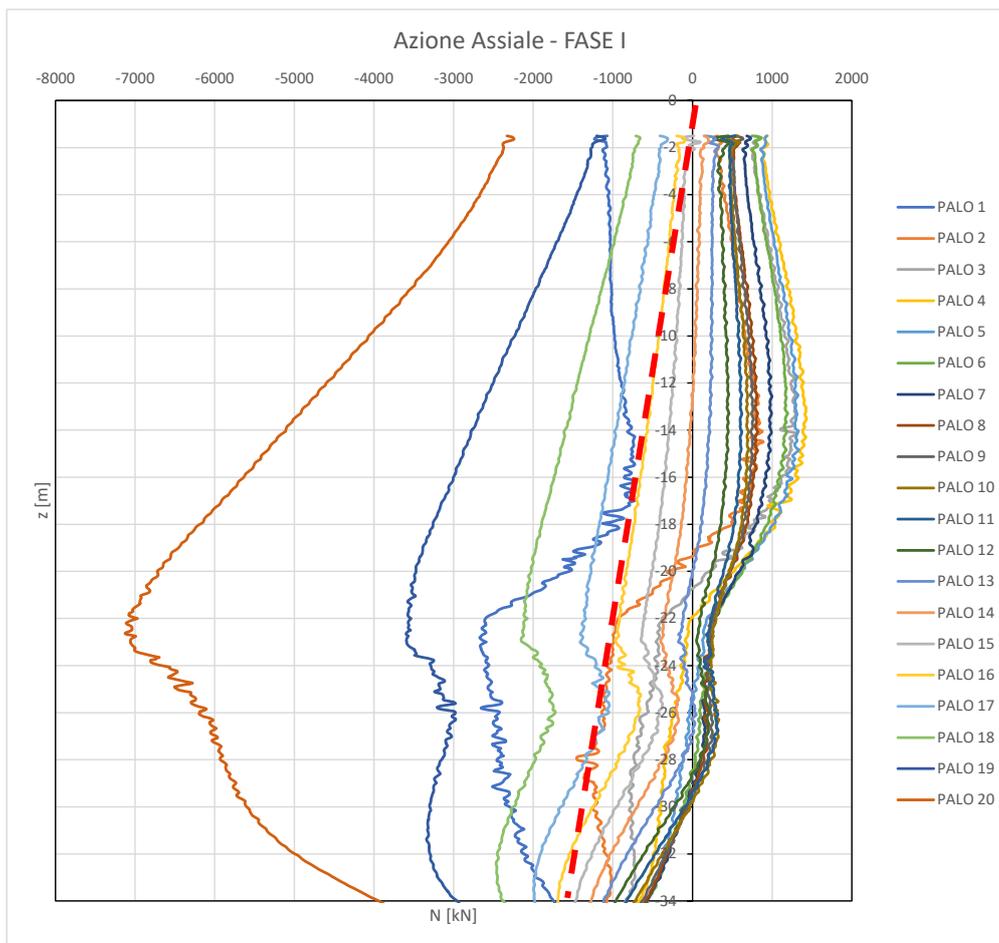


Figura 14-15 – Azione assiale nei pali estratta da modello PLAXIS 3D

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 70 di 368

Questo meccanismo si traduce in una componente aggiuntiva al momento stabilizzante che ha portato a ottimizzare il dimensionamento dei setti, in particolare riducendo la lunghezza dei pali determinata tramite il metodo analitico.

14.5.2 Valutazione spostamenti pali e terreno

Il passaggio da un metodo di analisi basato su un approccio all'equilibrio limite ad un'analisi elasto-plastica ha permesso di studiare il campo di spostamenti del palo e del terreno circostante. Come si riporta nelle seguenti immagini.

Output Version 22.0.0.1733

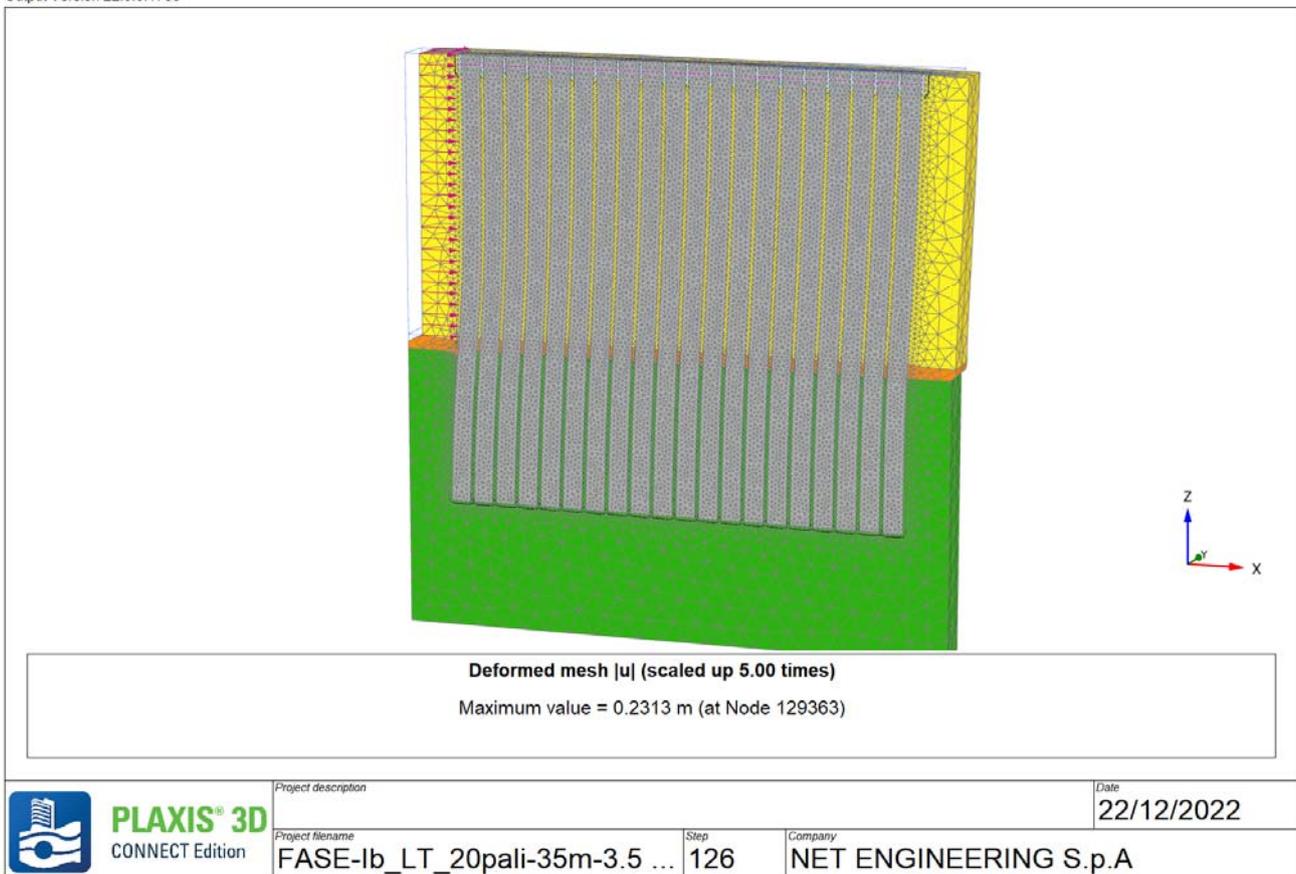


Figura 14-16 – Risultati in condizione SLU – deformed mesh – PLAXIS 3D

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 71 di 368

Output Version 22.0.0.1733

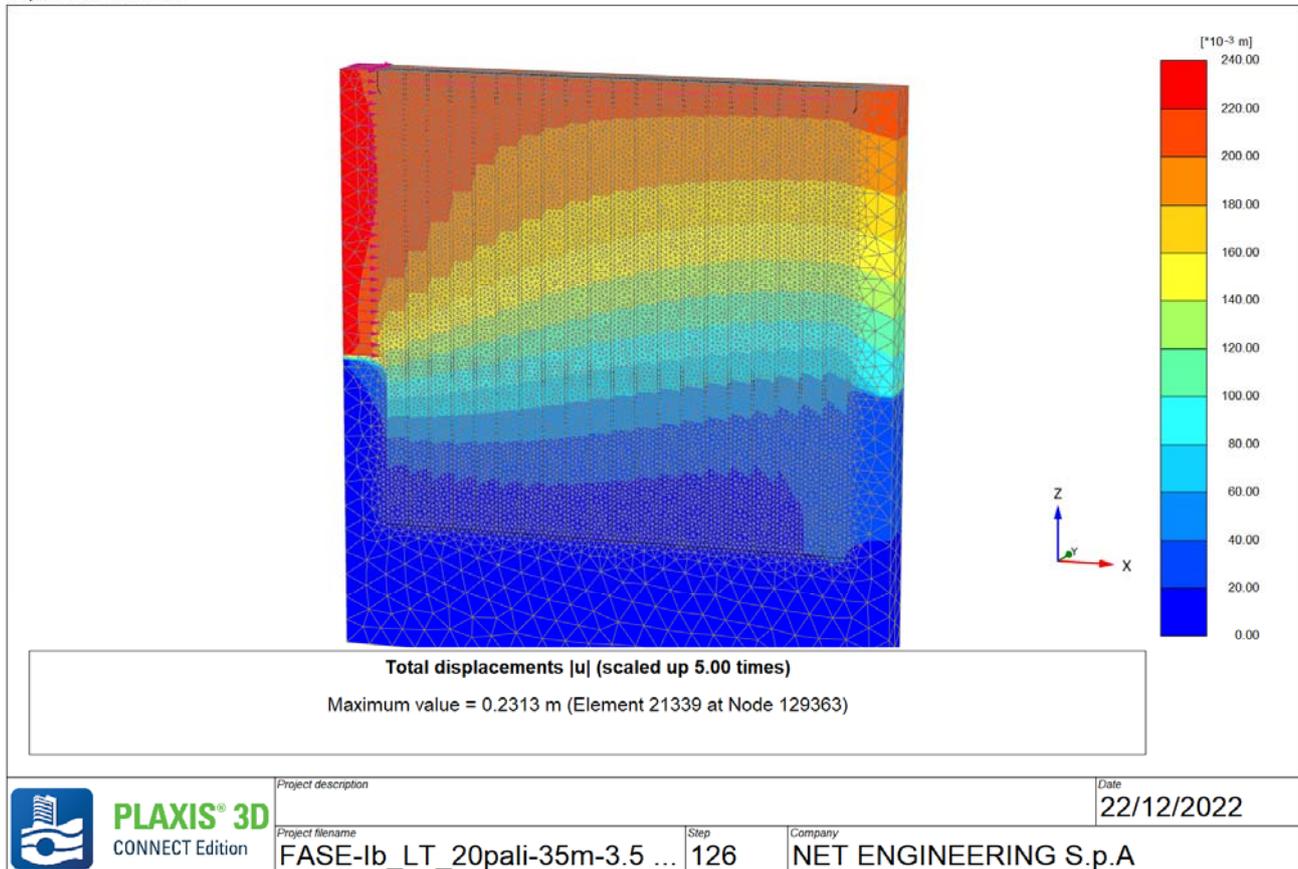


Figura 14-17 – Risultati spostamenti totali SLU – PLAXIS 3D

Va osservato che gli spostamenti mostrati sono calcolati in condizione SLU, senza quindi considerare alcuna resistenza offerta dal terreno di valle, considerato tutto completamente in frana. In condizione di esercizio SLE gli spostamenti attesi sono molto inferiori. L'analisi del campo di spostamento ha reso possibile lo studio e la verifica del meccanismo stabilizzante.

14.5.3 Valutazione delle azioni generalizzate agenti su ogni palo – ottimizzazione armatura pali

Un altro vantaggio del modello PLAXIS 3D è la possibilità di determinare l'andamento delle azioni interne per ogni palo costituente il setto, permettendo così di ottimizzare le armature, prevenendo un dimensionamento specifico per gruppi di pali omogenei.

Le forze generalizzate nei pali sono state estratte attraverso lo strumento di PLAXIS *Structural forces in volume piles* che permette di integrare gli sforzi di ogni sezione dell'elemento di volume. Questo strumento si è reso necessario dal momento in cui i pali sono stati modellati attraverso un materiale con modello elasto-plastico e ha quindi reso impossibile determinarne le azioni tramite ghost-beam. Si sottolinea che il valore ottenuto tramite questo strumento è fortemente influenzato dalla dimensione della mesh del palo. Di conseguenza sono state eseguite diverse analisi di sensibilità sulla dimensione degli elementi della mesh. La mesh è stata calibrata al fine di ottenere, nel caso di materiale elastico, una congruenza fra i risultati estratti attraverso il metodo ghost beam e attraverso lo strumento *Structural forces in volume piles*.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 72 di 368

Nella seguente immagine si riassumono alcuni risultati dell'analisi di sensibilità.

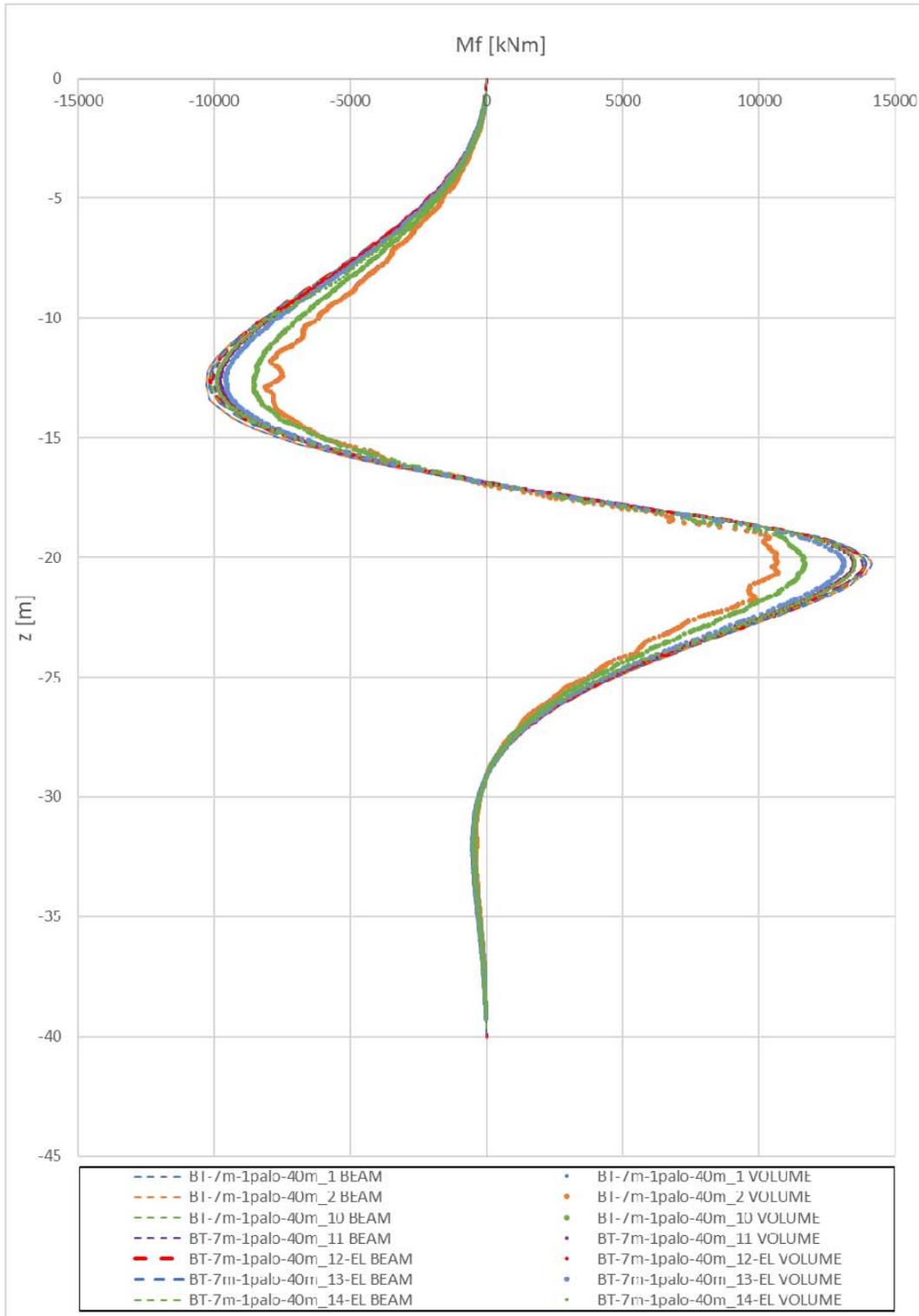


Figura 14-18 – Risultati analisi di sensibilità mesh palo

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 73 di 368

14.5.4 Valutazione dell'efficacia dell'effetto di trascinamento

Al fine di valutare il meccanismo di stabilizzazione basato sullo sviluppo dell'attrito all'interfaccia terreno-setti e al fine di verificare l'efficacia dell'effetto di trascinamento sono stati valutati gli spostamenti e gli sforzi agenti su alcuni piani trasversali del modello di calcolo PLAXIS 3D.

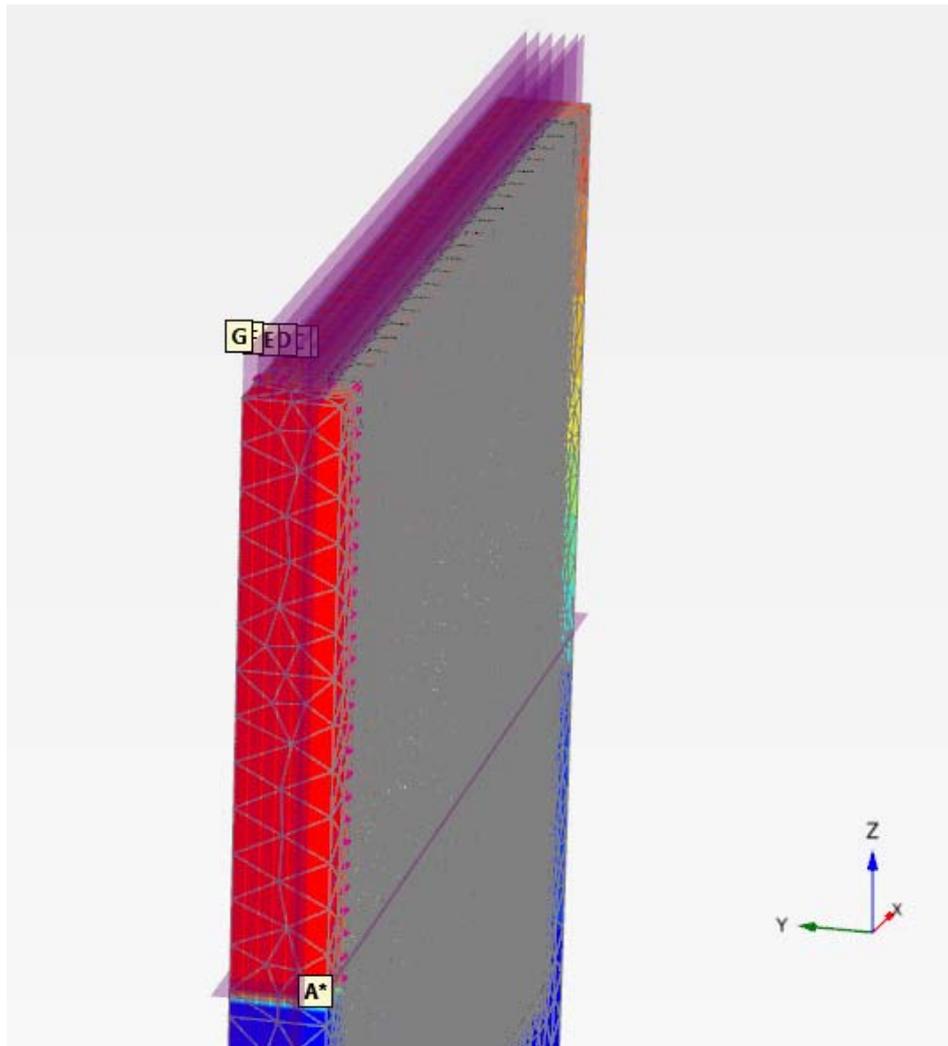


Figura 14-19 – Sezioni di calcolo trasversali (orizzontali e verticali) per il calcolo di sforzi e deformazioni

In particolare, in Figura 14-20 si mostrano i risultati della componente orizzontale di spostamento negli elementi di volume di terreno, per la sezione A. Si nota come lo spostamento, imposto da sinistra verso destra nell'immagine, venga mitigato dalla presenza dei pali e come l'aria di influenza dell'effetto del meccanismo di interazioni pali-terreno si estenda nel terreno circostante al setto fino all'asse di simmetria del problema. Il terreno risulta di fatto "aggrappato" al setto e la mitigazione del movimento è via via maggiore da monte verso valle.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 74 di 368

Output Version 22.0.0.1733

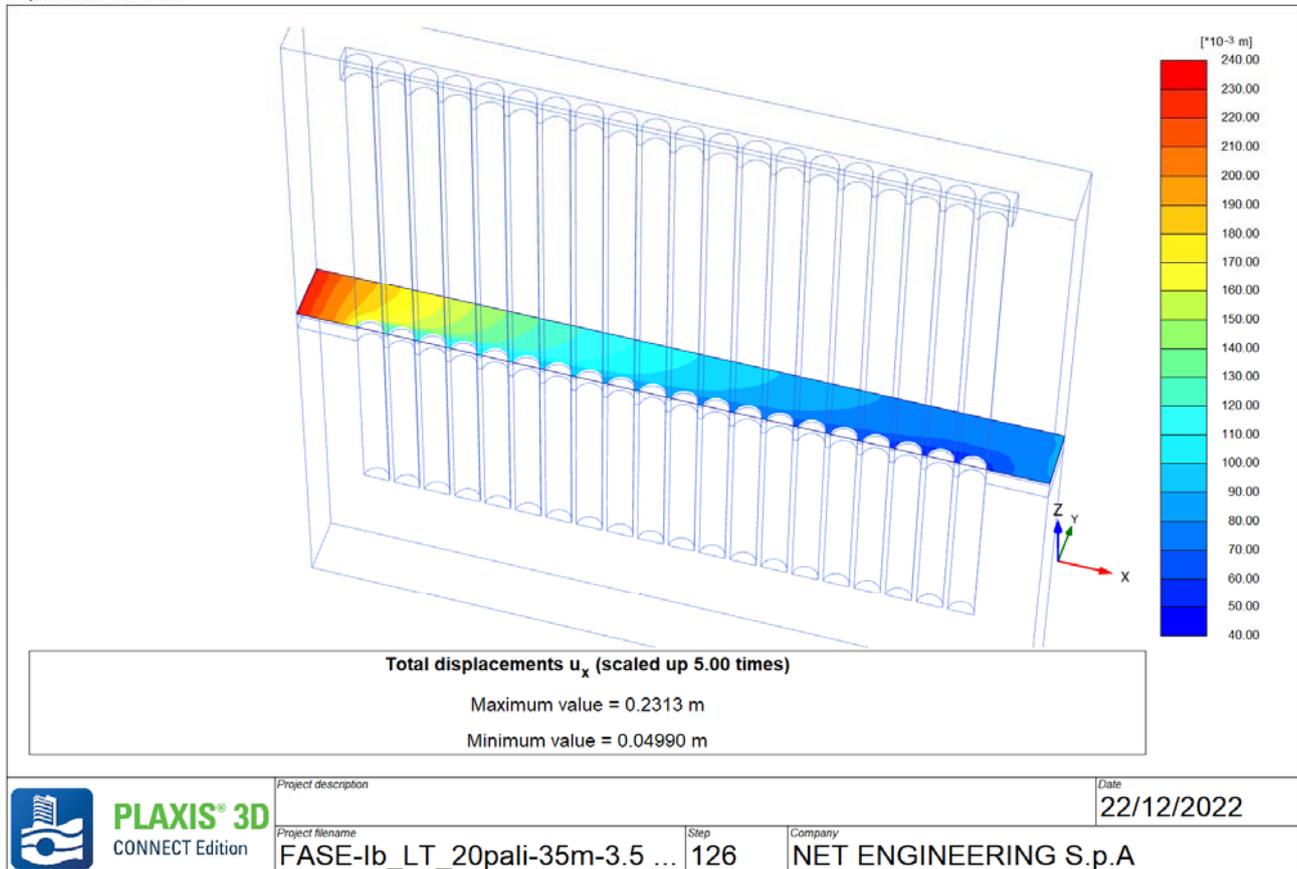


Figura 14-20 – Risultati spostamento x in condizione SLU – Sezione orizzontale A

Di seguito, da Figura 14-21 a Figura 14-26, si riportano i valori degli sforzi tangenziali per le sezioni verticali:

- Sez. B (y = 0.75 m)
- Sez. C (y = 1.00 m)
- Sez. D (y = 1.50 m)
- Sez. E (y = 2.00 m)
- Sez. F (y = 2.50 m)
- Sez. G (y = 3.00 m)

Questi risultati mostrano come l'interazione pali-terreno all'interfaccia si risenta nelle sezioni verticali fuori dall'asse del setto, nel terreno circostante. Gli sforzi tangenziali sono massimi all'interfaccia, concentrati nell'intorno della superficie di scorrimento, e si riducono via via allontanandosi dall'asse dei pali, per annullarsi completamente in corrispondenza dell'asse di simmetria.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 75 di 368

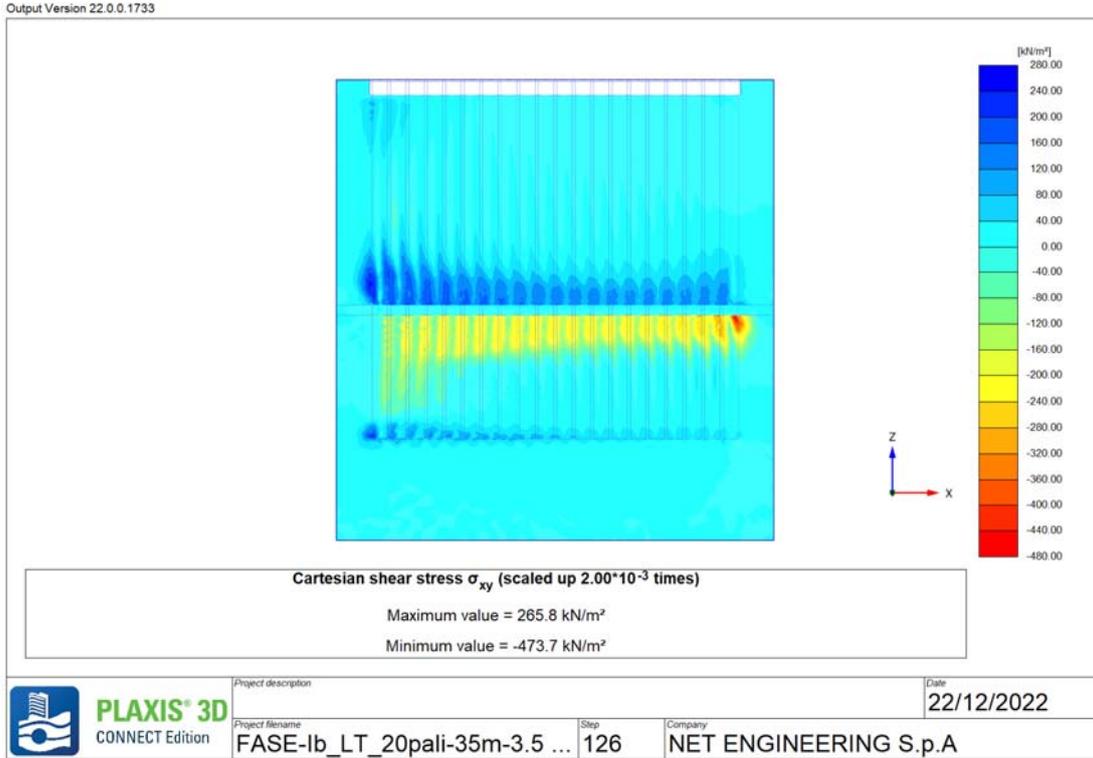


Figura 14-21 – Risultati sforzo tangenziale in condizione SLU – Sezione verticale B

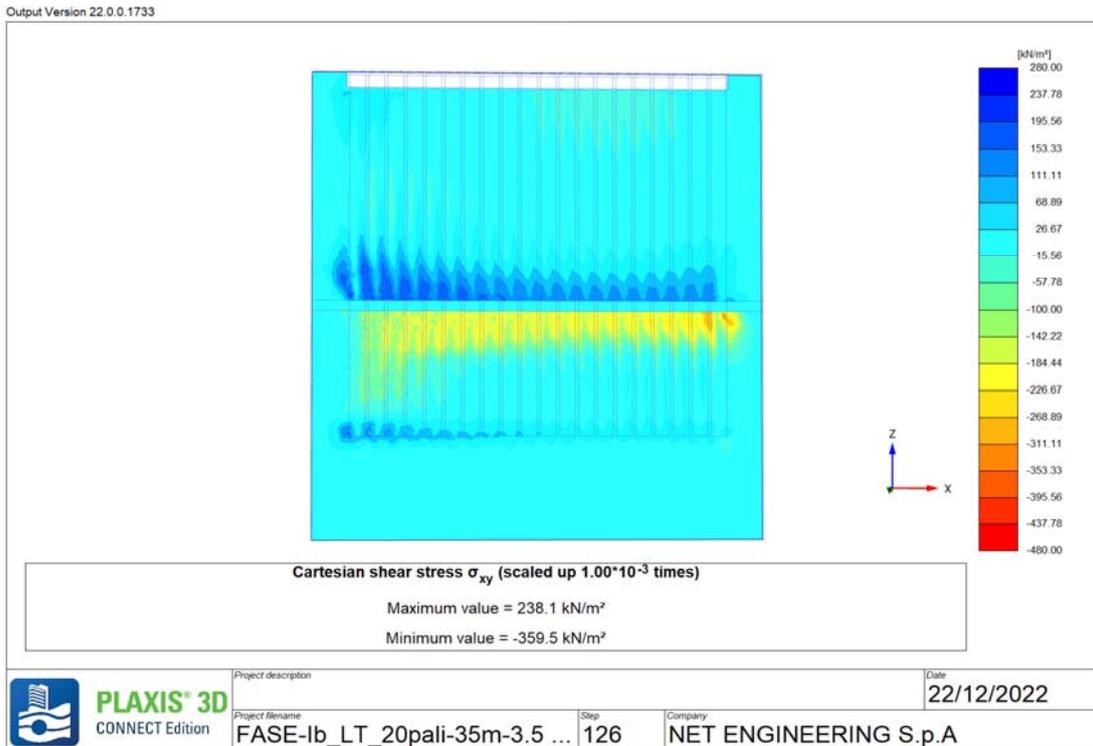


Figura 14-22 - Risultati sforzo tangenziale in condizione SLU – Sezione verticale C

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 76 di 368

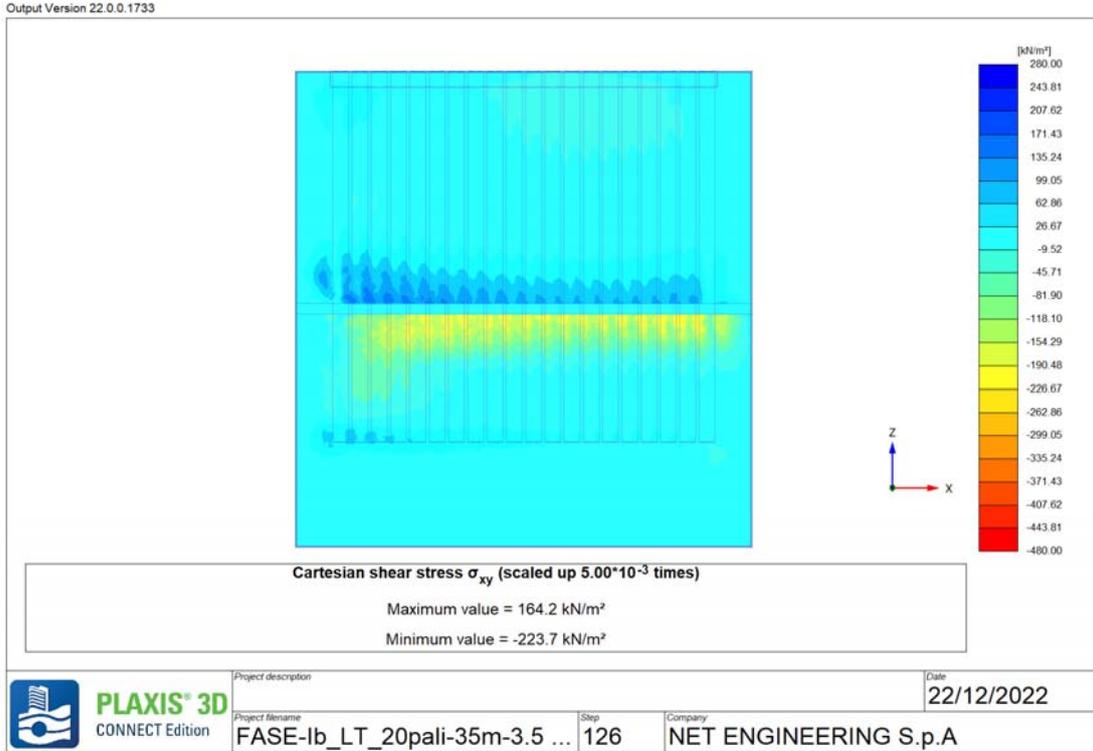


Figura 14-23 - Risultati sforzo tangenziale in condizione SLU – Sezione verticale D

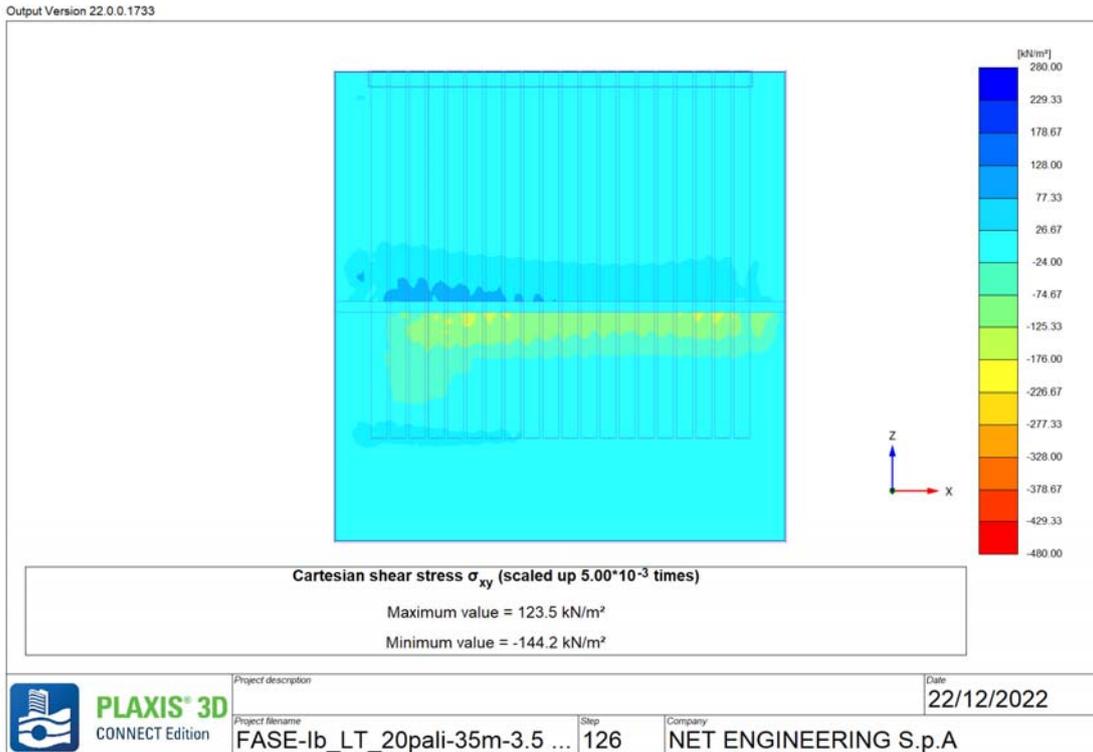


Figura 14-24 - Risultati sforzo tangenziale in condizione SLU – Sezione verticale E

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 77 di 368

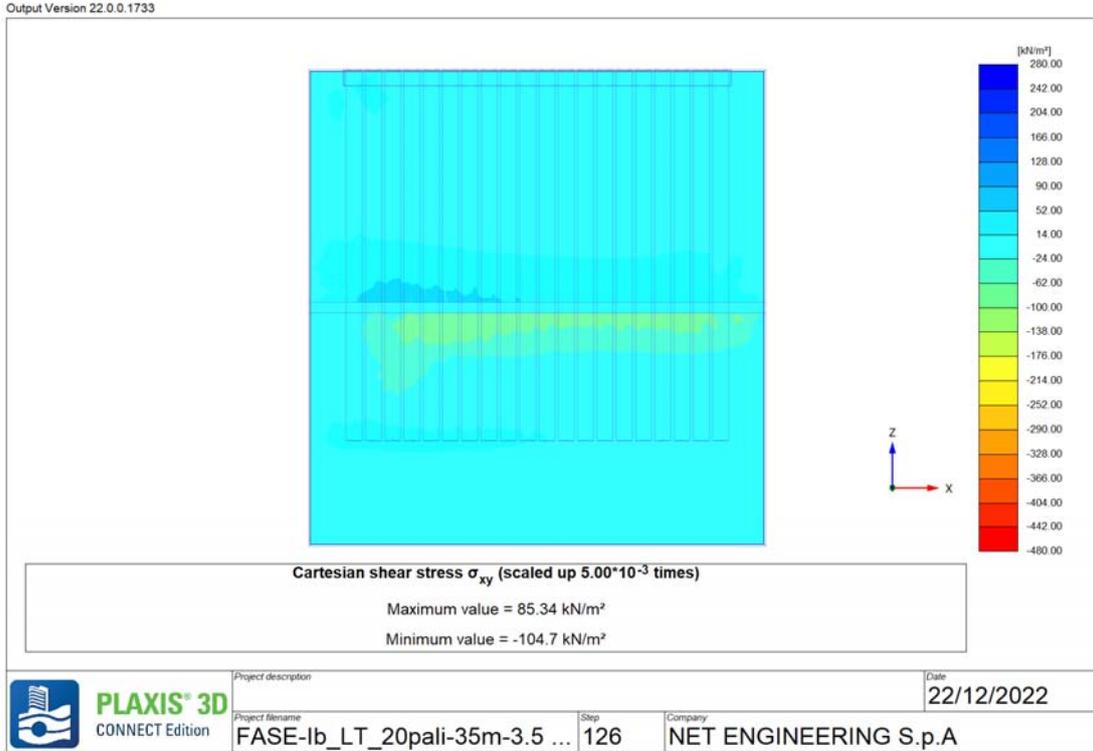


Figura 14-25 - Risultati sforzo tangenziale in condizione SLU – Sezione verticale F

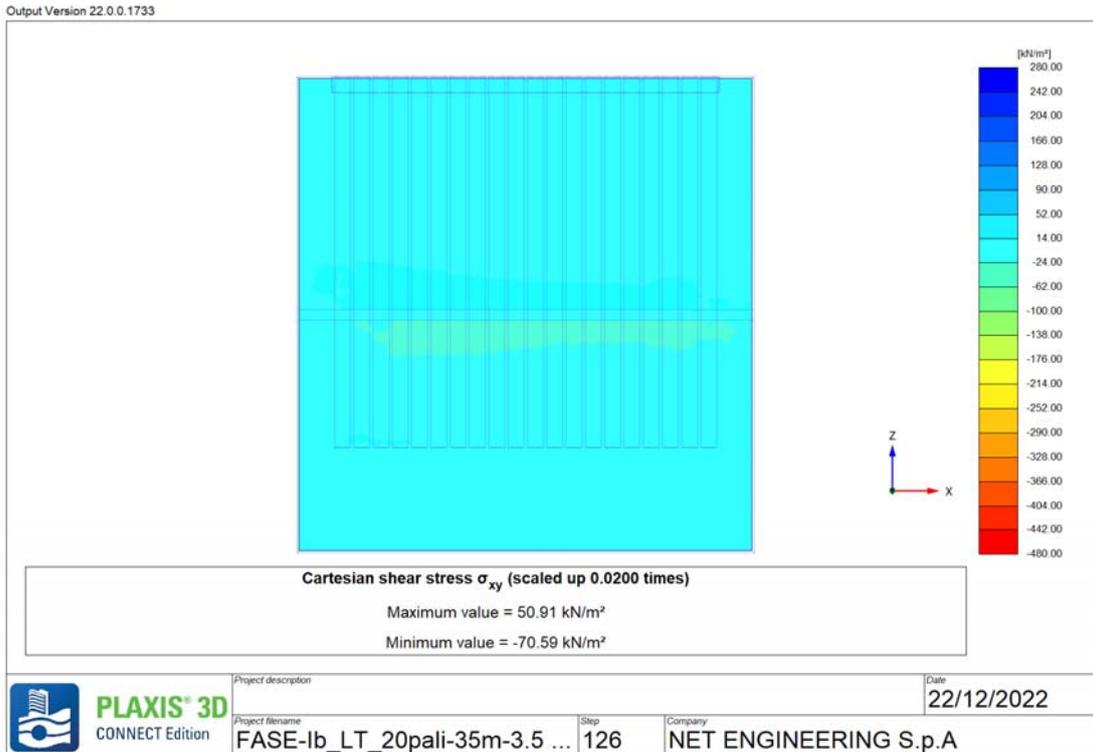


Figura 14-26 - Risultati sforzo tangenziale in condizione SLU – Sezione verticale G

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 78 di 368

Infine, si è valutata, attraverso una analisi di sensibilità, l'influenza sulla curva carico spostamento dell'interasse dei setti. Nel seguente grafico si riassumono i risultati per interasse pari a 3.5 m, 7 m e 14 m. La curva carico-spostamento risulta via via sempre più schiacciata verso il basso all'aumentare dell'interasse fra i pali.

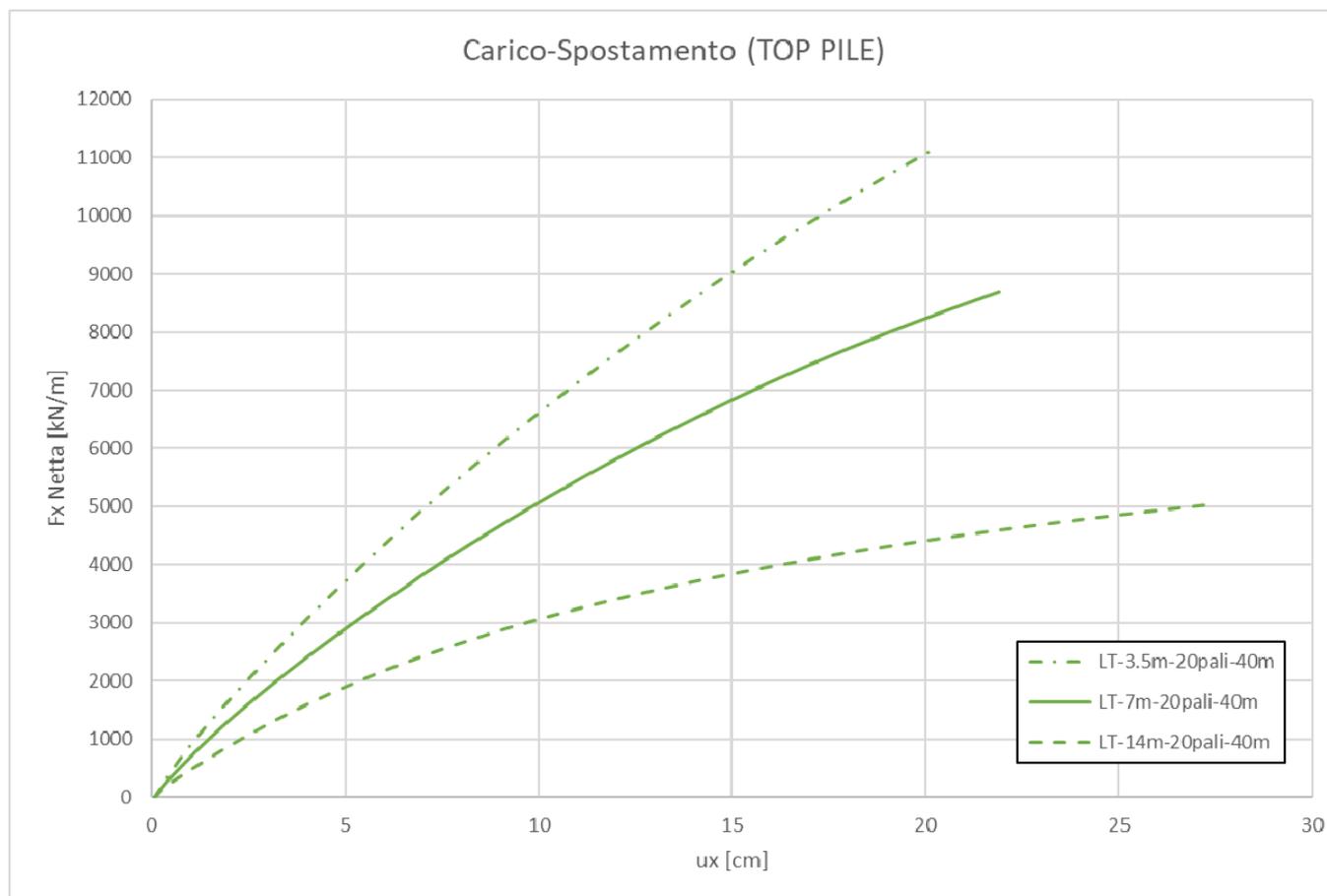


Figura 14-27 – Grafico curve carico -spostamento al variante dell'interasse fra i setti

14.5.5 Confronto analisi BT e LT

In questo paragrafo si mostra il confronto fra la curva carico-spostamento ottenuta modellando il terreno tramite parametri drenati (LT) e parametri non drenati (BT). Come si mostra in Figura 14-28, in condizione di BT il sistema risulta più rigido e mostra, seppur confrontabile, una resistenza maggiore. Pertanto, le verifiche SLU sono eseguite considerando lo scenario con parametri drenati (LT), ritenuto il più cautelativo.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 79 di 368

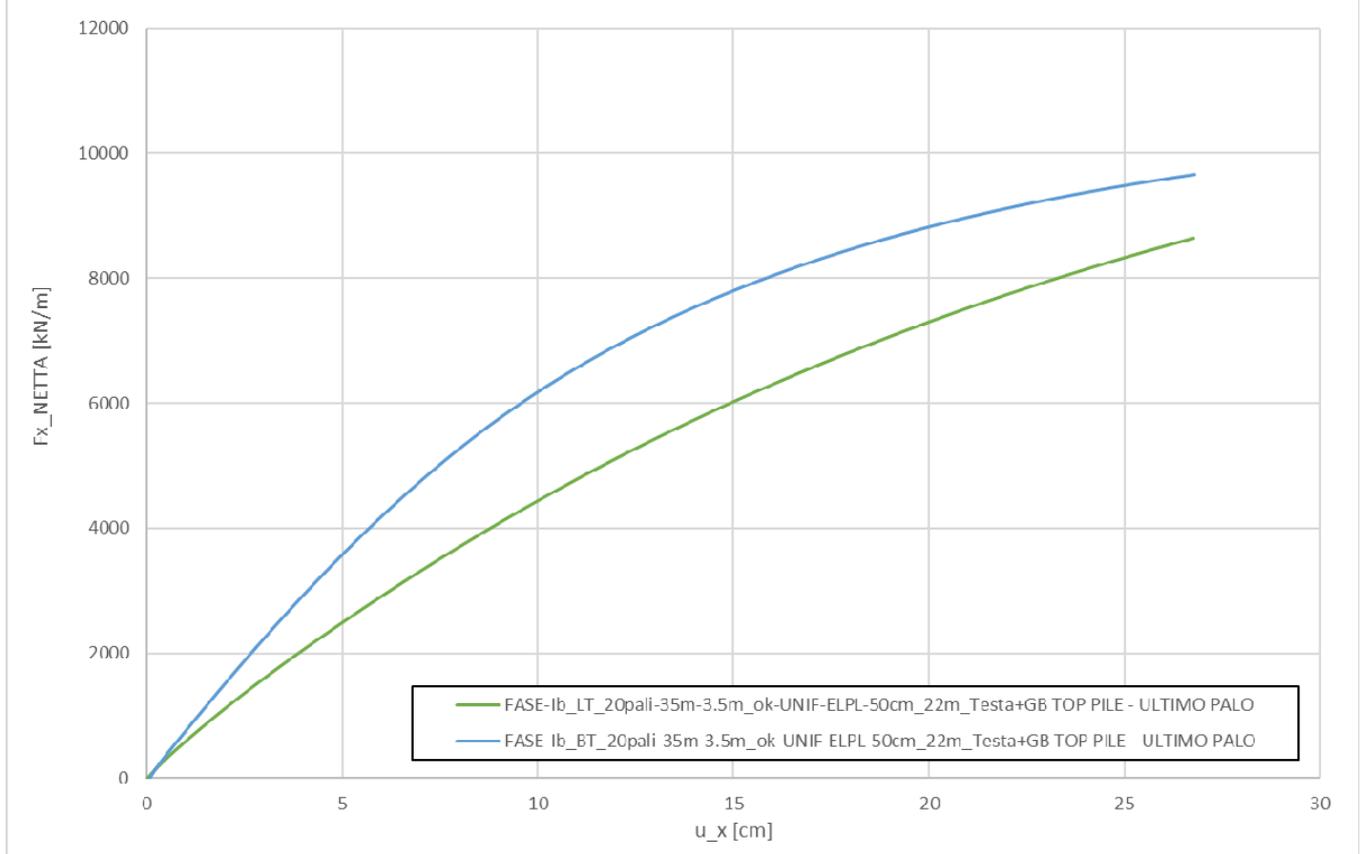


Figura 14-28 – Curva carico-spostamento modello BT e LT – PLAXIS 3D

14.5.6 Verifica pali per scostamento direzione spostamento frana e direzione palificata

Per tenere conto di un possibile scostamento fra la direzione di scivolamento della frana e la direzione in pianta della palificata si è determinato il carico a cui è soggetto ogni palo della palificata secondo lo schema riportato di seguito:

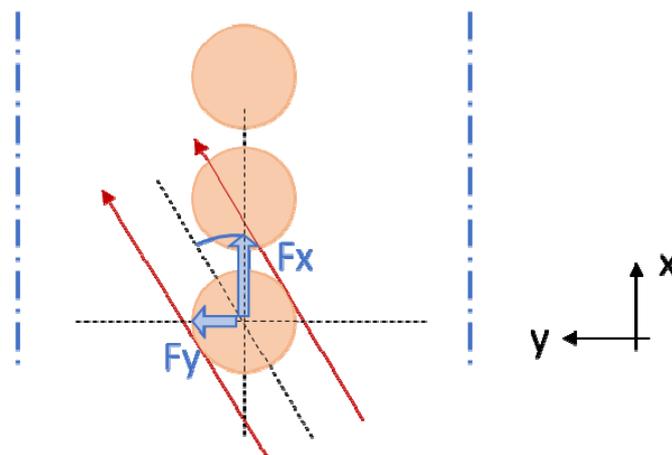


Figura 14-29 – Schema di calcolo scivolamento non parallelo al setto di pali

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - 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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>80 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	80 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	80 di 368								

Si ottiene:

$$F = 10000 \text{ kN/m}$$

$$F_y = F \cdot \sin \alpha$$

Considerando $\alpha = 10^\circ$ e considerando per il calcolo della forza agente sul palo un interasse pari al diametro del palo stesso (1.5 m), si ottiene:

$$F_y = 2610 \text{ kN}$$

La verifica del palo soggetto a carichi orizzontali è stata condotta secondo la teoria di Broms, considerando un momento di plasticizzazione della sezione pari a 4647 kNm, ottenuto come segue e valido per le sezioni oggetto di verifica.

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

Diametro = 1500 (mm)

Raggio = 750 (mm)

Caratteristiche dei Materiali

calcestruzzo

Rck = 30 (N/mm²)

$\gamma_c = 1.5$

fcd = 0.83 * Rck / γ_c = 16.60 (N/mm²)

Acciaio

tipo di acciaio **Fe B 44 k**

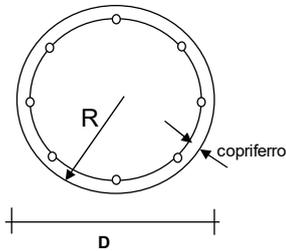
fyk = 430 (N/mm²)

$\gamma_s = 1.15$

fyd = fyk / γ_s = 374 (N/mm²)

Es = 2100000 (N/mm²)

$\epsilon_{ys} = 0.02\%$



Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
30	30	21205.75	60
0	24	0.00	30
0	8	0.00	30

calcolo

Momento di Plasticizzazione

My = 4647.15 (kN m)

Di seguito si riportano i valori del carico limite calcolo sia per BT sia per LT. La verifica risulta sempre soddisfatta.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiogo - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 81 di 368

CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI UN PALO IN TERRENI INCOERENTI
PALI CON ROTAZIONE IN TESTA IMPEDITA

OPERA:

TEORIA DI BASE:

(Broms, 1964)

H = carico limite orizzontale

L = lunghezza del palo

D = diametro del palo

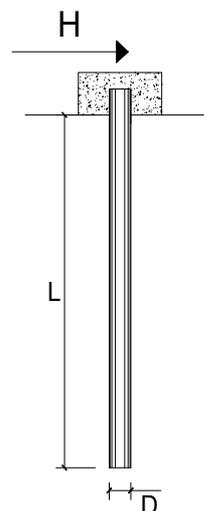
My = momento di plasticizzazione della sezione

Fs = coefficiente di sicurezza

φ' = angolo di attrito del terreno

kp = coeff. di spinta passiva ($k_p = (1 + \sin\varphi')/(1 - \sin\varphi')$)

γ = peso di unità di volume del terreno (se è presente la falda $\gamma = \gamma'$)



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

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

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

DATI DI IMPUT:

L = 35.00 (m)
 D = 1.50 (m)
 My = 4647.00 (kN m)
 Fs = 2.02 (-)
 φ' = 26.00 (°)
 kp = 2.56 (-)
 γ = 19.00 (kN/m³)

Palo corto:

H1 = 134120.07 (kN) H1/FS = 66560.83 (kN)

Palo intermedio:

H2 = 44839.46 (kN) H2/FS = 22252.83 (kN)

Palo lungo:

H3 = 2771.96 (kN) H3/FS = 1375.66 (kN)

H = min(H1, H2, H3) = 2771.96 (kN) palo lungo

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 82 di 368

CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI UN PALO IN TERRENI COESIVI
PALI CON ROTAZIONE IN TESTA IMPEDITA

OPERA:

TEORIA DI BASE:

(Broms, 1964)

H = carico limite orizzontale

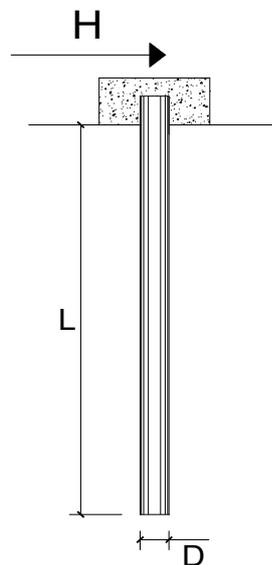
L = lunghezza del palo

D = diametro del palo

My = momento di plasticizzazione della sezione

Fs = coefficiente di sicurezza

c_u = resistenza al taglio non-drenata



Palo corto:

$$H = 9c_u d^2 \left(\frac{L}{d} - 1.5 \right)$$

Palo intermedio:

$$H = -9c_u d^2 \left(\frac{L}{d} + 1.5 \right) + 9c_u d^2 \sqrt{2 \left(\frac{L}{d} \right)^2 + \frac{4}{9} \frac{M_y}{c_u d^3} + 4.5}$$

Palo lungo:

$$H = -13.5c_u d^2 + c_u d^2 \sqrt{182.25 + 36 \frac{M_y}{c_u d^3}}$$

DATI DI INPUT:

L = 35.00 (m)

D = 1.50 (m)

My = 4647.00 (kN m)

Fs = 2.02 (-)

c_u = 100.00 (kN/m²)

Palo corto:

H1 = 44212.50 (kN)

H1/FS = 21941.69 (kN)

Palo intermedio:

H2 = 16859.14 (kN)

H2/FS = 8366.82 (kN)

Palo lungo:

H3 = 2820.85 (kN)

H3/FS = 1399.92 (kN)

H = min(H1, H2, H3) = 2820.85 (kN) palo lungo

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 83 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

15 DETERMINAZIONE DELLE AZIONI PROVENIENTI DALLE ANALISI DI STABILITÀ SUI PALI DI FASE I E I PALI DI FASE II

Dopo aver verificato la stabilità geotecnica delle opere di stabilizzazione, si procede con il dimensionamento dei pali costituenti i setti. Per prima cosa si mostrano i valori delle azioni generalizzate per ogni palo dei setti di FASE I e di FASE II, estratte dai rispettivi modelli di PLAXIS 3D in condizione SLU.

15.1 SOLLECITAZIONI SUI PALI DI FASE I

Le seguenti figure mostrano le sollecitazioni di azione assiale, momento flettente e taglio agenti sui singoli pali da PALO 1 a PALO 20 di FASE I estratti dal modello PLAXIS 3D per lo step di calcolo 126 (condizione SLU).

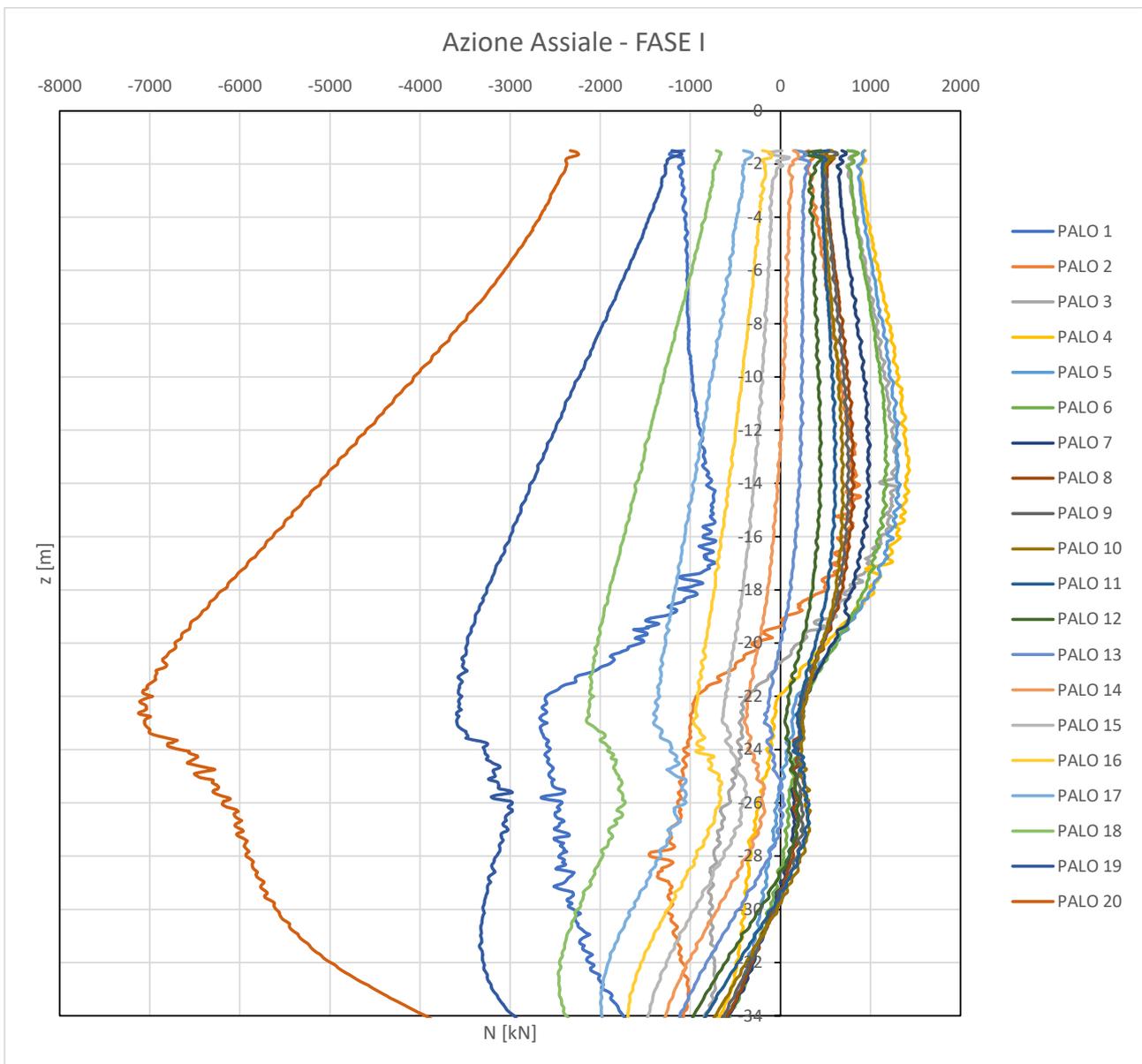


Figura 15-1 – Azione assiale agente sui pali di FASE I.

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 84 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

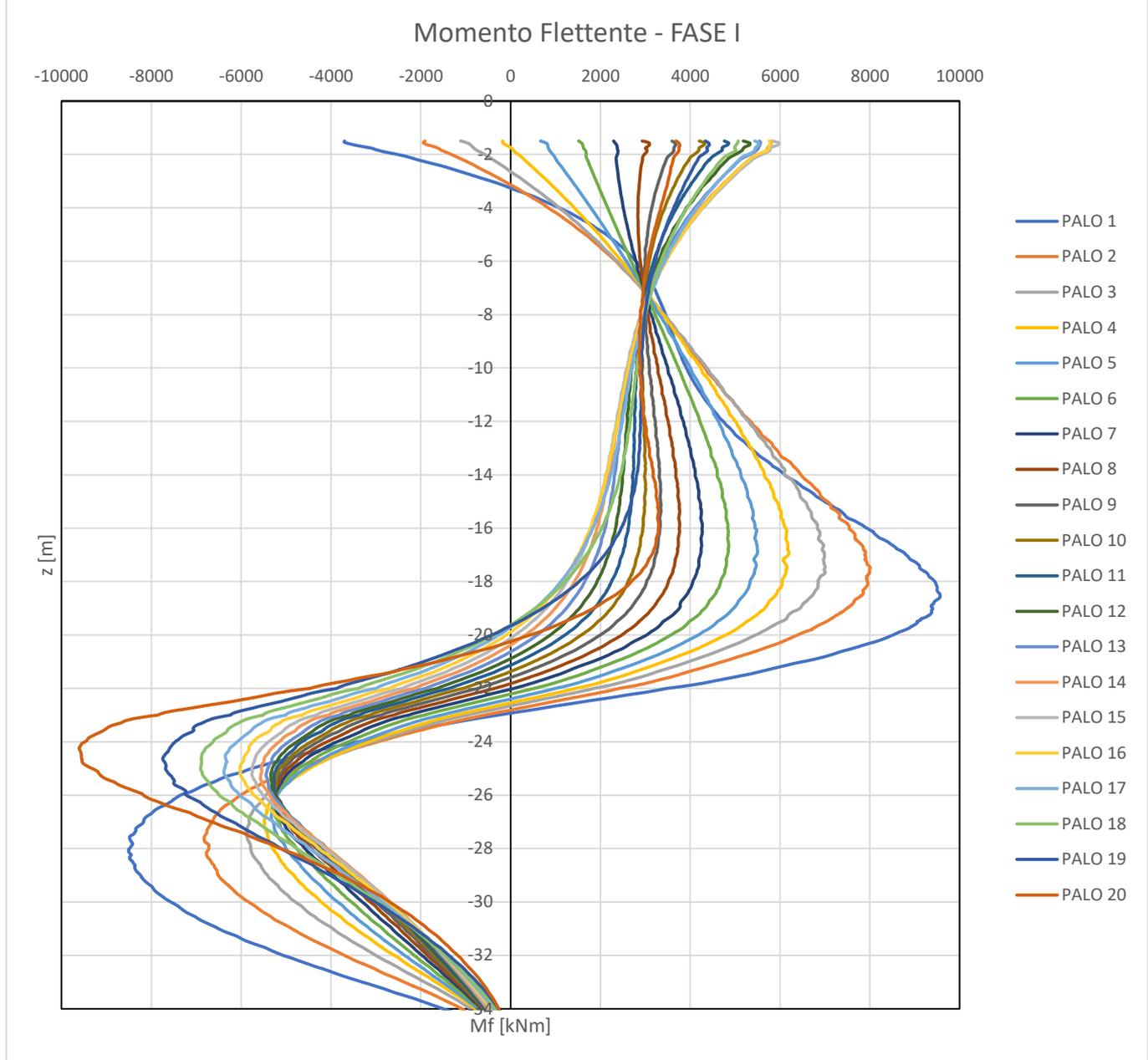


Figura 15-2 – Momento flettente agente sui pali di FASE I.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 85 di 368

Taglio - FASE I

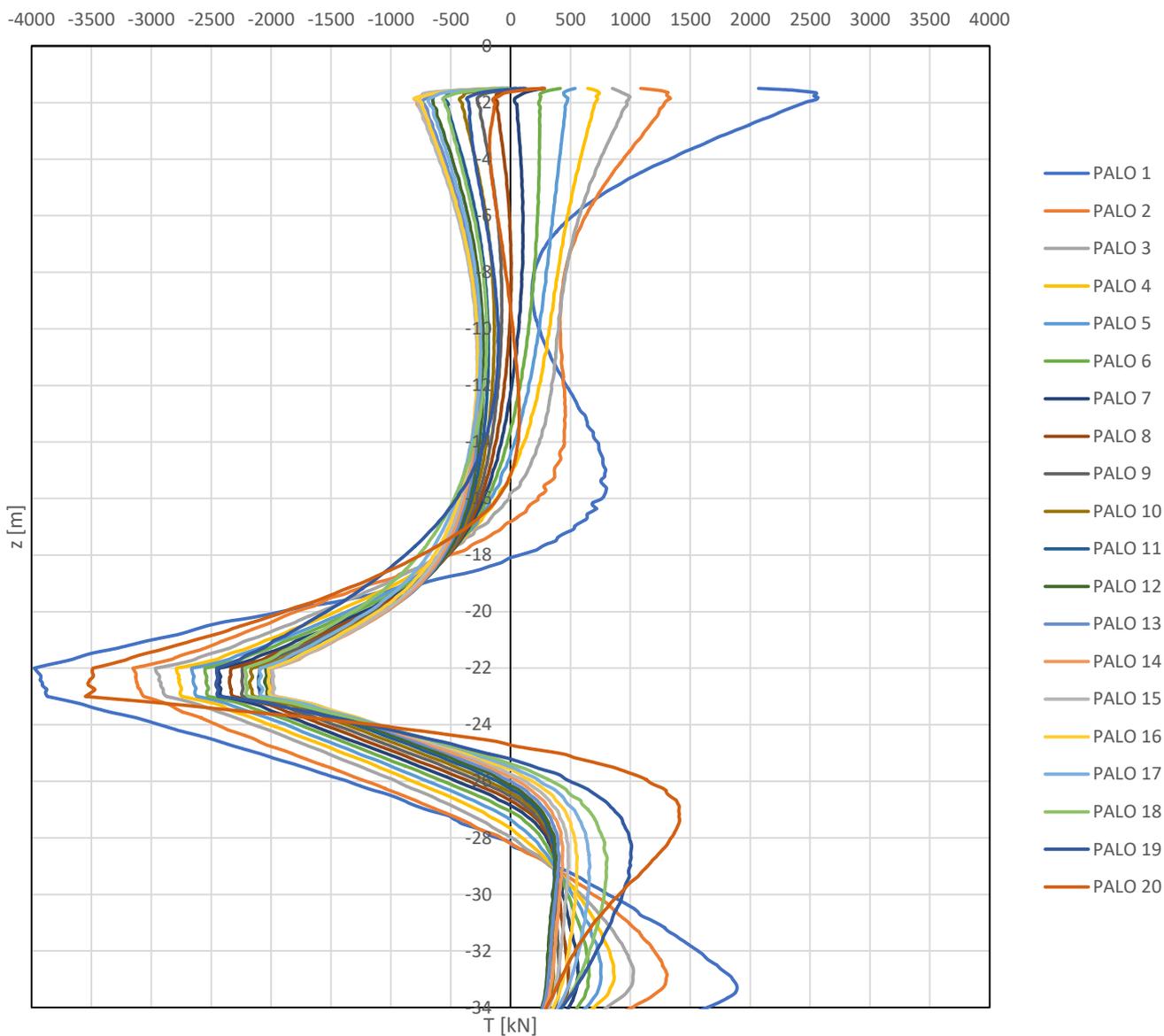


Figura 15-3 – Taglio agente sui pali di FASE I.

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 86 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

15.2 SOLLECITAZIONI SUI PALI DI FASE II

Le seguenti figure mostrano le sollecitazioni di azione assiale, momento flettente e taglio agenti sui singoli pali da PALO 1 a PALO 20 di FASE I estratti dal modello PLAXIS 3D per lo step di calcolo 94 (condizione SLU).

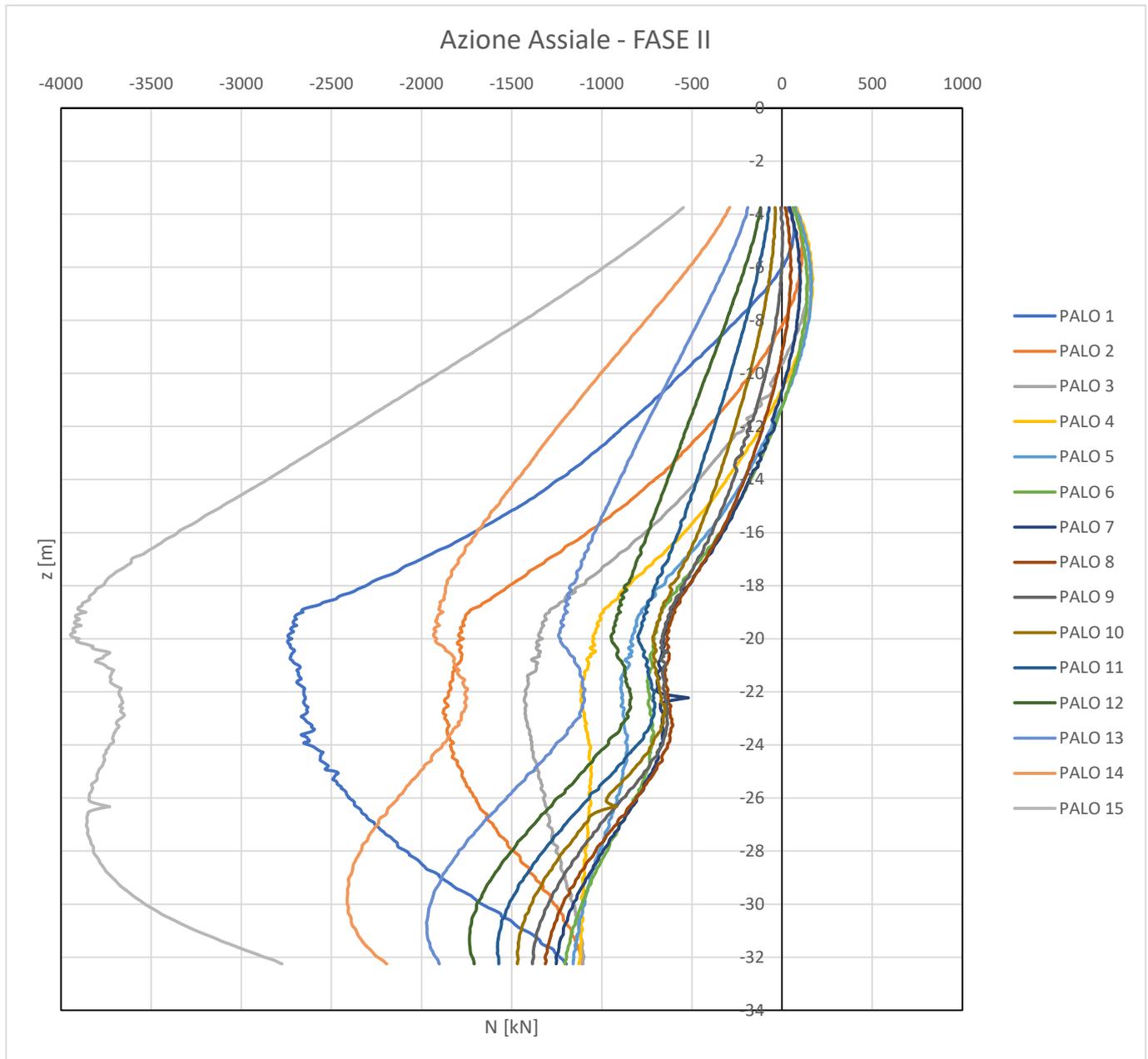


Figura 15-4 – Azione assiale agente sui pali di FASE II.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 87 di 368

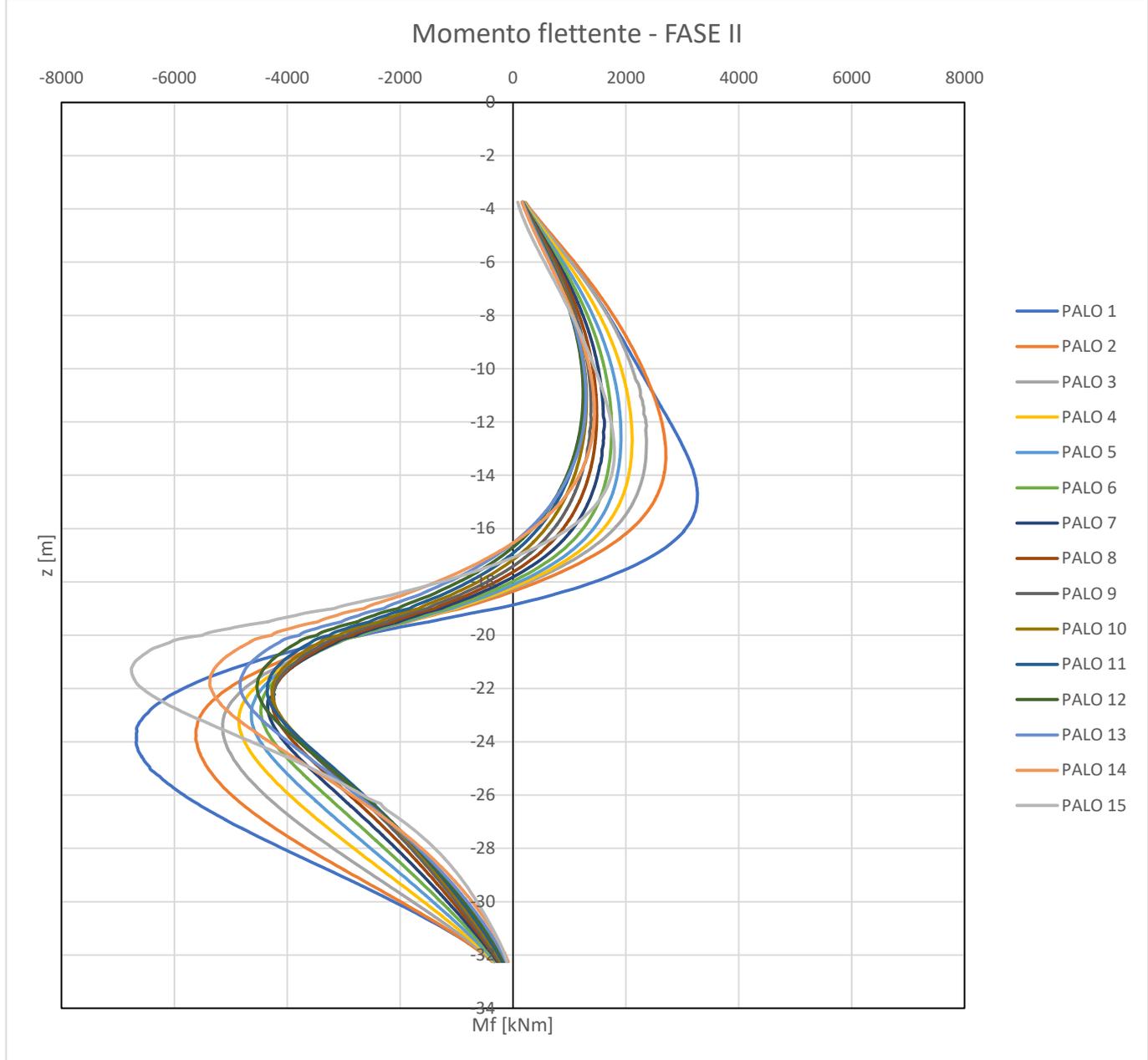


Figura 15-5 – Momento flettente sui pali di FASE II.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 88 di 368

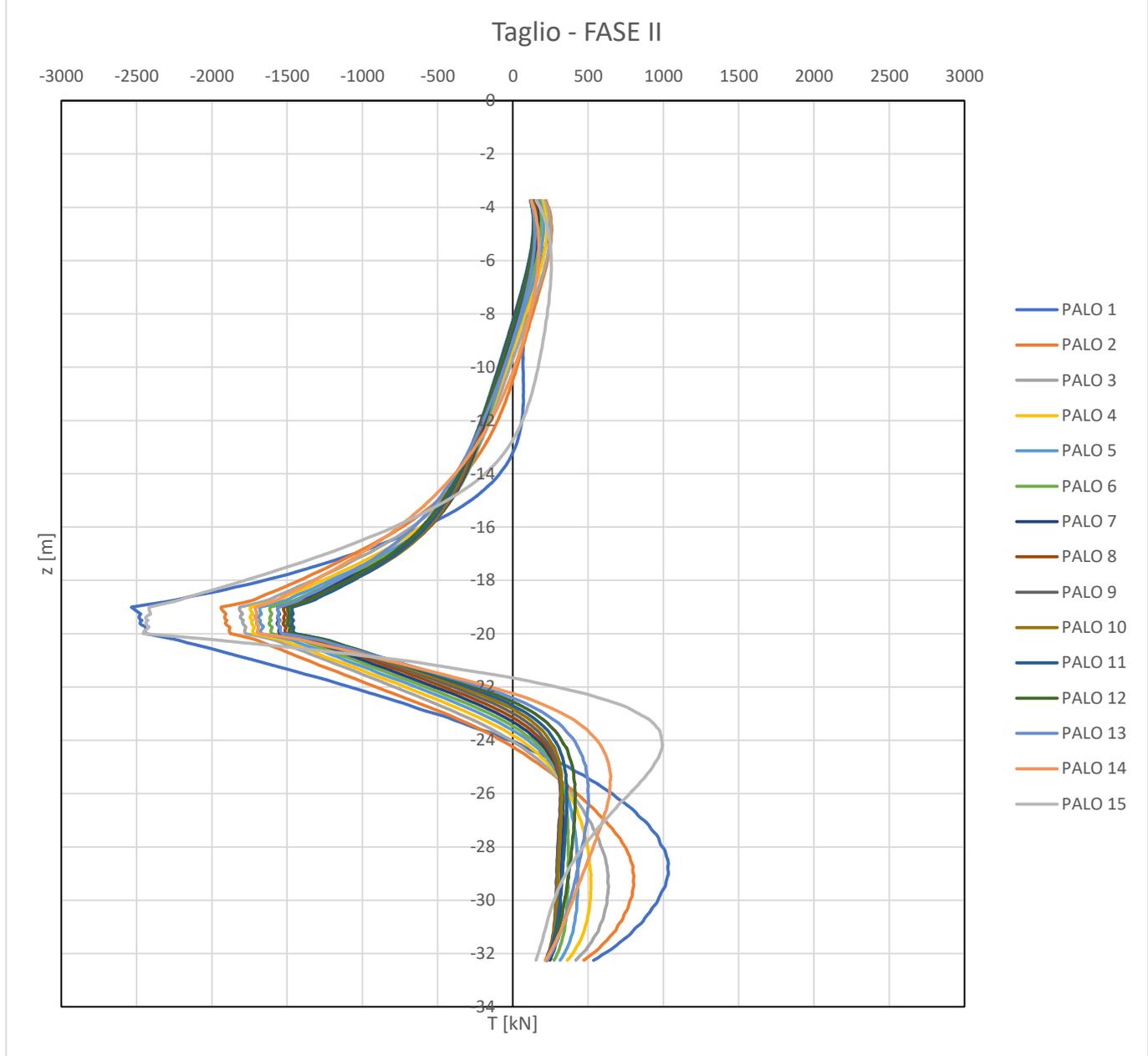


Figura 15-6 – Taglio agente sui pali di FASE II.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 89 di 368

16 VERIFICA INTERVENTO SOIL-NAILING SCAVO PIAZZALE RI57

Prima di procedere con le verifiche strutturali dei pali, bisogna introdurre il dimensionamento dell'opera di sostegno del piazzale RI57. Come detto quest'opera è composta da:

- un intervento di soil-nailing a sostegno temporaneo dello scavo del piazzale (dimensionato in questo capitolo);
- un muro di sostegno collegati ai pali di FASE I e di FASE II a sostegno definitivo del piazzale (dimensionato nel prossimo capitolo).

Di seguito si riporta un estratto della sviluppata e delle sezioni dell'intervento lungo lo scavo del piazzale RI57. Si evidenziano due sezioni tipologiche distinte:

- Sezione 1: costituita da 4 ordini di barre autoperforanti R38 lunghe 12 m a maglia regolare 2 m x 2 m;
- Sezione 2: costituita da 6 ordini di barre autoperforanti R38 lunghe 12 m, con i primi 3 ordini dall'alto a maglia regolare 2 m x 2 m e i successivi 3 ordini a maglia più fitta 1 m x 2 m.

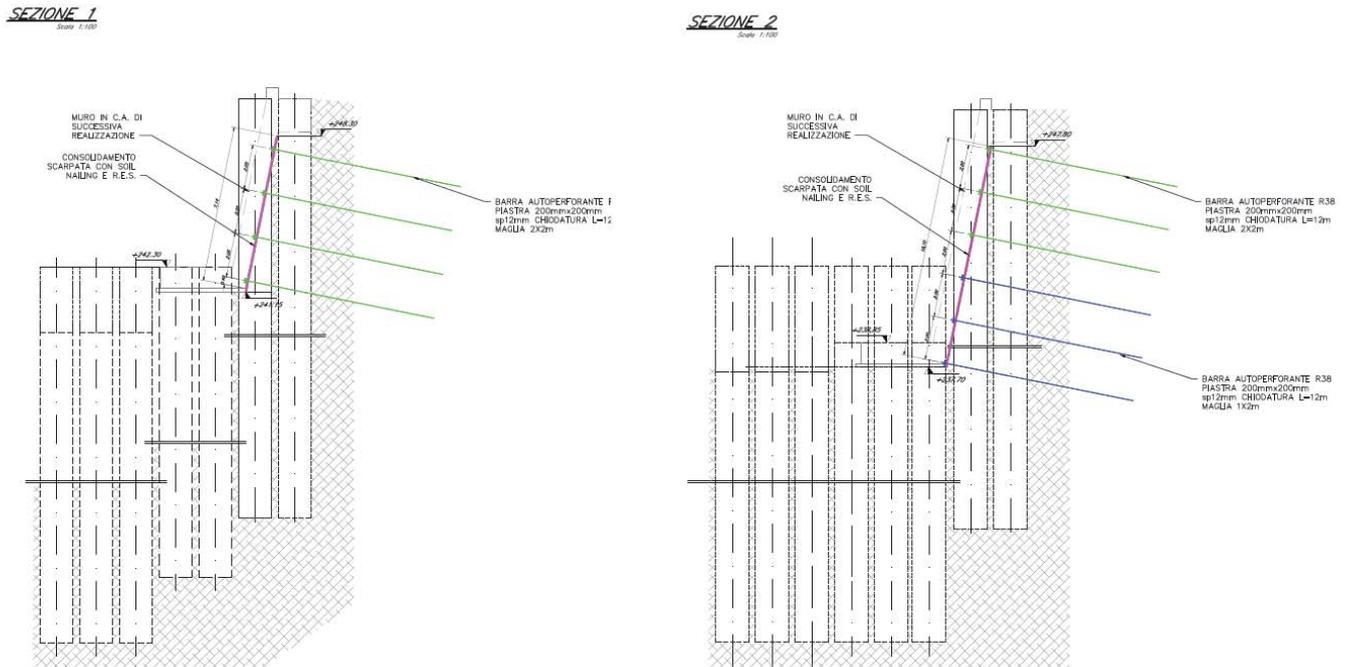


Figura 16-1 – Sezioni intervento soil-nailing [27]

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 90 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

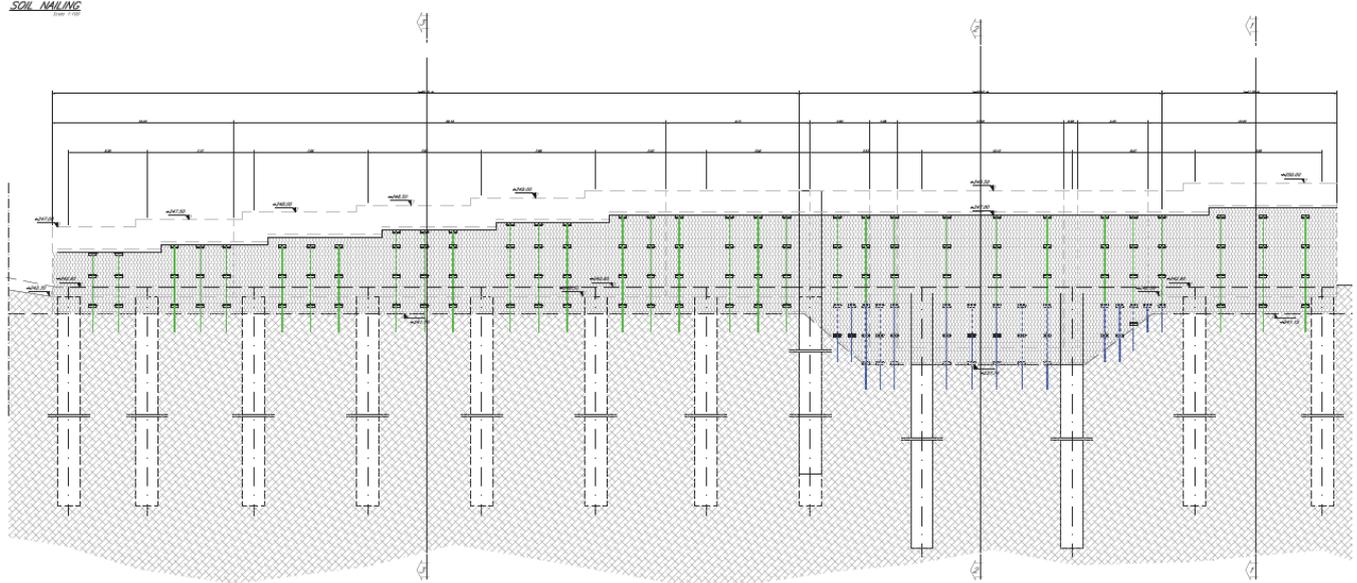


Figura 16-2 – Estratto da sviluppata intervento soil-nailing [27]

Per la metodologia della verifica di stabilità dello scavo si rimanda al paragrafo 9.2.

Per le proprietà di resistenza del soil-nailing si è partiti dagli abachi di Bustamante e Diox (1985) [46] per determinare la resistenza tangenziale all'interfaccia con il terreno. La barra autoperforante ha un diametro esterno pari a 38 mm e uno spessore di 9 mm. Di seguito si riportano i valori utilizzati nel modello SLIDE.

qult	80 kPa	SN Name: SN Support Colour: Support Type: Soil Nail Used for: Soil Nails  New Support Type...
γ_r	1.1 -	
ξ_3	1.65 -	
diametro foro	100 mm	Force Application <input type="radio"/> Active (Method A) <input checked="" type="radio"/> Passive (Method B)
diametro est	38 mm	Capacity and Spacing Out-of-plane spacing: 2 m Tensile Capacity: 350 kN Plate Capacity: 200 kN <input type="checkbox"/> Shear Capacity: 0 kN <input type="checkbox"/> Compression Capacity: 0 kN
spessore	9 mm	Pullout Strength Bond Strength: 13.85 kN/m <input type="checkbox"/> Material Dependent Define...
diametro int	20 mm	
fy	460 MPa	
gamma m	1.05 -	
Bond Strength	13.85 kN/m	
Tensile Capacity	359.22 kN	

Figura 16-3 – Parametri di resistenza intervento soil-nailing

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 91 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiogo - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

16.1 SEZIONE 1 (H_{MAX} = 8.7 M)

Di seguito si riporta il modello di calcolo utilizzato per la verifica di stabilità valida per la Sezione 1. La verifica è svolta solamente in condizione statica in quanto l'intervento è di tipo provvisorio. Seppur il sistema di drenaggio sarà già in funzione al momento dello scavo del piazzale, si considera lo scenario di falda alta, abbassata al livello dello scavo.

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface
BNA1b_M2	Yellow	19.5	Mohr-Coulomb	16	21.32	Water Surface
BNA2_M2	Green	20.5	Mohr-Coulomb	28	23.04	Water Surface
Scivolamento	Red	20	Mohr-Coulomb	0	14	Water Surface

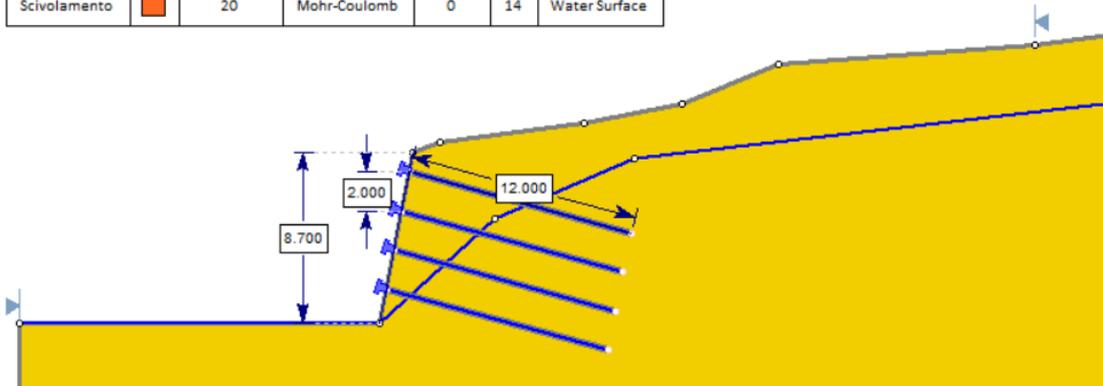


Figura 16-4 – Modello di calcolo SLIDE – Sezione 1

Nella seguente figura si mostra il risultato del calcolo. Il valore del fattore di sicurezza è pari a:

- FS = 1.16 per Morgenstern-Price;
- FS = 1.14 per Bishop.

La verifica di stabilità globale dell'intervento provvisorio di supporto dello scavo del piazzale RI57 risulta essere soddisfatta.

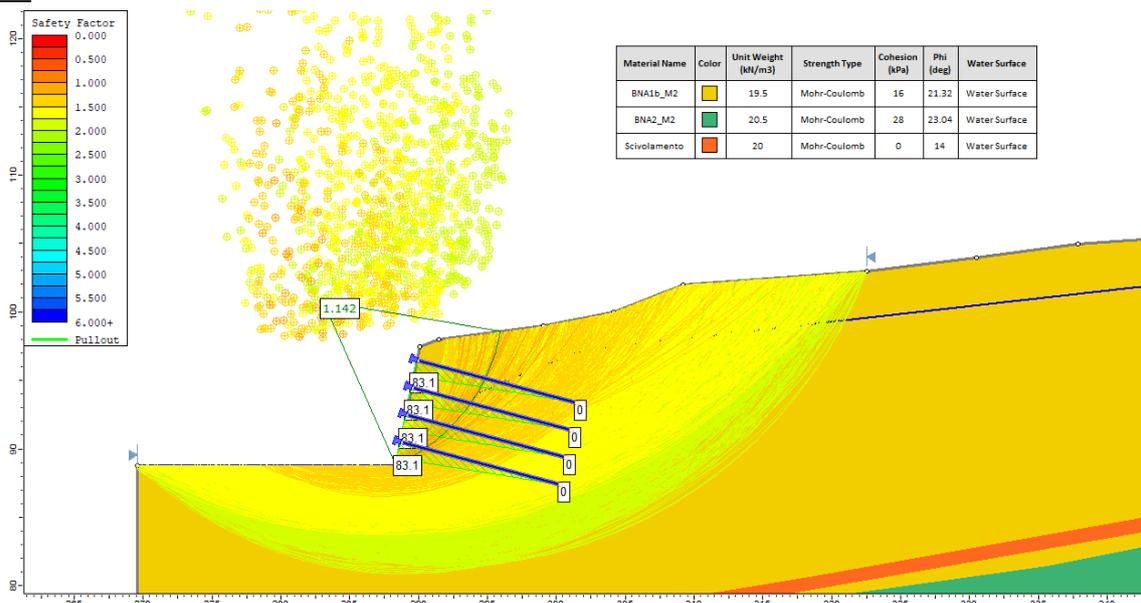


Figura 16-5 – Risultati SLIDE - Sezione 1 (Bishop)

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 92 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiogo - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

16.2 SEZIONE 2 (H_{MAX} = 12.3 M)

Di seguito si riporta il modello di calcolo utilizzato per la verifica di stabilità valida per la Sezione 2. La verifica è svolta solamente in condizione statica in quanto l'intervento è di tipo provvisorio. Seppur il sistema di drenaggio sarà già in funzione al momento dello scavo del piazzale, si considera lo scenario di falda alta, abbassata al livello dello scavo.

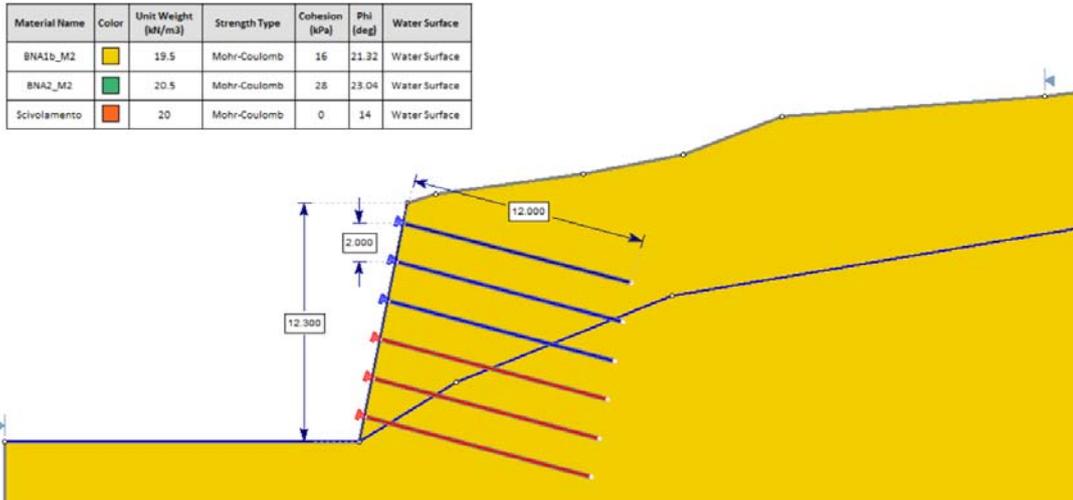


Figura 16-6 – Modello di calcolo SLIDE – Sezione 2

Nella seguente figura si mostra il risultato del calcolo. Il valore del fattore di sicurezza è pari a:

- FS = 1.12 per Morgenstern-Price;
- FS = 1.1 per Bishop.

La verifica di stabilità globale dell'intervento provvisorio di supporto dello scavo del piazzale RI57 risulta essere soddisfatta.

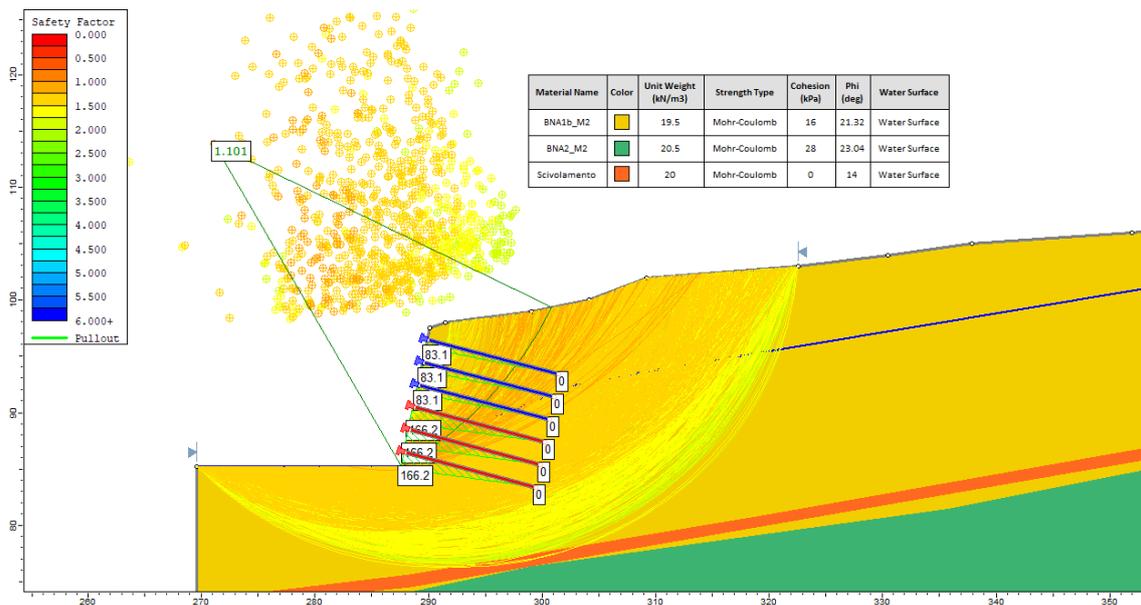


Figura 16-7 – Risultati SLIDE - Sezione 2 (Bishop)

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 93 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

17 VERIFICA MURO DI SOSTEGNO PIAZZALE RI57

Di seguito si riporta un estratto della sviluppata e delle sezioni del muro di sostegno del piazzale RI57. Si evidenziano due sezioni tipologiche distinte:

- Sezione 1: altezza massima del muro pari a 8.7 m, muro ancorato a 5 pali a monte e 2 pali a valle;
- Sezione 2: altezza massima del muro pari a 12.16m, muro ancora a 5 pali a monte e 3 pali a valle.

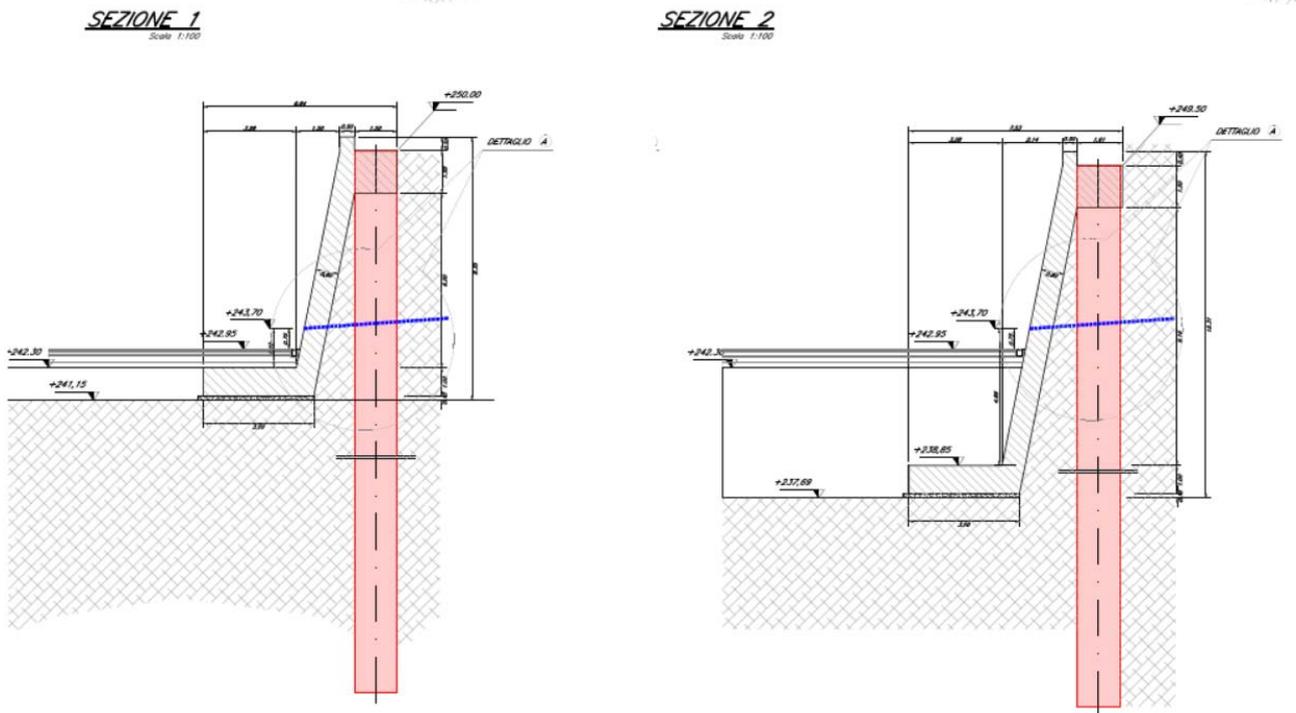


Figura 17-1 – Sezioni muro RI57 [28]

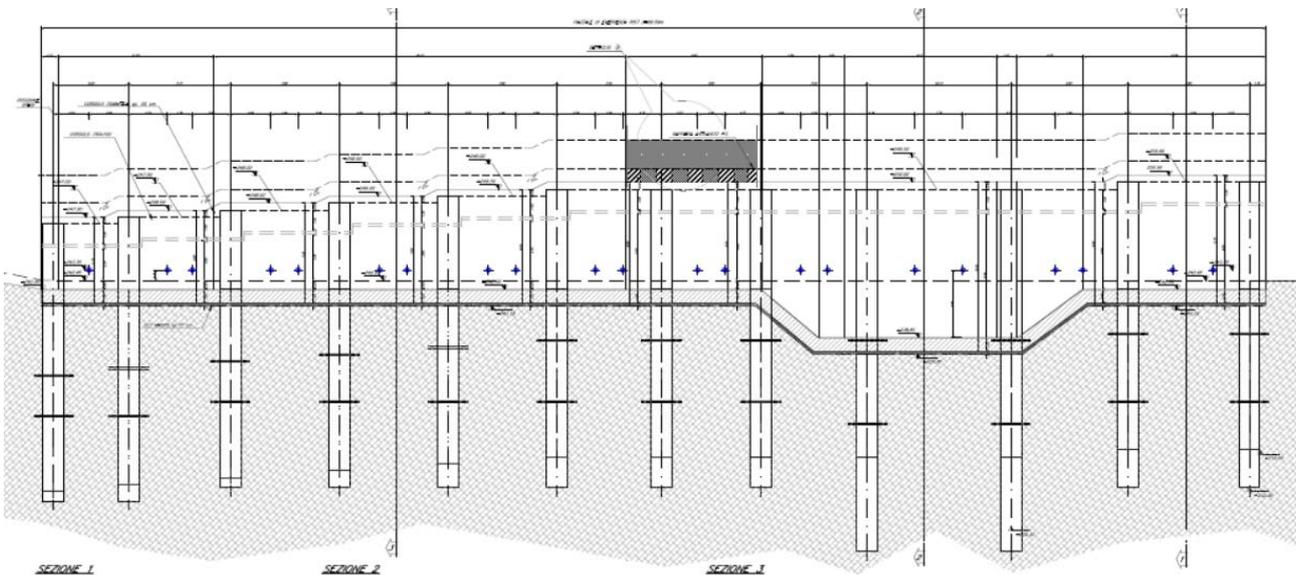


Figura 17-2 – Estratto da sviluppata muro di sostegno RI57 [28]

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 94 di 368

Per la metodologia della verifica di stabilità dello scavo si rimanda al paragrafo 9.6.

Di seguito si riportano i valori di input delle molle elastiche utilizzate nel modello di calcolo Sap 2000 per simulare l'interazione terreno-struttura.

Quota terreno	250 m s.l.m.	Numero Pali	5
Quota sommità pal	250 m s.l.m.	Fattore Gruppo	0.2
Differenza	0.5 m s.l.m.		
Diametro	1.5 m s.l.m.		

testa strato		molle					Orizzontale		Orizzontale Gruppo		Veticale	Veticale Gruppo
Profondità strato [m]	Z da p.c. [m]	Unità	Cu [kPa]	Kh [kN/m³]	a [m]	D [m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0	0.5	BNA1b	100	26667	1	1.5	40000	8000	666870	133374		
1	1.5		100	26667	1	1.5	40000	8000				
2	2.5		100	26667	1	1.5	40000	8000				
3	3.5		100	26667	1	1.5	40000	8000				
4	4.5		100	26667	1	1.5	40000	8000				
5	5.5		100	26667	1	1.5	40000	8000				
6	6.5		100	26667	1	1.5	40000	8000				
7	7.5		100	26667	1	1.5	40000	8000				
8	8.5		100	26667	1	1.5	40000	8000				
9	9.5		100	26667	1	1.5	40000	8000				
10	10.5		100	26667	1	1.5	40000	8000				
11	11.5		100	26667	1	1.5	40000	8000				
12	12.5		100	26667	1	1.5	40000	8000				
13	13.5		100	26667	1	1.5	40000	8000				
14	14.5		100	26667	1	1.5	40000	8000				
15	15.5		100	26667	1	1.5	40000	8000				
16	16.5		100	26667	1	1.5	40000	8000				
17	17.5		100	26667	1	1.5	40000	8000				
18	18.5		100	26667	1	1.5	40000	8000				
19	19.5		100	26667	1	1.5	40000	8000				
20	20.5		100	26667	1	1.5	40000	8000				
21	21.5		100	26667	1	1.5	40000	8000				
22	22.5	100	26667	1	1.5	40000	8000					
23	23.5	BNA2	350	93333	1	1.5	140000	28000	1316570	263314		
24	24.5		350	93333	1	1.5	140000	28000				
25	25.5		350	93333	1	1.5	140000	28000				
26	26.5		350	93333	1	1.5	140000	28000				
27	27.5		350	93333	1	1.5	140000	28000				
28	28.5		350	93333	1	1.5	140000	28000				
29	29.5		350	93333	1	1.5	140000	28000				
30	30.5		350	93333	1	1.5	140000	28000				
31	31.5		350	93333	1	1.5	140000	28000				
32	32.5		350	93333	1	1.5	140000	28000				
33	33.5		350	93333	1	1.5	140000	28000				
34	34.5		350	93333	1	1.5	140000	28000				
									Verticale Base [kN/m]	235710	47142	

Figura 17-3 – Dati di input per molle pali di monte

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 95 di 368

Quota terreno 242.3 m s.l.m.
 Quota sommità pal 241.3 m s.l.m.
 Differenza 0.5 m s.l.m. Numero Pali 2
 Diametro 1.5 m s.l.m. Fattore Gruppo 0.5

testa	molle						Orizzontale	Orizzontale Gruppo	Veticale	Verticale Gruppo
Profondità strato [m]	Z da p.c. [m]	Unità	Cu [kPa]	Kh [kN/m³]	a [m]	D [m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
0	0.5	BNA1b	100	26667	1	1.5	40000	20000	527670	263835
1	1.5		100	26667	1	1.5	40000	20000		
2	2.5		100	26667	1	1.5	40000	20000		
3	3.5		100	26667	1	1.5	40000	20000		
4	4.5		100	26667	1	1.5	40000	20000		
5	5.5		100	26667	1	1.5	40000	20000		
6	6.5		100	26667	1	1.5	40000	20000		
7	7.5		100	26667	1	1.5	40000	20000		
8	8.5		100	26667	1	1.5	40000	20000		
9	9.5		100	26667	1	1.5	40000	20000		
10	10.5		100	26667	1	1.5	40000	20000		
11	11.5		100	26667	1	1.5	40000	20000		
12	12.5		100	26667	1	1.5	40000	20000		
13	13.5		100	26667	1	1.5	40000	20000		
14	14.5		100	26667	1	1.5	40000	20000		
15	15.5	100	26667	1	1.5	40000	20000			
16	16.5	BNA2	350	93333	1	1.5	140000	70000	1387710	693855
17	17.5		350	93333	1	1.5	140000	70000		
18	18.5		350	93333	1	1.5	140000	70000		
19	19.5		350	93333	1	1.5	140000	70000		
20	20.5		350	93333	1	1.5	140000	70000		
21	21.5		350	93333	1	1.5	140000	70000		
22	22.5		350	93333	1	1.5	140000	70000		
23	23.5		350	93333	1	1.5	140000	70000		
24	24.5		350	93333	1	1.5	140000	70000		
25	25.5		350	93333	1	1.5	140000	70000		
26	26.5		350	93333	1	1.5	140000	70000		
27	27.5		350	93333	1	1.5	140000	70000		
28	28.5		350	93333	1	1.5	140000	70000		
29	29.5		350	93333	1	1.5	140000	70000		
								Verticale Base [kN/m]	235710	117855

Figura 17-4 – Dati input per molle pali di valle

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 96 di 368

17.1 SEZIONE 1 (H_{MAX} = 8.7 M)

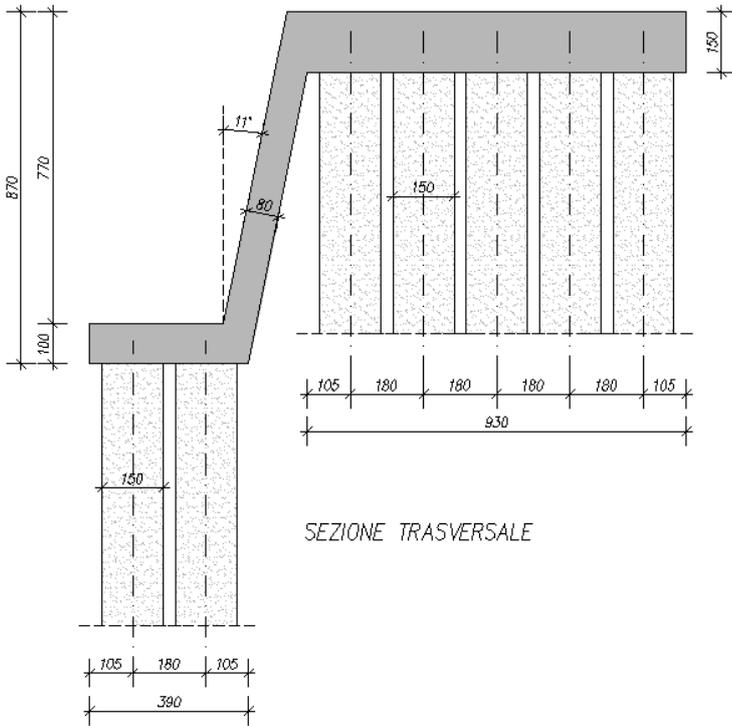


Fig. 1a – Caratteristiche geometriche

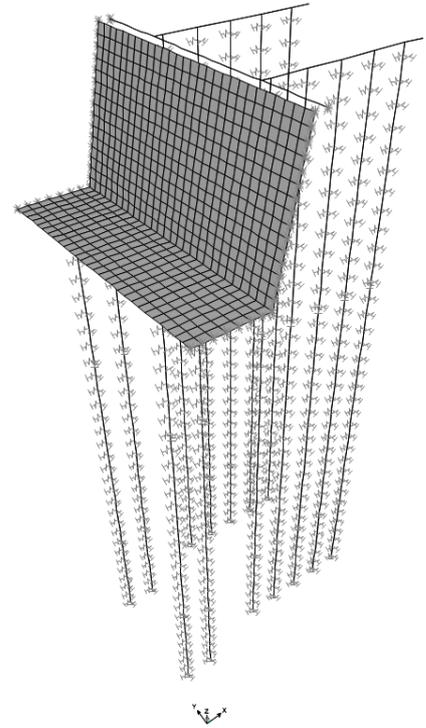


Fig. 1b – Schema statico

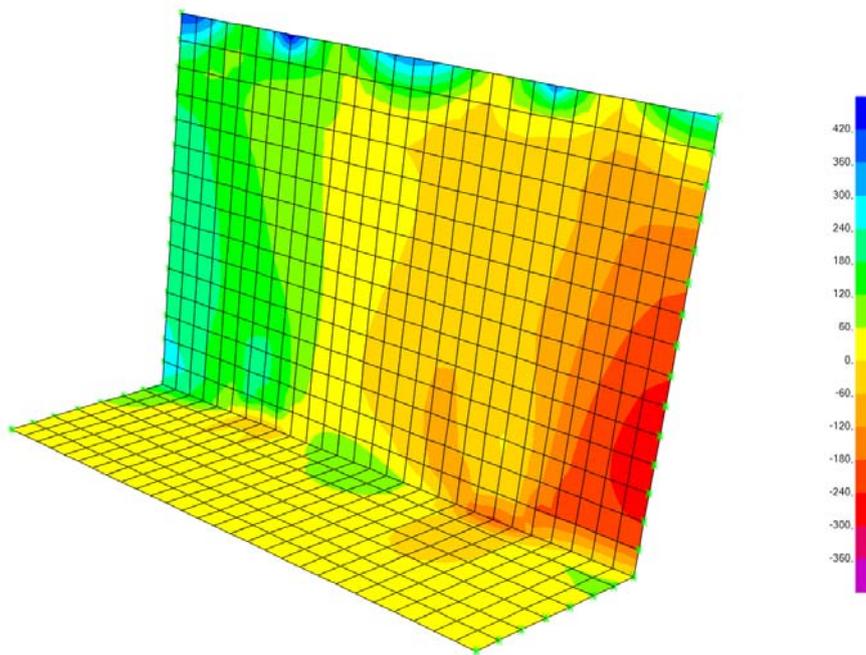


Fig. 2 – Parete: Inviluppo forze membranali assiali F11 (SLU)

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.							
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 97 di 368

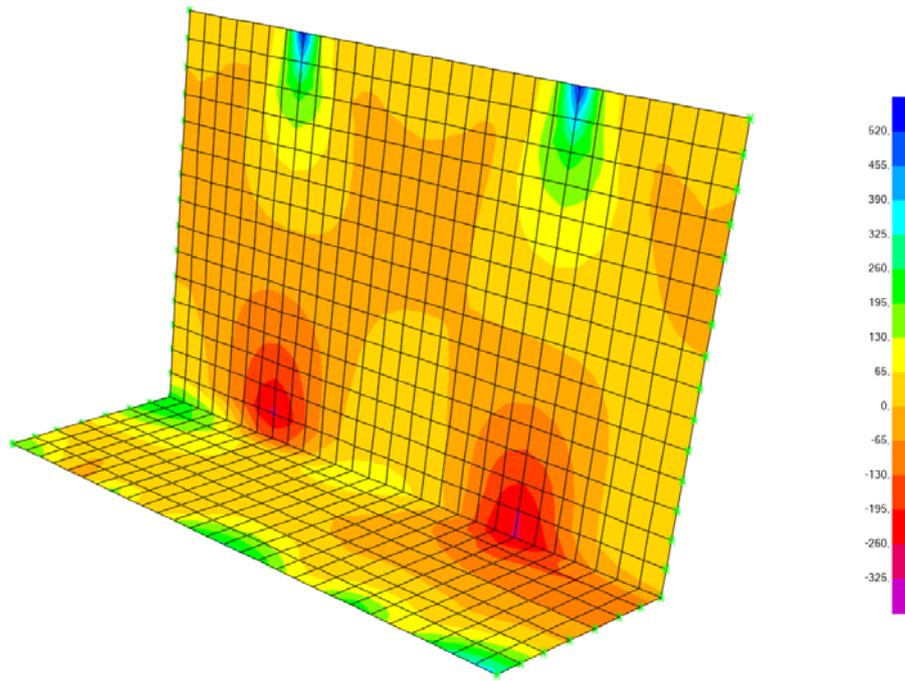


Fig. 3 – Parete: Inviluppo forze membranali assiali F22 (SLU)

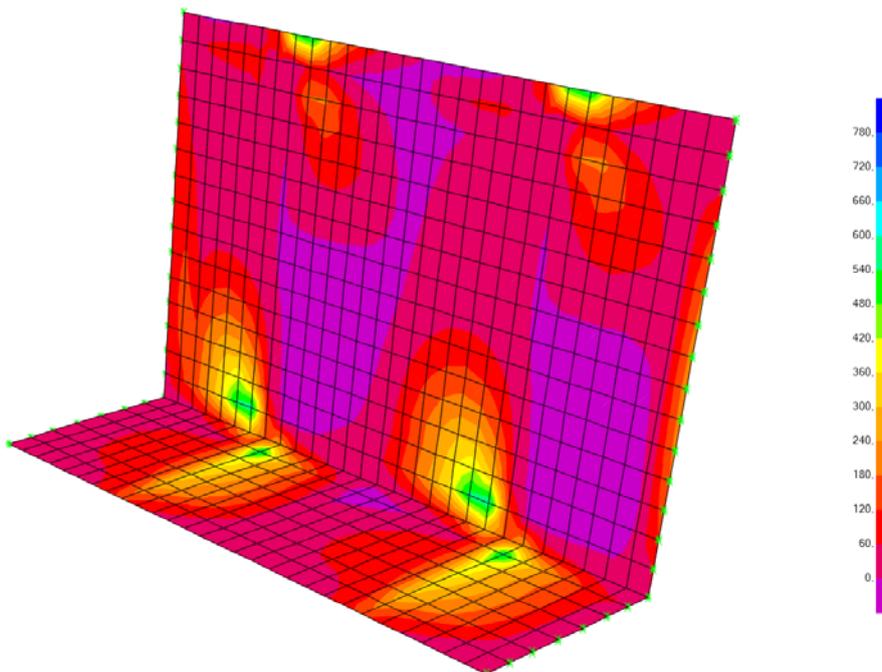


Fig. 4 – Parete: Inviluppo forze membranali di taglio F12 (SLU)

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>Mandatara</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 98 di 368

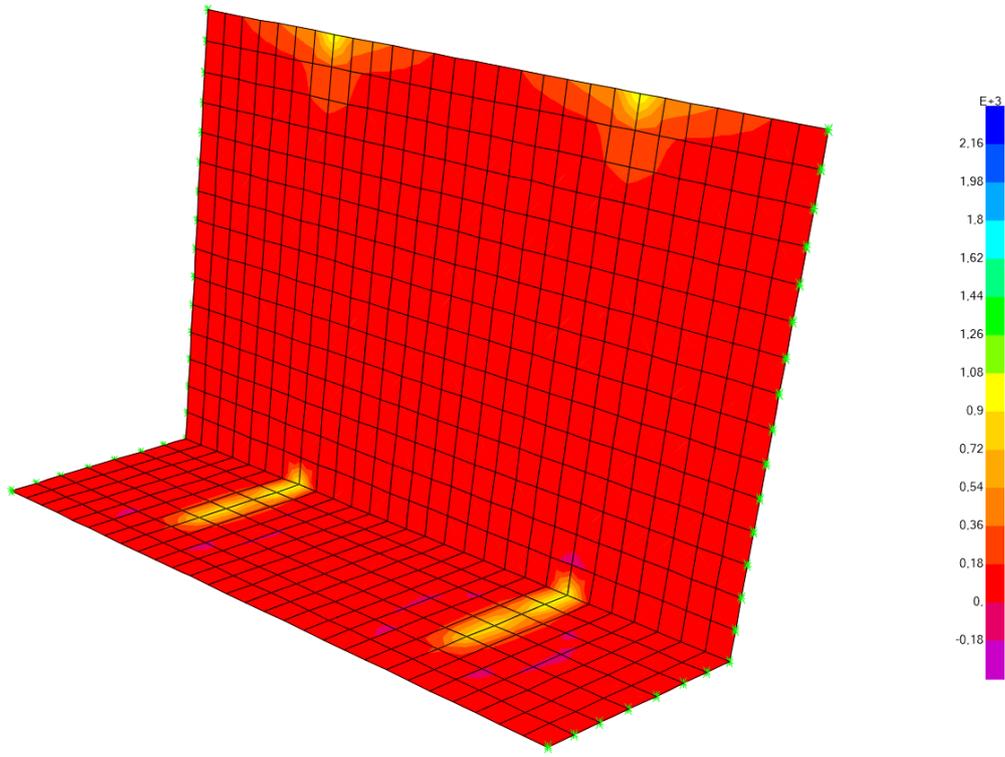
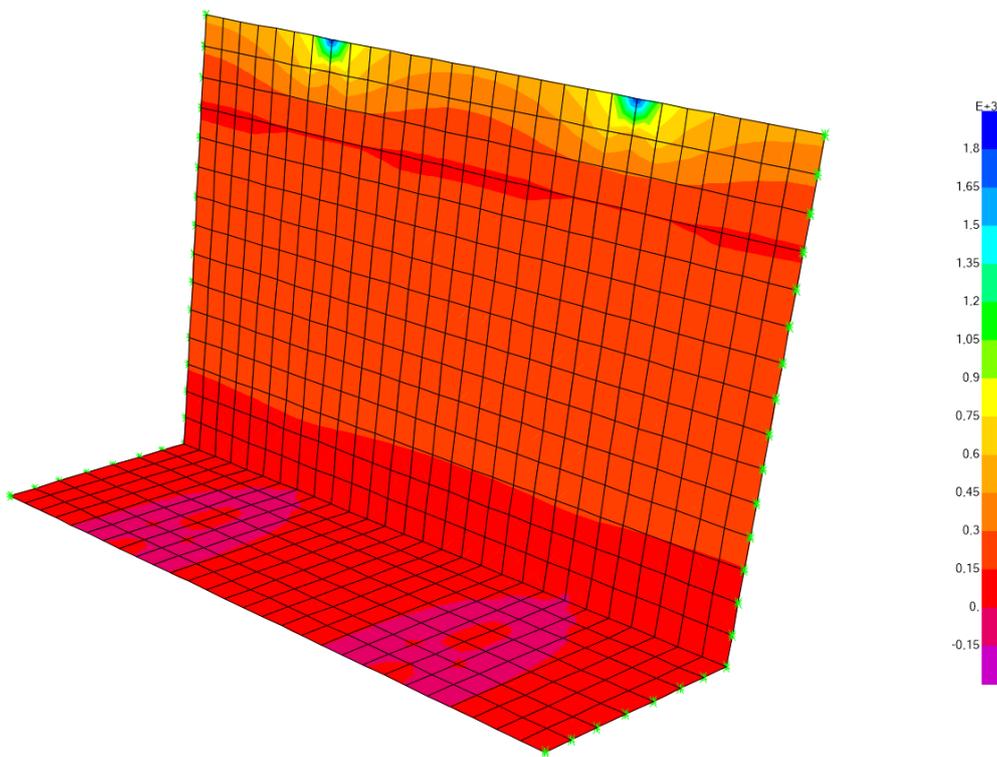


Fig. 5 – Parete: Involuppo momenti flettenti M11 (SLU)



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.	<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 style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">RI5700 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">99 di 368</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	99 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	99 di 368													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																		

Fig. 6 – Parete: Involuppo momenti flettenti M22 (SLU)

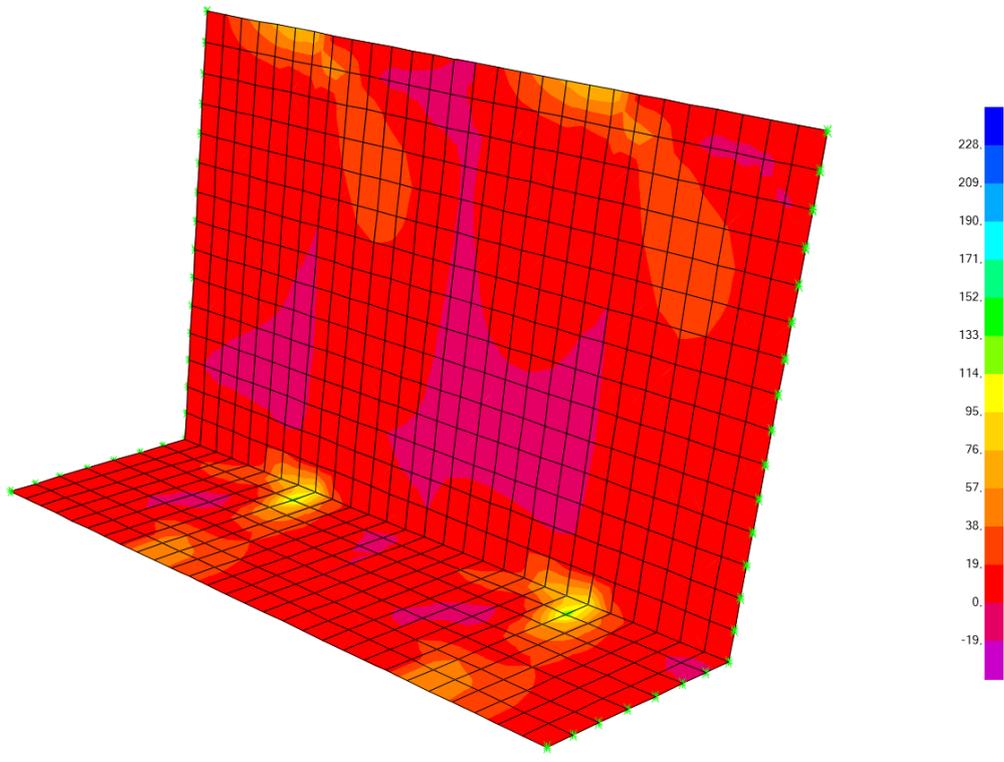
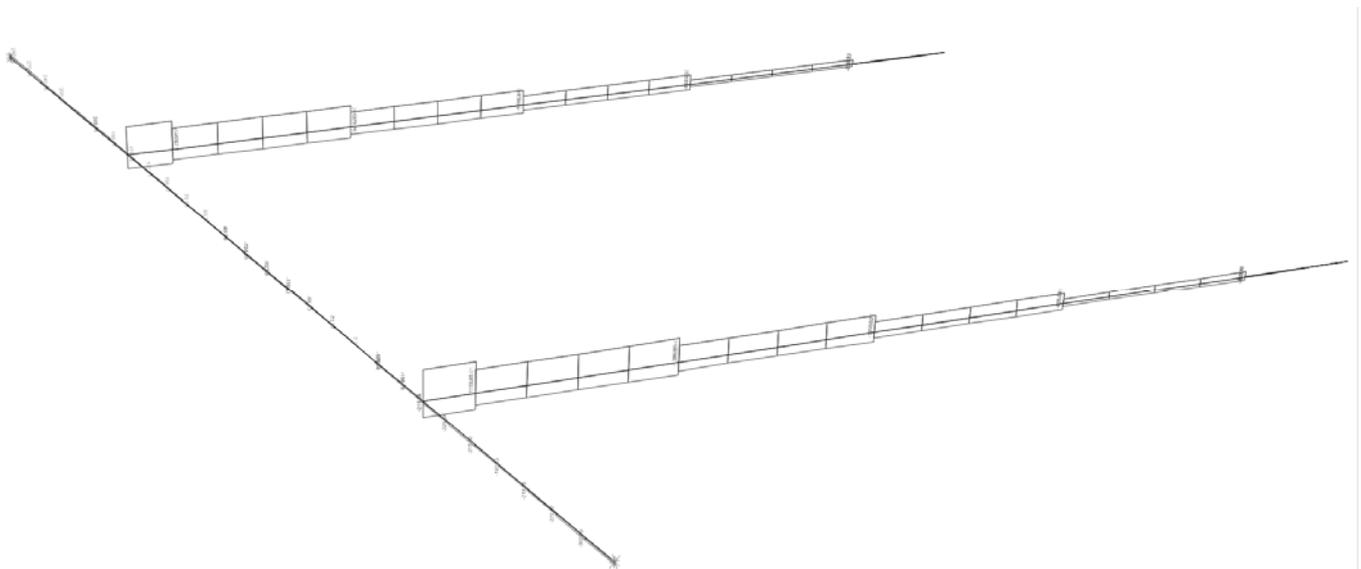


Fig. 7 – Parete: Involuppo momenti di svergolamento M12 (SLU)



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.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 100 di 368

Fig. 8 – Cordolo e Tiranti: Inviluppo forze assiali N (SLU)

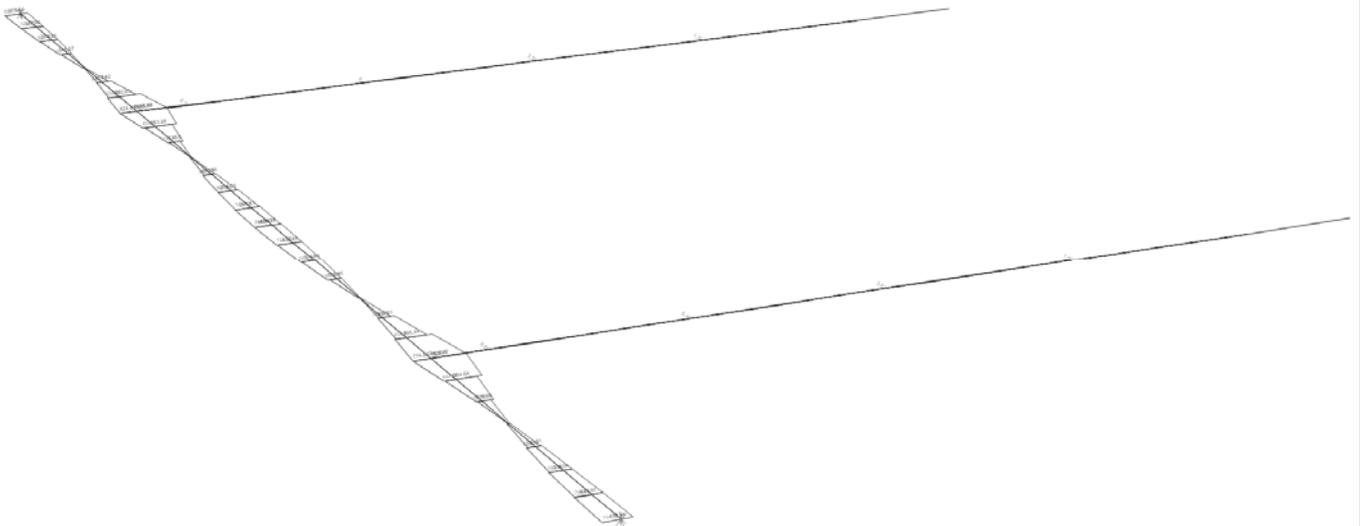


Fig. 9 – Cordolo e Tiranti: Inviluppo momenti flettenti M2 (SLU)

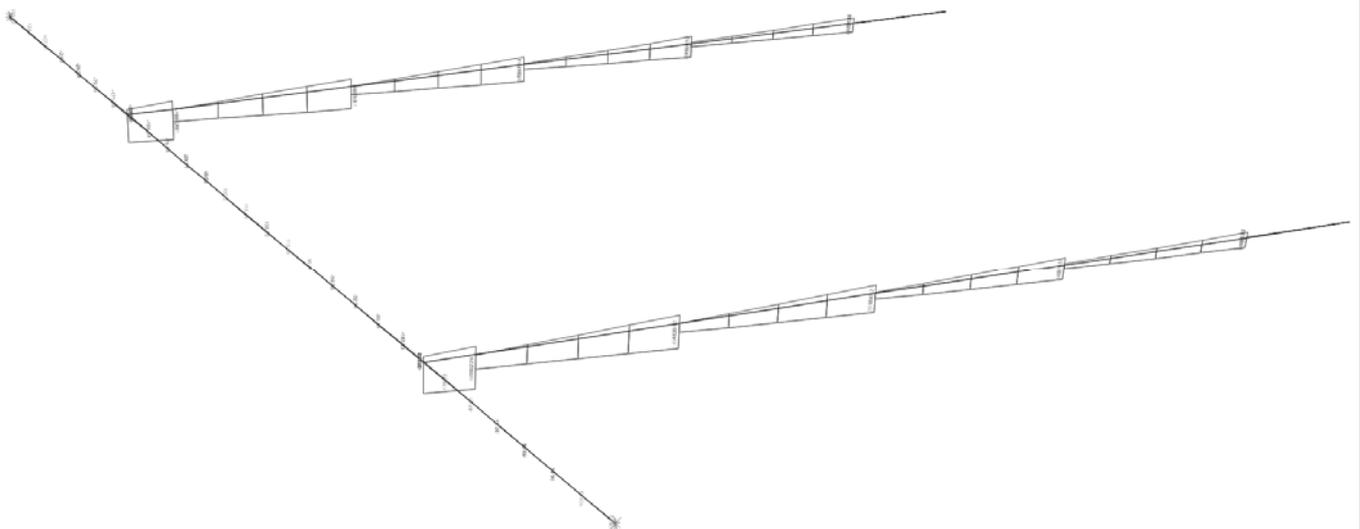


Fig. 10 – Cordolo e Tiranti: Inviluppo momenti flettenti M3 (SLU)

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.	<table border="1" 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;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">RI5700 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">101 di 368</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	101 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	101 di 368													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																		

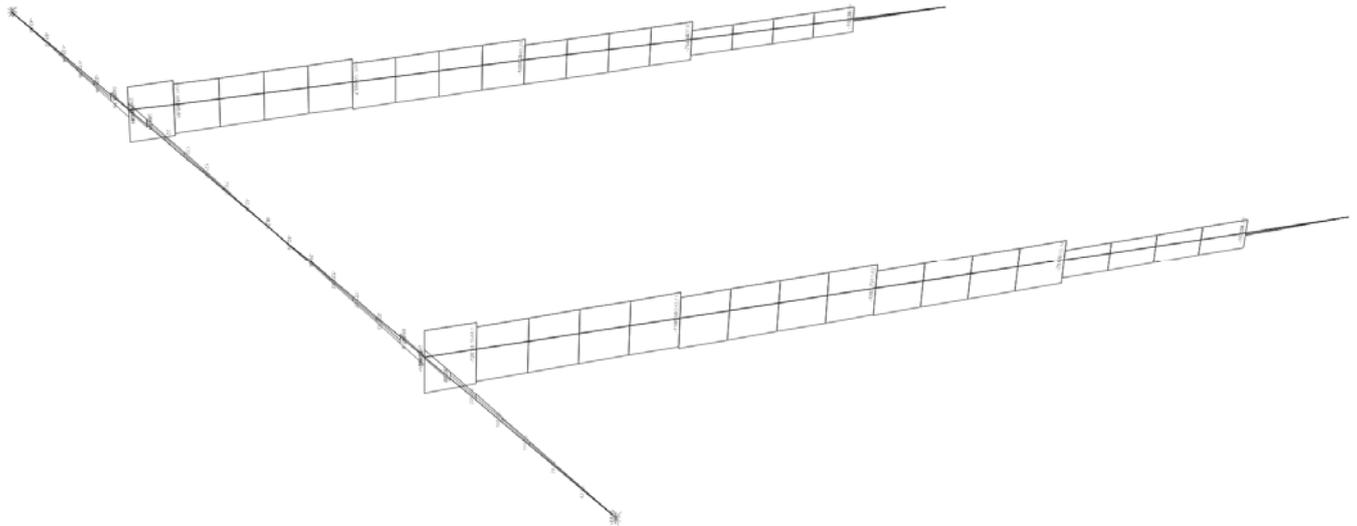


Fig. 11 – Cordolo e Tiranti: Inviluppo tagli V2 (SLU)

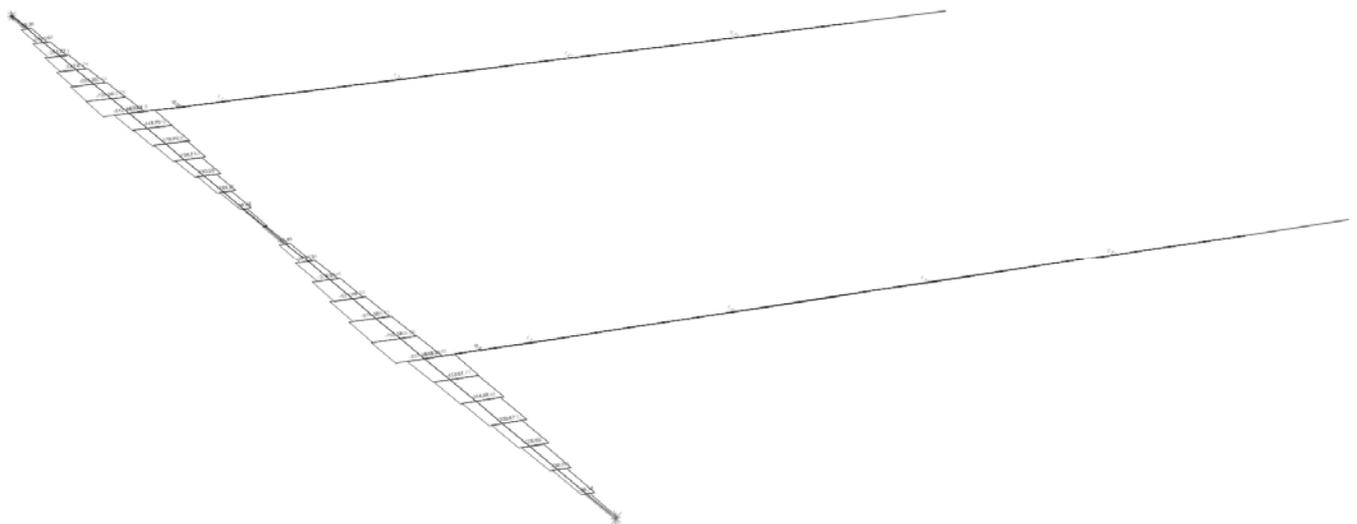


Fig. 12 – Cordolo e Tiranti: Inviluppo tagli V3 (SLU)

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 102 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

17.1.1 Verifica parete

Nelle tabelle seguenti sono indicati i valori delle sollecitazioni massime e i valori delle sollecitazioni risultanti dalle combinazioni di cui al capitolo precedente.

Combinazioni non sismiche (SLU):

Dominio Fd1 + Md1: (direzione 1: orientamento longitudinale)

VERIFICA DEGLI ELEMENTI SHELL IN DIREZIONE "1"

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	40.00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0.85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1.50	-
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	=	33.20	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	=	18.81	N/mm ²
Resistenza media a compressione	f_{cm}	=	41.20	N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{tm}	=	3.10	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	$f_{ctk,0.05}$	=	2.17	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 95%)	$f_{ctk,0.95}$	=	4.03	N/mm ²
Modulo di elasticità normale medio	E_{cm}	=	33643	N/mm ²
Deformazione al raggiungimento della massima tensione f_{ct}	$\epsilon_{1,2}$	=	-0.00200	-
Deformazione ultima del calcestruzzo	ϵ_{cu2}	=	-0.00350	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450.00	N/mm ²
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{yk}	=	0.06750	-
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1.15	-
Resistenza di calcolo a snervamento	f_{yd}	=	391.30	N/mm ²
Modulo di elasticità	E_s	=	200000	N/mm ²
Deformazione dell'acciaio al raggiungimento della tensione f_{yk}	ϵ_{yk}	=	0.001957	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	800.00	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000.00	mm

Armature predisposte nella sezione (predisporre almeno uno strato in zona tesa e uno in zona compressa)

N° Strato	N° Ferri	Diametro	z_1	Area	$0.5h - z_1$	z_1
-	-	mm	mm	mm ²	mm	mm
1	5	24	60.00	2262	340	740
2	5	24	740.00	2262	-340	60
3			0	0	0	0
4			0	0	0	0
5			0	0	0	0
6			0	0	0	0

z_1 = distanza tra il bordo superiore della sezione in calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura che si sta considerando

DOMINIO DI RESISTENZA - Fd1 + Md1

●●●●● DOMINIO DI RESISTENZA DELLA SEZIONE ● SOLLECITAZIONI INVILUPPO — Nrd,max -2500.00

SEZIONE TRASVERSALE

— SEZIONE TRASVERSALE — ARMATURE

CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI DI DESIGN IN DIREZIONE 1

	F_{d1} [kN]	M_{d1} [kNm]	V_{d1} [kN]	e_1 [m]
Massima forza assiale in direzione 1 e momento associato	440	-54	43	-1.22E-01
Minima forza assiale in direzione 1 e momento associato	-208	-79	0	3.77E-01
Massimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	53	211	-19	4.02E+00
Minimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	46	-94	-5	-2.04E+00
Massimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	129	22	154	1.72E-01
Minimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	76	21	-162	2.78E-01
Massima eccentricità in direzione 1	-0.76	-74.07	2.04	9.78E+01
Minima eccentricità in direzione 1	2.45	-82.21	-4.65	-3.36E+01

$F_{d1} = F_{d1} + |F_{d2}|$
 $M_{d1} = M_{d1} + |M_{d2}|$

RESISTENZA LIMITE DELLA SEZIONE A COMPRESSIONE SEMPLICE

Massima forza di compressione sopportabile dalla sezione $N_{rd,max}$ = -13810.8 kN

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 103 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

Dominio Fd2 + Md2: (direzione 2: orientamento trasversale)

VERIFICA DEGLI ELEMENTI SHELL IN DIREZIONE "2"

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	40,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	=	33,20	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	=	18,81	N/mm ²
Resistenza media a compressione	f_{cm}	=	41,20	N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{tm}	=	3,10	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	$f_{tk,0.05}$	=	2,17	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 95%)	$f_{tk,0.95}$	=	4,03	N/mm ²
Modulo di elasticità normale medio	E_{cm}	=	33643	N/mm ²
Deformazione al raggiungimento della massima tensione f_{td}	ϵ_{i2}	=	-0,00200	-
Deformazione ultima del calcestruzzo	ϵ_{i2}	=	-0,00350	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450,00	N/mm ²
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{yk}	=	0,0675	-
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-
Resistenza di calcolo a snervamento	f_{yd}	=	391,30	N/mm ²
Modulo di elasticità	E_s	=	200000	N/mm ²
Deformazione dell'acciaio al raggiungimento della tensione f_{yd}	ϵ_{yk}	=	0,001957	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	800,00	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000,00	mm

Armature predisposte nella sezione (predisporre almeno uno strato in zona tesa e uno in zona compressa)

N° Strato	N° Ferri	Diametro	z_i	Area	$0,5h - z_i$	z_i'
-	-	mm	mm	mm ²	mm	mm
1	8	26	60,00	4247	340	740
2	8	26	140,00	4247	-340	60
3				0	0	0
4				0	0	0
5				0	0	0
6				0	0	0

z_i = distanza tra il bordo superiore della sezione in calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura che si sta considerando

DOMINIO DI RESISTENZA - Fd2 + Md2

---●--- DOMINIO DI RESISTENZA DELLA SEZIONE ● SOLLECITAZIONI IN INVILUPPO - - - NRd,max

SEZIONE TRASVERSALE

— SEZIONE TRASVERSALE ■ ARMATURE

CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI DI DESIGN IN DIREZIONE 1

F_{d2} [kN]	M_{d2} [kNm]	V_{d2} [kN]	e_2 [m]
131	-190	227	-1,45E+00
-1305	-264	-123	2,02E-01
-358	-431	-458	-1,20E+00
-411	-439	-15	1,07E+00
-278	-156	442	1,07E+00
-360	429	-468	-1,19E+00
-0,19	-381,39	101,84	2,01E+03
0,20	-244,35	-158,01	-1,22E+03

Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato
 Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato
 Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata
 Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata
 Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}
 Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}
 Massima eccentricità in direzione 2
 Minima eccentricità in direzione 2

$\bar{F}_{d2} = F_{d2} + |F_{d2}|$
 $\bar{M}_{d2} = M_{d2} + |M_{d2}|$

RESISTENZA LIMITE DELLA SEZIONE A COMPRESSIONE SEMPLICE

Massima forza di compressione sopportabile dalla sezione $N_{Rd,max} = -15364,6$ kN

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 104 di 368

VERIFICA A TAGLIO DEGLI ELEMENTI SHELL - NTC2018

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	40,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	=	33,20	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	=	18,81	N/mm ²
Resistenza media a compressione	f_{cm}	=	41,20	N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	=	3,10	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	$f_{ctk,0.05}$	=	2,17	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 95%)	$f_{ctk,0.95}$	=	4,03	N/mm ²
Modulo di elasticità normale medio	E_{cm}	=	33643	N/mm ²
Deformazione al raggiungimento della massima tensione f_{cd}	ϵ_{c2}	=	-0,0020	-
Deformazione ultima del calcestruzzo	ϵ_{cu2}	=	-0,0035	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450	N/mm ²
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{ud}	=	0,0675	-
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-
Resistenza di calcolo a snervamento	f_{yd}	=	391,30	N/mm ²
Modulo di elasticità	E_s	=	200000	N/mm ²
Deformazione dell'acciaio al raggiungimento della tensione f_{yd}	ϵ_{yd}	=	0,001957	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	800	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000	mm

SOLLECITAZIONI DI TAGLIO

Sollecitazione di taglio in direzione 1 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,1, pos}$	=	161,7	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 2 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,2, pos}$	=	467,9	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 1 associata alla presenza di momenti negativi	$V_{Ed,1, neg}$	=	0,0	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 2 associata alla presenza di momenti negativi	$V_{Ed,2, neg}$	=	467,9	kN

RESISTENZA LIMITE A TAGLIO DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza utile in direzione 1 per momenti positivi	$d_{1, pos}$	=	740,00	mm
Altezza utile in direzione 2 per momenti positivi	$d_{2, pos}$	=	740,00	mm
Altezza utile in direzione 1 per momenti negativi	$d_{1, neg}$	=	740,00	mm
Altezza utile in direzione 2 per momenti negativi	$d_{2, neg}$	=	740,00	mm
Coefficiente di riduzione per effetto della fessurazione	ν	=	0,500	-
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.1)	$V_{Rd1, max, pos}$	=	3480,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.2)	$V_{Rd2, max, pos}$	=	3480,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.1)	$V_{Rd1, max, neg}$	=	3480,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.2)	$V_{Rd2, max, neg}$	=	3480,5	kN
Verifica di idoneità della sezione	$\delta_{1, pos}$	=	✓ 0,05	-
	$\delta_{2, pos}$	=	✓ 0,13	-
	$\delta_{1, neg}$	=	✓ 0,00	-
	$\delta_{2, neg}$	=	✓ 0,13	-

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 105 di 368

RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE PRIVA DI ARMATURA IDONEA A RESISTERE AL TAGLIO						
Coefficiente di resistenza al taglio	$C_{Rd,c}$	=	0,12	-		
Coefficiente k in direzione 1 per momenti positivi	$k_{1,pos}$	=	1,520	-		
Coefficiente k in direzione 2 per momenti positivi	$k_{2,pos}$	=	1,520	-		
Coefficiente k in direzione 1 per momenti negativi	$k_{1,neg}$	=	1,520	-		
Coefficiente k in direzione 2 per momenti negativi	$k_{2,neg}$	=	1,520	-		
Armatura tesa inferiore in direzione 1	$A_{inf,1}$	=	2262	mm ²		
Armatura tesa superiore in direzione 1	$A_{sup,1}$	=	2262	mm ²		
Armatura tesa inferiore in direzione 2	$A_{inf,2}$	=	4247	mm ²		
Armatura tesa superiore in direzione 2	$A_{sup,2}$	=	4247	mm ²		
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti positivi	$\rho_{1,pos}$	=	0,00306	-		
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti positivi	$\rho_{2,pos}$	=	0,00574	-		
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti negativi	$\rho_{1,neg}$	=	0,00306	-		
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti negativi	$\rho_{2,neg}$	=	0,00574	-		
Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 1	σ_1	=	0,000	MPa		
Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 2	σ_2	=	0,347	MPa		
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,pos}$	=	292,2	kN		
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,pos}$	=	399,0	kN		
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,neg}$	=	292,2	kN		
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,neg}$	=	399,0	kN		
Verifica di idoneità della sezione priva di armatura a taglio	$\delta_{1,pos}$	=	0,55	-	✓	
	$\delta_{2,pos}$	=	1,17	-	✗	
NECESSARIO PREDISPORRE ARMATURA A TAGLIO						
	$\delta_{1,neg}$	=	0,00	-	✓	
	$\delta_{2,neg}$	=	1,17	-	✗	
RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE DOTATA DI ARMATURA IDONEA A RESISTERE AL TAGLIO						
Diametro delle armature a taglio	ϕ_{st}	=	16,00	mm		
Angolo di inclinazione delle bielle compresse	θ	=	45,00	OK		
Passo delle armature a taglio disposte in direzione 1	s_1	=	250,00	mm	✓	
Passo delle armature a taglio disposte in direzione 2	s_2	=	250,00	mm	✓	
Numero ferri a taglio in direzione 1	n_1	=	4,00	-		
Numero ferri a taglio in direzione 2	n_2	=	4,00	-		
Area della singola armatura a taglio	A_{sw}	=	201	mm ²		
Rapporto geometrico minimo	ρ_w	=	0,001024	-		
Rapporto geometrico d'armatura in direzione 1	$\rho_{w,1}$	=	0,001087	-	✓	
Rapporto geometrico d'armatura in direzione 2	$\rho_{w,2}$	=	0,001087	-	✓	
Passo massimo delle armature a taglio	s_{max}	=	555	mm		
Resistenza offerta dalle armature in direzione 1	$V_{Rds,1}$	=	964,1	kN		
Resistenza offerta dalle armature in direzione 2	$V_{Rds,2}$	=	964,1	kN		
Coefficiente maggiorativo in direzione 1	α_{c1}	=	1,00	-		
Coefficiente maggiorativo in direzione 2	α_{c2}	=	1,02	-		
Resistenza offerta dalle bielle in direzione 1	$V_{Rdc,1}$	=	3132,4	kN		
Resistenza offerta dalle bielle in direzione 2	$V_{Rdc,2}$	=	3190,2	kN		
Verifica di idoneità della sezione dotata di armatura a taglio	δ_1	=	0,17	-	✓	
	δ_2	=	0,49	-	✓	

Pertanto la verifica a taglio risulta soddisfatta con la presenza di **spilli Ø16/25 cm.**

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 106 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

Combinazioni sismiche (SLV):

Dominio Fd1 + Md1: (direzione 1: orientamento longitudinale)

VERIFICA DEGLI ELEMENTI SHELL IN DIREZIONE "1"

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	40,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	=	33,20	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	=	18,81	N/mm ²
Resistenza media a compressione	f_{cm}	=	41,20	N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	=	3,10	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	$f_{ctk,0,05}$	=	2,17	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 95%)	$f_{ctk,0,95}$	=	4,03	N/mm ²
Modulo di elasticità normale medio	E_{cm}	=	33643	N/mm ²
Deformazione al raggiungimento della massima tensione f_{td}	ϵ_{ct2}	=	-0,00200	-
Deformazione ultima del calcestruzzo	ϵ_{cu2}	=	-0,00350	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450,00	N/mm ²
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{ult}	=	0,06750	-
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-
Resistenza di calcolo a snervamento	f_{yd}	=	391,30	N/mm ²
Modulo di elasticità	E_s	=	200000	N/mm ²
Deformazione dell'acciaio al raggiungimento della tensione f_{yd}	ϵ_{yk}	=	0,001957	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	800,00	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000,00	mm

Armature predisposte nella sezione (predisporre almeno uno strato in zona lesa e uno in zona compressa)

N° Strato	N° Ferri	Diametro	z_i	Area	$0,5h - z_i$	z'_i
-	-	mm	mm	mm ²	mm	mm
1	5	24	60,00	2262	340	740
2	5	24	740,00	2262	-340	60
3			0	0	0	0
4			0	0	0	0
5			0	0	0	0
6			0	0	0	0

z_i = distanza tra il bordo superiore della sezione in calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura che si sta considerando

DOMINIO DI RESISTENZA - Fd1 + Md1

○●●● DOMINIO DI RESISTENZA DELLA SEZIONE ● SOLLECITAZIONI IN INVILUPPO ■ N_{Rd,max} = -2500,00

SEZIONE TRASVERSALE

— SEZIONE TRASVERSALE ■ ARMATURE

CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI DI DESIGN IN DIREZIONE 1

	F_{d1} [kN]	M_{d1} [kNm]	V_{d1} [kN]	e_1 [m]
Massima forza assiale in direzione 1 e momento associato	529	-56	31	-1,05E-01
Minima forza assiale in direzione 1 e momento associato	-300	-124	4	4,13E-01
Massimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	42	306	-7	7,29E-01
Minimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	-139	-134	2	9,60E-01
Massimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	155	138	195	8,94E-01
Minimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	99	143	-194	1,45E+00
Massima eccentricità in direzione 1	0,14	31,14	4,88	2,22E+02
Minima eccentricità in direzione 1	-2,78	163,48	88,15	-5,88E+01

$F_{d1} = F_{d1x} + |F_{d1y}|$
 $M_{d1} = M_{d1x} + |M_{d1y}|$

RESISTENZA LIMITE DELLA SEZIONE A COMPRESSIONE SEMPLICE

Massima forza di compressione sopportabile dalla sezione $N_{Rd,max}$ = -13810,8 kN

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 107 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

Dominio Fd2 + Md2: (direzione 2: orientamento trasversale)

VERIFICA DEGLI ELEMENTI SHELL IN DIREZIONE "2"

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	40,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	=	33,20	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	=	18,81	N/mm ²
Resistenza media a compressione	f_{cm}	=	41,20	N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{tm}	=	3,10	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	$f_{tk,0,05}$	=	2,17	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 95%)	$f_{tk,0,95}$	=	4,03	N/mm ²
Modulo di elasticità normale medio	E_{cm}	=	33643	N/mm ²
Deformazione al raggiungimento della massima tensione f_{td}	ϵ_{td}	=	-0,00200	-
Deformazione ultima del calcestruzzo	ϵ_{cu2}	=	-0,00350	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450,00	N/mm ²
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{ult}	=	0,0675	-
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-
Resistenza di calcolo a snervamento	f_{yd}	=	391,30	N/mm ²
Modulo di elasticità	E_s	=	200000	N/mm ²
Deformazione dell'acciaio al raggiungimento della tensione f_{yd}	ϵ_{yd}	=	0,001957	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	800,00	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000,00	mm

Armature predisposte nella sezione (predisporre almeno uno strato in zona lesa e uno in zona compressa)

N° Strato	N° Ferri	Diametro	z_i	Area	$0,5h - z_i$	z'_i
-	-	mm	mm	mm ²	mm	mm
1	8	26	60,00	4247	340	740
2	8	26	740,00	4247	-340	60
3			0	0	0	0
4			0	0	0	0
5			0	0	0	0
6			0	0	0	0

z_i = distanza tra il bordo superiore della sezione in calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura che si sta considerando

DOMINIO DI RESISTENZA - Fd2 + Md2

○●● DOMINIO DI RESISTENZA DELLA SEZIONE ● SOLLECITAZIONI IN INVOLUPPO — Nrd,max

SEZIONE TRASVERSALE

— SEZIONE TRASVERSALE ■ ARMATURE

CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI DI DESIGN IN DIREZIONE 1

	F_{d2} [kN]	M_{d2} [kNm]	V_{d2} [kN]	e_2 [m]
Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato	305	15	255	4,79E-02
Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato	-1516	-250	-22	1,65E-01
Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	-619	487	-747	-7,87E-01
Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	-544	-635	0	1,17E+00
Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	-328	-146	525	1,17E+00
Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	-665	485	-747	-7,29E-01
Massima eccentricità in direzione 2	0,86	220,91	-38,31	2,56E+02
Minima eccentricità in direzione 2	-0,24	234,85	-20,77	9,99E+02

$$F_{ed2} = F_{d2} + |F_{d2d}|$$

$$M_{ed2} = M_{d2} + |M_{d2d}|$$

RESISTENZA LIMITE DELLA SEZIONE A COMPRESSIONE SEMPLICE

Massima forza di compressione sopportabile dalla sezione $N_{rd,max}$ = -15364,6 kN

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiogo - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 108 di 368

VERIFICA A TAGLIO DEGLI ELEMENTI SHELL - NTC2018

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	40,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	=	33,20	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	=	18,81	N/mm ²
Resistenza media a compressione	f_{cm}	=	41,20	N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	=	3,10	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	$f_{ctk,0.05}$	=	2,17	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 95%)	$f_{ctk,0.95}$	=	4,03	N/mm ²
Modulo di elasticità normale medio	E_{cm}	=	33643	N/mm ²
Deformazione al raggiungimento della massima tensione f_{cd}	ϵ_{c2}	=	-0,0020	-
Deformazione ultima del calcestruzzo	ϵ_{cu2}	=	-0,0035	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450	N/mm ²
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{ud}	=	0,0675	-
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-
Resistenza di calcolo a snervamento	f_{yd}	=	391,30	N/mm ²
Modulo di elasticità	E_s	=	200000	N/mm ²
Deformazione dell'acciaio al raggiungimento della tensione f_{yd}	ϵ_{yd}	=	0,001957	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	800	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000	mm

SOLLECITAZIONI DI TAGLIO

Sollecitazione di taglio in direzione 1 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,1,pos}$	=	194,6	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 2 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,2,pos}$	=	747,5	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 1 associata alla presenza di momenti negativi	$V_{Ed,1,neg}$	=	0,0	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 2 associata alla presenza di momenti negativi	$V_{Ed,2,neg}$	=	747,5	kN

RESISTENZA LIMITE A TAGLIO DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza utile in direzione 1 per momenti positivi	$d_{1,pos}$	=	740,00	mm
Altezza utile in direzione 2 per momenti positivi	$d_{2,pos}$	=	740,00	mm
Altezza utile in direzione 1 per momenti negativi	$d_{1,neg}$	=	740,00	mm
Altezza utile in direzione 2 per momenti negativi	$d_{2,neg}$	=	740,00	mm
Coefficiente di riduzione per effetto della fessurazione	ν	=	0,500	-
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.1)	$V_{Rd1,max,pos}$	=	3480,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.2)	$V_{Rd2,max,pos}$	=	3480,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.1)	$V_{Rd1,max,neg}$	=	3480,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.2)	$V_{Rd2,max,neg}$	=	3480,5	kN

Verifica di idoneità della sezione	$\delta_{1,pos}$	=	✓	0,06	-
	$\delta_{2,pos}$	=	✓	0,21	-
	$\delta_{1,neg}$	=	✓	0,00	-
	$\delta_{2,neg}$	=	✓	0,21	-

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 109 di 368

RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE PRIVA DI ARMATURA IDONEA A RESISTERE AL TAGLIO						
Coefficiente di resistenza al taglio	$C_{Rd,c}$	=	0,12	-		
Coefficiente k in direzione 1 per momenti positivi	$k_{1,pos}$	=	1,520	-		
Coefficiente k in direzione 2 per momenti positivi	$k_{2,pos}$	=	1,520	-		
Coefficiente k in direzione 1 per momenti negativi	$k_{1,neg}$	=	1,520	-		
Coefficiente k in direzione 2 per momenti negativi	$k_{2,neg}$	=	1,520	-		
Armatura tesa inferiore in direzione 1	$A_{inf,1}$	=	2262	mm ²		
Armatura tesa superiore in direzione 1	$A_{sup,1}$	=	2262	mm ²		
Armatura tesa inferiore in direzione 2	$A_{inf,2}$	=	4247	mm ²		
Armatura tesa superiore in direzione 2	$A_{sup,2}$	=	4247	mm ²		
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti positivi	$\rho_{1,pos}$	=	0,00306	-		
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti positivi	$\rho_{2,pos}$	=	0,00574	-		
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti negativi	$\rho_{1,neg}$	=	0,00306	-		
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti negativi	$\rho_{2,neg}$	=	0,00574	-		
Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 1	σ_1	=	0,000	MPa		
Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 2	σ_2	=	0,410	MPa		
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,pos}$	=	292,2	kN		
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,pos}$	=	406,0	kN		
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,neg}$	=	292,2	kN		
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,neg}$	=	406,0	kN		
Verifica di idoneità della sezione priva di armatura a taglio	$\delta_{1,pos}$	=	0,67	-	✓	
	$\delta_{2,pos}$	=	1,84	-	✗	
NECESSARIO PREDISPORRE ARMATURA A TAGLIO						
	$\delta_{1,neg}$	=	0,00	-	✓	
	$\delta_{2,neg}$	=	1,84	-	✗	
RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE DOTATA DI ARMATURA IDONEA A RESISTERE AL TAGLIO						
Diametro delle armature a taglio	ϕ_{st}	=	16,00	mm		
Angolo di inclinazione delle bielle compresse	θ	=	45,00	OK		
Passo delle armature a taglio disposte in direzione 1	s_1	=	250,00	mm	✓	
Passo delle armature a taglio disposte in direzione 2	s_2	=	250,00	mm	✓	
Numero ferri a taglio in direzione 1	n_1	=	4,00	-		
Numero ferri a taglio in direzione 2	n_2	=	4,00	-		
Area della singola armatura a taglio	A_{sw}	=	201	mm ²		
Rapporto geometrico minimo	ρ_w	=	0,001024	-		
Rapporto geometrico d'armatura in direzione 1	$\rho_{w,1}$	=	0,001087	-	✓	
Rapporto geometrico d'armatura in direzione 2	$\rho_{w,2}$	=	0,001087	-	✓	
Passo massimo delle armature a taglio	s_{max}	=	555	mm		
Resistenza offerta dalle armature in direzione 1	$V_{Rds,1}$	=	964,1	kN		
Resistenza offerta dalle armature in direzione 2	$V_{Rds,2}$	=	964,1	kN		
Coefficiente maggiorativo in direzione 1	α_{c1}	=	1,00	-		
Coefficiente maggiorativo in direzione 2	α_{c2}	=	1,02	-		
Resistenza offerta dalle bielle in direzione 1	$V_{Rdc,1}$	=	3132,4	kN		
Resistenza offerta dalle bielle in direzione 2	$V_{Rdc,2}$	=	3200,7	kN		
Verifica di idoneità della sezione dotata di armatura a taglio	δ_1	=	0,20	-	✓	
	δ_2	=	0,78	-	✓	

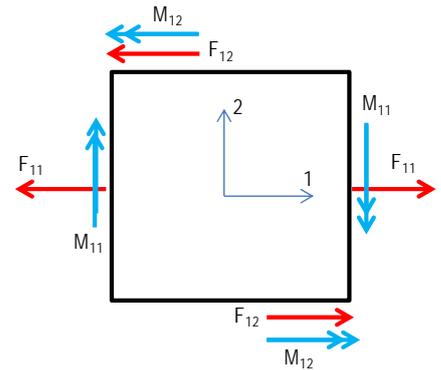
Pertanto la verifica a taglio risulta soddisfatta con la presenza di **spilli Ø16/25 cm.**

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 110 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiogo - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

Combinazione rara (SLE) – Verifica a fessurazione:

Direzione 1: orientamento longitudinale:

	F_{d1}	M_{d1}	V_{d1}	e_1
	[kN]	[kNm]	[kN]	[m]
Massima forza assiale in direzione 1 e momento associato	333	-40	33	-1,21E-01
Minima forza assiale in direzione 1 e momento associato	-157	-59	0	3,75E-01
Massimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	40	156	-16	3,88E+00
Minimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	49	-66	-4	-1,35E+00
Massimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	17	82	87	4,70E+00
Minimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	46	84	-87	1,81E+00
Massima eccentricità in direzione 1	-0,13	-55,40	1,56	4,43E+02
Minima eccentricità in direzione 1	-4,56	95,26	19,49	-2,09E+01



$$F_{d1} = F_{11} + |F_{12}|$$

$$M_{d1} = M_{11} + |M_{12}|$$

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.70	-50.0	80.0	1.8	21.2	6.5	----	----
2	S	0.40	-50.0	80.0	-73.3	21.2	6.5	1600	22.6
3	S	2.16	-50.0	80.0	-93.8	21.2	6.5	1600	22.6
4	S	0.93	-50.0	80.0	-33.2	21.2	6.5	1600	22.6
5	S	1.13	-50.0	80.0	-50.1	21.2	6.5	1650	22.6
6	S	1.18	-50.0	80.0	-45.5	21.2	6.5	1600	22.6

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

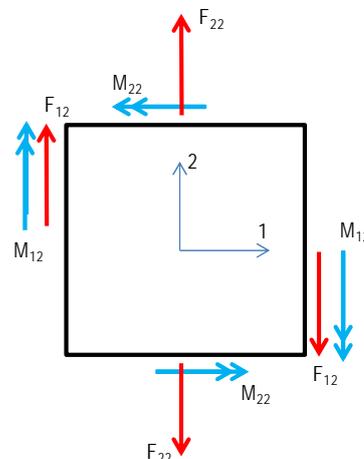
Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copri ferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	111 di 368	

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	-0.00040	0.00000	0.500	24.0	53	0.00022 (0.00022)	469	0.103 (990.00)	274.01	0.00
3	S	-0.00052	0.00000	0.500	24.0	53	0.00028 (0.00028)	469	0.132 (990.00)	394.27	0.00
4	S	-0.00019	0.00000	0.500	24.0	53	0.00010 (0.00010)	469	0.047 (990.00)	425.37	0.00
5	S	-0.00028	0.00000	0.500	24.0	53	0.00015 (0.00015)	478	0.072 (990.00)	391.38	0.00
6	S	-0.00026	0.00000	0.500	24.0	53	0.00014 (0.00014)	469	0.064 (990.00)	412.34	0.00

Direzione 2: orientamento trasversale:

	F _{d2} [kN]	M _{d2} [kNm]	V _{d2} [kN]	e ₂ [m]
Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato	94	-220	116	-2,33E+00
Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato	-760	-242	71	3,19E-01
Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	-269	325	-342	-1,21E+00
Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	-373	-309	-10	8,29E-01
Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F _{d2} e M _{d2}	-30	-220	135	8,29E-01
Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F _{d2} e M _{d2}	-288	324	-342	-1,13E+00
Massima eccentricità in direzione 2	-0.47	-267,02	75,76	5,65E+02
Minima eccentricità in direzione 2	-0.57	273,81	-188,22	-4,80E+02



$$F_{d2} = F_{22} + |F_{12}|$$

$$M_{d2} = M_{22} + |M_{12}|$$

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.26	-50.0	80.0	-67.9	30.2	6.5	1600	42.5
2	S	0.60	-50.0	80.0	-174.3	30.2	6.5	1600	42.5
3	S	2.84	-50.0	80.0	-145.1	30.2	6.5	1600	42.5
4	S	2.50	-50.0	80.0	-151.4	30.2	6.5	1600	42.5
5	S	2.13	-50.0	80.0	-81.2	30.2	6.5	1650	42.5
6	S	2.80	-50.0	80.0	-146.9	30.2	6.5	1600	42.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
Ver.	Esito della verifica
e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; = (e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - 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;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">R15700 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">112 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	R15700 001	B	112 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	R15700 001	B	112 di 368								

\emptyset	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace A_c eff [eq.(7.11)EC2]										
Cf	Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa										
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]										
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]										
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi										
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]										
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]										
Comb.	Ver	e1	e2	k2	\emptyset	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00038	0.00000	0.500	26.0	52	0.00020 (0.00020)	343	0.070 (990.00)	460.30	0.00
2	S	-0.00095	0.00000	0.500	26.0	52	0.00052 (0.00052)	343	0.180 (990.00)	290.16	0.00
3	S	-0.00081	0.00000	0.500	26.0	52	0.00044 (0.00044)	343	0.149 (990.00)	381.60	0.00
4	S	-0.00084	0.00000	0.500	26.0	52	0.00045 (0.00045)	343	0.156 (990.00)	362.84	0.00
5	S	-0.00046	0.00000	0.500	26.0	52	0.00024 (0.00024)	349	0.085 (990.00)	421.28	0.00
6	S	-0.00082	0.00000	0.500	26.0	52	0.00044 (0.00044)	343	0.151 (990.00)	378.44	0.00

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 113 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

17.1.2 Verifica soletta di fondazione

Nelle tabelle seguenti sono indicati i valori delle sollecitazioni massime e i valori delle sollecitazioni risultanti dalle combinazioni di cui al capitolo precedente.

Combinazioni non sismiche (SLU):

Dominio Fd1 + Md1: (direzione 1: orientamento trasversale)

VERIFICA DEGLI ELEMENTI SHELL IN DIREZIONE "1" -

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	37,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	=	30,71	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	=	17,40	N/mm ²
Resistenza media a compressione	f_{cm}	=	38,71	N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	=	2,94	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	$f_{ctk,0.05}$	=	2,06	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 95%)	$f_{ctk,0.95}$	=	3,82	N/mm ²
Modulo di elasticità normale medio	E_{cm}	=	33019	N/mm ²
Deformazione al raggiungimento della massima tensione f_{ct}	ϵ_{ct}	=	-0,00200	-
Deformazione ultima del calcestruzzo	ϵ_{cu2}	=	-0,00350	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450,00	N/mm ²
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{ud}	=	0,06750	-
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-
Resistenza di calcolo a snervamento	f_{sd}	=	391,30	N/mm ²
Modulo di elasticità	E_s	=	200000	N/mm ²
Deformazione dell'acciaio al raggiungimento della tensione f_{yd}	ϵ_{yd}	=	0,001957	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	1000,00	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000,00	mm

Armature predisposte nella sezione (predisporre almeno uno strato in zona tesa e uno in zona compressa)

N° Strato	N° Ferri	Diametro	z_i	Area	$0,5h - z_i$	z_i
1	5	20	40,00	1571	440	940
2	5	20	940,00	1571	-440	60
3				0	0	0
4				0	0	0
5				0	0	0
6				0	0	0

z_i = distanza tra il bordo superiore della sezione in calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura che si sta considerando

DOMINIO DI RESISTENZA - Fd1 + Md1

- - - - - DOMINIO DI RESISTENZA DELLA SEZIONE ● SOLLECITAZIONI IN INVOLUPO * $N_{Ed,max}$

SEZIONE TRASVERSALE

— SEZIONE TRASVERSALE - - - ARMATURE

CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI DI DESIGN IN DIREZIONE 1

F_{d1}	M_{d1}	V_{d1}	e_1
[kN]	[kNm]	[kN]	[m]
269	24	-2328	8,87E-02
-199	-146	78	7,35E-01
56	24	102	4,31E-01
-199	-146	78	7,35E-01
51	-73	755	-1,44E+00
236	-66	-2689	-2,80E-01
-0,86	-32,25	30,96	3,77E+01
0,34	-3,07	15,80	9,03E+00

Massima forza assiale in direzione 1 e momento associato
 Minima forza assiale in direzione 1 e momento associato
 Massimo momento in direzione 1 e forza assiale associata
 Minimo momento in direzione 1 e forza assiale associata
 Massimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}
 Minimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}
 Massima eccentricità in direzione 1
 Minima eccentricità in direzione 1

$F_{Ed1} = F_{d1} + |F_{d2}|$
 $M_{Ed1} = M_{d1} + |M_{d2}|$

RESISTENZA LIMITE DELLA SEZIONE A COMPRESSIONE SEMPLICE

Massima forza di compressione sopportabile dalla sezione $N_{Ed,max} = -15151,2$ kN

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 114 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

Dominio Fd2 + Md2: (direzione 2: orientamento longitudinale)

VERIFICA DEGLI ELEMENTI SHELL IN DIREZIONE "2"

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	37,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	=	30,71	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	=	17,40	N/mm ²
Resistenza media a compressione	f_{cm}	=	38,71	N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{tm}	=	2,94	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	$f_{tRk,0.05}$	=	2,06	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 95%)	$f_{tRk,0.95}$	=	3,82	N/mm ²
Modulo di elasticità normale medio	E_{cm}	=	33019	N/mm ²
Deformazione al raggiungimento della massima tensione f_{td}	ϵ_{ic2}	=	-0,00200	-
Deformazione ultima del calcestruzzo	ϵ_{i2}	=	-0,00350	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450,00	N/mm ²
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{yk}	=	0,0675	-
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-
Resistenza di calcolo a snervamento	f_{yd}	=	391,30	N/mm ²
Modulo di elasticità	E_s	=	200000	N/mm ²
Deformazione dell'acciaio al raggiungimento della tensione f_{yd}	ϵ_{py}	=	0,001957	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	1000,00	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000,00	mm

Armature predisposte nella sezione (predisporre almeno uno strato in zona tesa e uno in zona compressa)

N° Strato	N° Ferri	Diametro	z_i	Area	$0,5h - z_i$	z_i'
		mm	mm	mm ²	mm	mm
1	5	24	40,00	2262	440	940
2	5	24	940,00	2262	-440	60
3				0	0	0
4				0	0	0
5				0	0	0
6				0	0	0

z_i = distanza tra il bordo superiore della sezione in calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura che si sta considerando

DOMINIO DI RESISTENZA - Fd2 + Md2

---•--- DOMINIO DI RESISTENZA DELLA SEZIONE • SOLLECITAZIONI INVILUPPO - - - Nrd,max

SEZIONE TRASVERSALE

— SEZIONE TRASVERSALE • ARMATURE

CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI DI DESIGN IN DIREZIONE 1

F_{d2} [kN]	M_{d2} [kNm]	V_{d2} [kN]	e_2 [m]
353	-166	-1273	-4,71E-01
-184	26	160	-1,41E-01
241	106	90	4,42E-01
331	-210	-1467	-6,35E-01
290	-210	1462	-6,35E-01
331	-210	-1467	-6,35E-01
1,89	28,64	4,35	1,52E+01
-9,56	45,01	-13,55	-4,71E+00

Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato: 353 kN, -166 kNm
 Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato: -184 kN, 26 kNm
 Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata: 241 kN, 106 kNm
 Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata: 331 kN, -210 kNm
 Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2} : 290 kN, -210 kNm
 Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2} : 331 kN, -210 kNm
 Massima eccentricità in direzione 2: 1,89 m, 28,64 kNm
 Minima eccentricità in direzione 2: -9,56 m, 45,01 kNm

$\bar{N}_{d2} = F_{d2} + |P_{d2}|$
 $\bar{M}_{d2} = M_{d2} + |P_{d2}e_2|$

RESISTENZA LIMITE DELLA SEZIONE A COMPRESSIONE SEMPLICE

Massima forza di compressione sopportabile dalla sezione $N_{Rd,max}$ = -15692,1 kN

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 115 di 368

VERIFICA A TAGLIO DEGLI ELEMENTI SHELL - NTC2018

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	37,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	=	30,71	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	=	17,40	N/mm ²
Resistenza media a compressione	f_{cm}	=	38,71	N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	=	2,94	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	$f_{ctk,0.05}$	=	2,06	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 95%)	$f_{ctk,0.95}$	=	3,82	N/mm ²
Modulo di elasticità normale medio	E_{cm}	=	33019	N/mm ²
Deformazione al raggiungimento della massima tensione f_{cd}	ϵ_{c2}	=	-0,0020	-
Deformazione ultima del calcestruzzo	ϵ_{cu2}	=	-0,0035	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450	N/mm ²
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{ud}	=	0,0675	-
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-
Resistenza di calcolo a snervamento	f_{yd}	=	391,30	N/mm ²
Modulo di elasticità	E_s	=	200000	N/mm ²
Deformazione dell'acciaio al raggiungimento della tensione f_{yd}	ϵ_{yd}	=	0,001957	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	1000	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000	mm

SOLLECITAZIONI DI TAGLIO

Sollecitazione di taglio in direzione 1 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,1, pos}$	=	0,0	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 2 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,2, pos}$	=	0,0	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 1 associata alla presenza di momenti negativi	$V_{Ed,1, neg}$	=	2689,1	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 2 associata alla presenza di momenti negativi	$V_{Ed,2, neg}$	=	1467,2	kN

RESISTENZA LIMITE A TAGLIO DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza utile in direzione 1 per momenti positivi	$d_{1, pos}$	=	940,00	mm
Altezza utile in direzione 2 per momenti positivi	$d_{2, pos}$	=	940,00	mm
Altezza utile in direzione 1 per momenti negativi	$d_{1, neg}$	=	940,00	mm
Altezza utile in direzione 2 per momenti negativi	$d_{2, neg}$	=	940,00	mm
Coefficiente di riduzione per effetto della fessurazione	ν	=	0,500	-
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.1)	$V_{Rd1, max, pos}$	=	4089,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.2)	$V_{Rd2, max, pos}$	=	4089,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.1)	$V_{Rd1, max, neg}$	=	4089,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.2)	$V_{Rd2, max, neg}$	=	4089,5	kN

Verifica di idoneità della sezione

$\delta_{1, pos}$	=	✓	0,00	-
$\delta_{2, pos}$	=	✓	0,00	-
$\delta_{1, neg}$	=	✓	0,66	-
$\delta_{2, neg}$	=	✓	0,36	-

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 116 di 368

RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE PRIVA DI ARMATURA IDONEA A RESISTERE AL TAGLIO

Coefficiente di resistenza al taglio	$C_{Rd,c}$	=	0,12	-
Coefficiente k in direzione 1 per momenti positivi	$k_{1,pos}$	=	1,461	-
Coefficiente k in direzione 2 per momenti positivi	$k_{2,pos}$	=	1,461	-
Coefficiente k in direzione 1 per momenti negativi	$k_{1,neg}$	=	1,461	-
Coefficiente k in direzione 2 per momenti negativi	$k_{2,neg}$	=	1,461	-
Armatura tesa inferiore in direzione 1	$A_{inf,1}$	=	1571	mm ²
Armatura tesa superiore in direzione 1	$A_{sup,1}$	=	1571	mm ²
Armatura tesa inferiore in direzione 2	$A_{inf,2}$	=	2262	mm ²
Armatura tesa superiore in direzione 2	$A_{sup,2}$	=	2262	mm ²
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti positivi	$\rho_{1,pos}$	=	0,00167	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti positivi	$\rho_{2,pos}$	=	0,00241	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti negativi	$\rho_{1,neg}$	=	0,00167	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti negativi	$\rho_{2,neg}$	=	0,00241	-
Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 1	σ_1	=	0,000	MPa
Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 2	σ_2	=	0,000	MPa
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,pos}$	=	284,3	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,pos}$	=	321,1	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,neg}$	=	284,3	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,neg}$	=	321,1	kN
Verifica di idoneità della sezione priva di armatura a taglio	$\delta_{1,pos}$	=	0,00	-
	$\delta_{2,pos}$	=	0,00	-
NECESSARIO PREDISPORRE ARMATURA A TAGLIO	$\delta_{1,neg}$	=	9,46	-
	$\delta_{2,neg}$	=	4,57	-

RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE DOTATA DI ARMATURA IDONEA A RESISTERE AL TAGLIO

Diametro delle armature a taglio	ϕ_{st}	=	24,00	mm
Angolo di inclinazione delle bielle compresse	θ	=	45,00	OK
Passo delle armature a taglio disposte in direzione 1	s_1	=	200,00	mm
Passo delle armature a taglio disposte in direzione 2	s_2	=	200,00	mm
Numero ferri a taglio in direzione 1	n_1	=	5,00	-
Numero ferri a taglio in direzione 2	n_2	=	5,00	-
Area della singola armatura a taglio	A_{sw}	=	452	mm ²
Rapporto geometrico minimo	ρ_w	=	0,000985	-
Rapporto geometrico d'armatura in direzione 1	$\rho_{w,1}$	=	0,002406	-
Rapporto geometrico d'armatura in direzione 2	$\rho_{w,2}$	=	0,002406	-
Passo massimo delle armature a taglio	s_{max}	=	705	mm
Resistenza offerta dalle armature in direzione 1	$V_{Rds,1}$	=	4305,6	kN
Resistenza offerta dalle armature in direzione 2	$V_{Rds,2}$	=	4305,6	kN
Coefficiente maggiorativo in direzione 1	α_{c1}	=	1,00	-
Coefficiente maggiorativo in direzione 2	α_{c2}	=	1,00	-
Resistenza offerta dalle bielle in direzione 1	$V_{Rdc,1}$	=	3680,6	kN
Resistenza offerta dalle bielle in direzione 2	$V_{Rdc,2}$	=	3680,6	kN
Verifica di idoneità della sezione dotata di armatura a taglio	δ_1	=	0,73	-
	δ_2	=	0,40	-

Pertanto la verifica a taglio risulta soddisfatta con la presenza di **spilli Ø24/20 cm**.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 117 di 368

Combinazioni sismiche (SLV):

Dominio Fd1 + Md1: (direzione 1: orientamento trasversale)

VERIFICA DEGLI ELEMENTI SHELL IN DIREZIONE "1"

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	37,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	=	30,71	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	=	17,40	N/mm ²
Resistenza media a compressione	f_{cm}	=	38,71	N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	=	2,94	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (fraz. 5%)	$f_{ctk,0.05}$	=	2,06	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (fraz. 95%)	$f_{ctk,0.95}$	=	3,82	N/mm ²
Modulo di elasticità normale medio	E_{cm}	=	33019	N/mm ²
Deformazione al raggiungimento della massima tensione f_{td}	ϵ_{ct}	=	-0,00200	-
Deformazione ultima del calcestruzzo	ϵ_{cu2}	=	-0,00350	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450,00	N/mm ²
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{yk}	=	0,06750	-
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-
Resistenza di calcolo a snervamento	f_{td}	=	391,30	N/mm ²
Modulo di elasticità	E_s	=	200000	N/mm ²
Deformazione dell'acciaio al raggiungimento della tensione f_{yd}	ϵ_{yk}	=	0,001957	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	1000,00	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000,00	mm

Armature predisposte nella sezione (predisporre almeno uno strato in zona lesa e uno in zona compressa)

N° Strato	N° Ferri	Diametro	z_i	Area	$0,5h - z_i$	z_i'
-	-	mm	mm	mm ²	mm	mm
1	5	20	60,00	1571	440	940
2	5	20	940,00	1571	-440	60
3				0	0	0
4				0	0	0
5				0	0	0
6				0	0	0

z_i = distanza tra il bordo superiore della sezione in calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura che si sta considerando

DOMINIO DI RESISTENZA - Fd1 + Md1

SEZIONE TRASVERSALE

— SEZIONE TRASVERSALE ■ ARMATURE

CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI DI DESIGN IN DIREZIONE 1

F_{d1} [kN]	M_{d1} [kNm]	N_{d1} [kN]	e_1 [m]
378	44	-2653	1,15E-01
-263	-107	54	4,07E-01
31	74	-108	2,40E+00
-263	-107	54	4,07E-01
123	-49	881	-3,99E-01
344	-51	-3069	1,48E-01
-0,29	-33,47	26,35	1,15E+02
-0,33	59,66	-87,63	-1,82E+02

Massima forza assiale in direzione 1 e momento associato: $F_{d1} = 378$ kN, $M_{d1} = 44$ kNm
 Minima forza assiale in direzione 1 e momento associato: $F_{d1} = -263$ kN, $M_{d1} = -107$ kNm
 Massimo momento in direzione 1 e forza assiale associata: $M_{d1} = 74$ kNm, $F_{d1} = 31$ kN
 Minimo momento in direzione 1 e forza assiale associata: $M_{d1} = -107$ kNm, $F_{d1} = -263$ kN
 Massimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1} : $N_{d1} = 881$ kN, $e_1 = -3,99E-01$ m
 Minimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1} : $N_{d1} = -3069$ kN, $e_1 = 1,48E-01$ m
 Massima eccentricità in direzione 1: $e_1 = 1,15E-01$ m
 Minima eccentricità in direzione 1: $e_1 = -1,82E+02$ m

$F_{d1} = F_{d1} + |F_{d2}|$
 $N_{d1} = N_{d1} + |N_{d2}|$

RESISTENZA LIMITE DELLA SEZIONE A COMPRESSIONE SEMPLICE

Massima forza di compressione sopportabile dalla sezione: $N_{Rd,max} = -15151,2$ kN

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 118 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

Dominio Fd2 + Md2: (direzione 2: orientamento longitudinale)

VERIFICA DEGLI ELEMENTI SHELL IN DIREZIONE "2"

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	37,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	=	30,71	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	=	17,40	N/mm ²
Resistenza media a compressione	f_{cm}	=	38,71	N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{tm}	=	2,94	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frittelle 5%)	$f_{tk,0.05}$	=	2,06	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frittelle 95%)	$f_{tk,0.95}$	=	3,82	N/mm ²
Modulo di elasticità normale medio	E_{cm}	=	33019	N/mm ²
Deformazione al raggiungimento della massima tensione f_{td}	ϵ_{ct2}	=	-0,00200	-
Deformazione ultima del calcestruzzo	ϵ_{cu2}	=	-0,00350	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450,00	N/mm ²
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{yk}	=	0,0675	-
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-
Resistenza di calcolo a snervamento	f_{yd}	=	391,30	N/mm ²
Modulo di elasticità	E_s	=	200000	N/mm ²
Deformazione dell'acciaio al raggiungimento della tensione f_{yd}	ϵ_{syd}	=	0,001957	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	1000,00	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000,00	mm

Armature predisposte nella sezione (predisporre almeno uno strato in zona tesa e uno in zona compressa)

N° Strato	N° Ferri	Diametro	z_i	Area	$0,5h - z_i$	z_i'
		mm	mm	mm ²	mm	mm
1	5	24	40,00	2262	440	940
2	5	24	940,00	2262	-440	60
3				0	0	0
4				0	0	0
5				0	0	0
6				0	0	0

z_i = distanza tra il bordo superiore della sezione in calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura che si sta considerando

DOMINIO DI RESISTENZA - Fd2 + Md2

● DOMINIO DI RESISTENZA DELLA SEZIONE
● SOLLECITAZIONI IN VILUPPO
— N_{rd,max}

SEZIONE TRASVERSALE

SEZIONE TRASVERSALE
 ARMATURE

CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI DI DESIGN IN DIREZIONE 1

	F_{d2} [kN]	M_{d2} [kNm]	V_{d2} [kN]	e_2 [m]
Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato	514	-231	-1716	-4,50E-01
Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato	-271	41	256	-1,50E-01
Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	359	133	124	3,70E-01
Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	283	-231	-1710	-8,18E-01
Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	461	-230	1711	-8,18E-01
Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	514	-231	-1716	-4,50E-01
Massima eccentricità in direzione 2	2,18	38,75	33,25	1,78E+01
Minima eccentricità in direzione 2	1,72	-97,84	-153,34	-5,69E+01

$\bar{F}_{d2} = F_{d2} + |F_{d20}|$
 $\bar{M}_{d2} = M_{d2} + |M_{d20}|$

RESISTENZA LIMITE DELLA SEZIONE A COMPRESSIONE SEMPLICE

Massima forza di compressione sopportabile dalla sezione $N_{rd,max} = -15692,1$ kN

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 119 di 368

VERIFICA A TAGLIO DEGLI ELEMENTI SHELL - NTC2018

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	37,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	=	30,71	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	=	17,40	N/mm ²
Resistenza media a compressione	f_{cm}	=	38,71	N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	=	2,94	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	$f_{ctk,0.05}$	=	2,06	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 95%)	$f_{ctk,0.95}$	=	3,82	N/mm ²
Modulo di elasticità normale medio	E_{cm}	=	33019	N/mm ²
Deformazione al raggiungimento della massima tensione f_{cd}	ϵ_{c2}	=	-0,0020	-
Deformazione ultima del calcestruzzo	ϵ_{cu2}	=	-0,0035	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450	N/mm ²
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{ud}	=	0,0675	-
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-
Resistenza di calcolo a snervamento	f_{yd}	=	391,30	N/mm ²
Modulo di elasticità	E_s	=	200000	N/mm ²
Deformazione dell'acciaio al raggiungimento della tensione f_{yd}	ϵ_{yd}	=	0,001957	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	1000	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000	mm

SOLLECITAZIONI DI TAGLIO

Sollecitazione di taglio in direzione 1 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,1,pos}$	=	0,0	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 2 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,2,pos}$	=	0,0	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 1 associata alla presenza di momenti negativi	$V_{Ed,1,neg}$	=	3069,2	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 2 associata alla presenza di momenti negativi	$V_{Ed,2,neg}$	=	1716,1	kN

RESISTENZA LIMITE A TAGLIO DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza utile in direzione 1 per momenti positivi	$d_{1,pos}$	=	940,00	mm
Altezza utile in direzione 2 per momenti positivi	$d_{2,pos}$	=	940,00	mm
Altezza utile in direzione 1 per momenti negativi	$d_{1,neg}$	=	940,00	mm
Altezza utile in direzione 2 per momenti negativi	$d_{2,neg}$	=	940,00	mm
Coefficiente di riduzione per effetto della fessurazione	ν	=	0,500	-
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.1)	$V_{Rd1,max,pos}$	=	4089,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.2)	$V_{Rd2,max,pos}$	=	4089,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.1)	$V_{Rd1,max,neg}$	=	4089,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.2)	$V_{Rd2,max,neg}$	=	4089,5	kN
Verifica di idoneità della sezione	$\delta_{1,pos}$	=	✓ 0,00	-
	$\delta_{2,pos}$	=	✓ 0,00	-
	$\delta_{1,neg}$	=	✓ 0,75	-
	$\delta_{2,neg}$	=	✓ 0,42	-

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 120 di 368

RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE PRIVA DI ARMATURA IDONEA A RESISTERE AL TAGLIO						
Coefficiente di resistenza al taglio	$C_{Rd,c}$	=	0,12	-		
Coefficiente k in direzione 1 per momenti positivi	$k_{1,pos}$	=	1,461	-		
Coefficiente k in direzione 2 per momenti positivi	$k_{2,pos}$	=	1,461	-		
Coefficiente k in direzione 1 per momenti negativi	$k_{1,neg}$	=	1,461	-		
Coefficiente k in direzione 2 per momenti negativi	$k_{2,neg}$	=	1,461	-		
Armatura tesa inferiore in direzione 1	$A_{inf,1}$	=	1571	mm ²		
Armatura tesa superiore in direzione 1	$A_{sup,1}$	=	1571	mm ²		
Armatura tesa inferiore in direzione 2	$A_{inf,2}$	=	2262	mm ²		
Armatura tesa superiore in direzione 2	$A_{sup,2}$	=	2262	mm ²		
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti positivi	$\rho_{1,pos}$	=	0,00167	-		
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti positivi	$\rho_{2,pos}$	=	0,00241	-		
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti negativi	$\rho_{1,neg}$	=	0,00167	-		
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti negativi	$\rho_{2,neg}$	=	0,00241	-		
Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 1	σ_1	=	0,000	MPa		
Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 2	σ_2	=	0,000	MPa		
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,pos}$	=	284,3	kN		
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,pos}$	=	321,1	kN		
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,neg}$	=	284,3	kN		
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,neg}$	=	321,1	kN		
Verifica di idoneità della sezione priva di armatura a taglio	$\delta_{1,pos}$	=	0,00	-	✓	
	$\delta_{2,pos}$	=	0,00	-	✓	
NECESSARIO PREDISPORRE ARMATURA A TAGLIO	$\delta_{1,neg}$	=	10,80	-	✗	
	$\delta_{2,neg}$	=	5,35	-	✗	
RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE DOTATA DI ARMATURA IDONEA A RESISTERE AL TAGLIO						
Diametro delle armature a taglio	ϕ_{st}	=	24,00	mm		
Angolo di inclinazione delle bielle compresse	θ	=	45,00	OK		
Passo delle armature a taglio disposte in direzione 1	s_1	=	200,00	mm	✓	
Passo delle armature a taglio disposte in direzione 2	s_2	=	200,00	mm	✓	
Numero ferri a taglio in direzione 1	n_1	=	5,00	-		
Numero ferri a taglio in direzione 2	n_2	=	5,00	-		
Area della singola armatura a taglio	A_{sw}	=	452	mm ²		
Rapporto geometrico minimo	ρ_w	=	0,000985	-		
Rapporto geometrico d'armatura in direzione 1	$\rho_{w,1}$	=	0,002406	-	✓	
Rapporto geometrico d'armatura in direzione 2	$\rho_{w,2}$	=	0,002406	-	✓	
Passo massimo delle armature a taglio	s_{max}	=	705	mm		
Resistenza offerta dalle armature in direzione 1	$V_{Rds,1}$	=	4305,6	kN		
Resistenza offerta dalle armature in direzione 2	$V_{Rds,2}$	=	4305,6	kN		
Coefficiente maggiorativo in direzione 1	α_{c1}	=	1,00	-		
Coefficiente maggiorativo in direzione 2	α_{c2}	=	1,00	-		
Resistenza offerta dalle bielle in direzione 1	$V_{Rdc,1}$	=	3680,6	kN		
Resistenza offerta dalle bielle in direzione 2	$V_{Rdc,2}$	=	3680,6	kN		
Verifica di idoneità della sezione dotata di armatura a taglio	δ_1	=	0,83	-	✓	
	δ_2	=	0,47	-	✓	

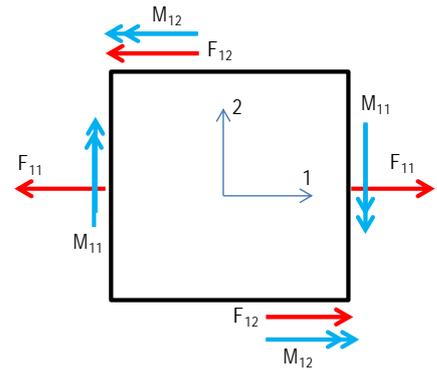
Pertanto la verifica a taglio risulta soddisfatta con la presenza di **spilli Ø24/20 cm**.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiogo - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 121 di 368

Combinazione rara (SLE) – Verifica a fessurazione:

Direzione 1: orientamento longitudinale:

	F_{d1} [kN]	M_{d1} [kNm]	V_{d1} [kN]	e_1 [m]
Massima forza assiale in direzione 1 e momento associato	177	-51	-2046	-2,86E-01
Minima forza assiale in direzione 1 e momento associato	-116	-72	37	6,23E-01
Massimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	42	18	77	4,33E-01
Minimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	-63	-80	48	1,27E+00
Massimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	37	-56	572	-1,50E+00
Minimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	177	-51	-2046	-2,86E-01
Massima eccentricità in direzione 1	-0,97	-23,51	21,20	2,43E+01
Minima eccentricità in direzione 1	4,95	-48,90	-57,21	-9,88E+00



$$F_{d1} = F_{11} + |F_{12}|$$

$$M_{d1} = M_{11} + |M_{12}|$$

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.48	-50.0	100.0	-2.3	21.2	6.5	950	15.7
2	S	0.55	-50.0	100.0	-89.0	21.2	6.5	1600	15.7
3	S	0.18	-50.0	100.0	-2.7	21.2	6.5	1647	15.7
4	S	0.80	-50.0	100.0	-77.7	21.2	6.5	1600	15.7
5	S	0.64	-50.0	100.0	-29.8	21.2	6.5	1647	15.7
6	S	0.48	-50.0	100.0	-2.3	21.2	6.5	950	15.7

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	122 di 368	

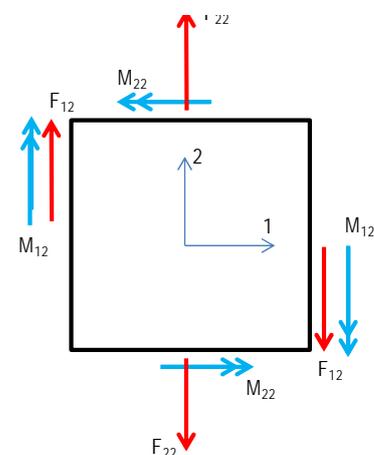
Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00001	0.00000	0.500	20.0	55	0.00001 (0.00001)	393	0.003 (990.00)	1434.25	0.00
2	S	-0.00048	0.00000	0.500	20.0	55	0.00027 (0.00027)	533	0.142 (990.00)	433.99	0.00
3	S	-0.00002	0.00000	0.500	20.0	55	0.00001 (0.00001)	543	0.004 (990.00)	946.20	0.00
4	S	-0.00042	0.00000	0.500	20.0	55	0.00023 (0.00023)	533	0.124 (990.00)	489.30	0.00
5	S	-0.00016	0.00000	0.500	20.0	55	0.00009 (0.00009)	543	0.049 (990.00)	630.60	0.00
6	S	-0.00001	0.00000	0.500	20.0	55	0.00001 (0.00001)	393	0.003 (990.00)	1434.25	0.00

Direzione 2: orientamento trasversale:

	F _{d2} [kN]	M _{d2} [kNm]	V _{d2} [kN]	e ₂ [m]
Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato	232	-4	-204	-1,83E-02
Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato	-136	1	116	-4,51E-03
Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	39	33	-4	8,48E-01
Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	208	-143	-148	-6,87E-01
Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F _{d2} e M _{d2}	194	-4	202	-6,87E-01
Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F _{d2} e M _{d2}	232	-4	-204	-1,83E-02
Massima eccentricità in direzione 2	1,58	24,49	14,61	1,55E+01
Minima eccentricità in direzione 2	20,10	-37,82	-53,44	-1,88E+00

$$F_{d2} = F_{22} + |F_{22}|$$

$$M_{d2} = M_{22} + |M_{22}|$$



COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.48	-50.0	100.0	-2.3	21.2	6.5	950	15.7
2	S	0.55	-50.0	100.0	-89.0	21.2	6.5	1600	15.7
3	S	0.18	-50.0	100.0	-2.7	21.2	6.5	1647	15.7
4	S	0.80	-50.0	100.0	-77.7	21.2	6.5	1600	15.7
5	S	0.64	-50.0	100.0	-29.8	21.2	6.5	1647	15.7
6	S	0.48	-50.0	100.0	-2.3	21.2	6.5	950	15.7

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; = (e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	<table border="0"> <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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>123 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	123 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	123 di 368								

Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_c \text{ eff}$ [eq.(7.11)EC2]											
Cf	Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa											
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]											
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]											
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \text{ max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi											
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]											
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]											
Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00001	0.00000	0.500	20.0	55	0.00001 (0.00001)	393 0.003 (990.00)	1434.25	0.00		
2	S	-0.00048	0.00000	0.500	20.0	55	0.00027 (0.00027)	533 0.142 (990.00)	433.99	0.00		
3	S	-0.00002	0.00000	0.500	20.0	55	0.00001 (0.00001)	543 0.004 (990.00)	946.20	0.00		
4	S	-0.00042	0.00000	0.500	20.0	55	0.00023 (0.00023)	533 0.124 (990.00)	489.30	0.00		
5	S	-0.00016	0.00000	0.500	20.0	55	0.00009 (0.00009)	543 0.049 (990.00)	630.60	0.00		
6	S	-0.00001	0.00000	0.500	20.0	55	0.00001 (0.00001)	393 0.003 (990.00)	1434.25	0.00		

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 124 di 368

17.1.3 Verifica cordolo

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: Cordolo

(Percorso File: C:\Users\linfanti\Desktop\Cordolo.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.1 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	9.1 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.02 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.2 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiogo - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 125 di 368

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-100.0	0.0
2	-100.0	150.0
3	100.0	150.0
4	100.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-93.4	6.6	24
2	93.4	6.6	24
3	-93.4	144.0	24
4	93.4	144.0	24
5	94.0	40.0	24
6	-94.0	40.0	24
7	94.0	75.0	24
8	-94.0	75.0	24
9	94.0	110.0	24
10	-94.0	110.0	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	7	24
2	3	4	7	24

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiogo - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 126 di 368

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm

Passo staffe e legature: 15.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	1	3	23	16
2	12	19	4	2

N° Legature: 1

Diam. Legature: 12

Indicazione Barre Longitudinali di estremità delle legature:

N°Legat.	Barra 1	Barra 2
1	14	21

Coordinate Barre generate di risvolto per staffe e legature:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
23	46.7	144.0
16	46.7	6.6
12	-46.7	6.6
19	-46.7	144.0
14	0.0	6.6
21	0.0	144.0

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-287.14	357.64	133.09	39.38	8.82
2	300.69	751.96	10.86	68.33	6.50
3	71.19	1530.60	26.59	852.85	49.75
4	196.19	774.84	314.48	503.75	300.25

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 127 di 368

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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-82.65	296.78	131.31
2	99.37	264.75	82.56
3	35.87	540.03	178.15
4	31.35	538.43	182.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	21.0 cm
Copriferro netto minimo staffe:	3.6 cm

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
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y 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
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y 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 Tesa	Area armature trave [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.45)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-287.14	357.64	133.09	-286.87	2768.14	1028.16	7.73	72.4(52.7)
2	S	300.69	751.96	10.86	300.82	3193.70	48.79	4.25	67.9(52.3)
3	S	71.19	1530.60	26.59	71.16	3036.18	38.13	1.98	67.9(52.3)
4	S	196.19	774.84	314.48	195.98	3087.53	1248.47	3.98	72.4(52.3)

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 128 di 368

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.085	100.0	150.0	0.00180	93.4	144.0	-0.03753	-93.4	6.6
2	0.00350	0.055	100.0	150.0	0.00086	93.4	144.0	-0.05958	-93.4	6.6
3	0.00350	0.053	100.0	150.0	0.00071	93.4	144.0	-0.06313	-93.4	6.6
4	0.00350	0.105	100.0	150.0	0.00212	93.4	144.0	-0.02999	-93.4	6.6

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	0.000014055	0.000267202	-0.037985802	0.085	0.700
2	0.000000683	0.000438967	-0.062413422	0.055	0.700
3	0.000000657	0.000463767	-0.066130704	0.053	0.700
4	0.000015234	0.000212979	-0.029970220	0.105	0.700

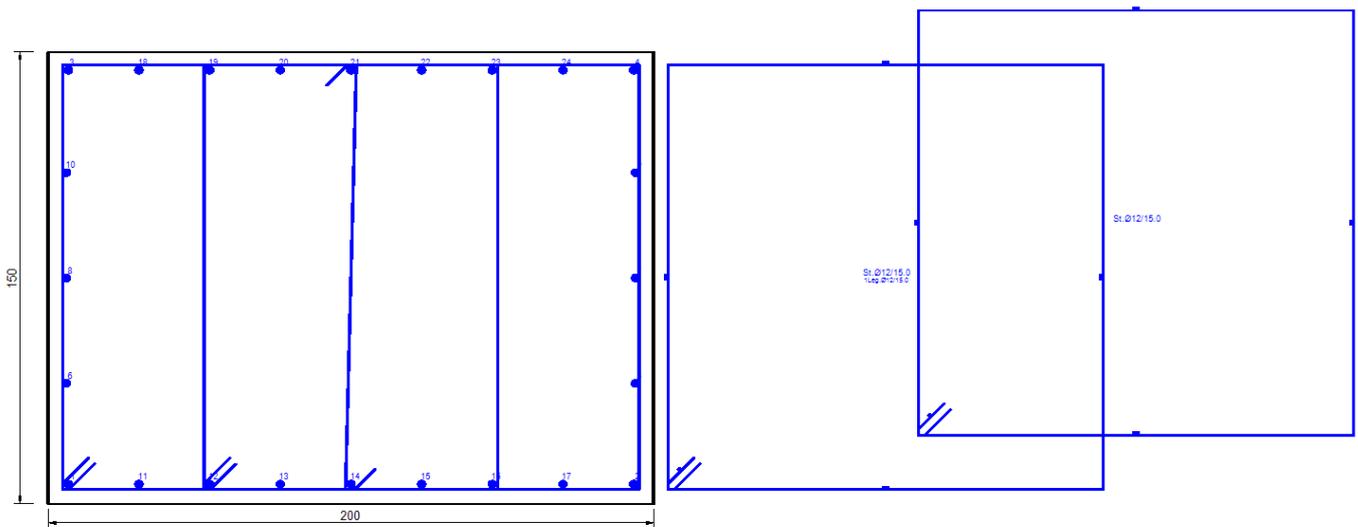
VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	12 mm
Diam. Legature:	12 mm
Passo staffe e legature:	15.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - 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>V ZZ CL</td> <td>R15700 001</td> <td>B</td> <td>129 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	R15700 001	B	129 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	R15700 001	B	129 di 368								

- Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
- Ved Taglio di progetto [kN] = proiezione di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
- Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
- Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
- Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
La resistenza delle travi è calcolata assumendo il valore di 0.9 Dmed come coppia interna.
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
- bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallele. 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 calcestruzzo
- 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 =lunghezza legatura proiezione sulla direzione del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direzione del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	39.79	8085.61	4689.11	145.2	198.0	2.500	1.000	0.3	36.7(7.0)
2	S	68.34	8269.26	4841.50	146.0	200.2	2.500	1.006	0.5	37.7(7.5)
3	S	852.92	8233.70	4841.87	146.0	200.2	2.500	1.001	6.6	37.7(7.5)
4	S	523.89	8049.28	4641.48	145.0	196.6	2.500	1.004	4.1	36.4(6.9)



Pertanto la verifica a taglio risulta soddisfatta inserendo **st. Ø12/15 cm a 5 braccia.**

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 130 di 368

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.23	100.0	150.0	-63.0	-93.4	6.6	4519	45.2
2	S	0.93	100.0	150.0	-36.2	-93.4	6.6	4617	45.2
3	S	1.98	100.0	150.0	-90.9	-93.4	6.6	4710	45.2
4	S	1.99	100.0	150.0	-91.4	-93.4	6.6	4697	45.2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver.	Esito della verifica
e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 131 di 368

1	S	-0.00033	0.00000	0.500	24.0	54	0.00019 (0.00019)	591	0.112 (990.00)	1775.69	785.65
2	S	-0.00019	0.00000	0.500	24.0	54	0.00011 (0.00011)	600	0.065 (990.00)	2199.50	685.89
3	S	-0.00048	0.00000	0.500	24.0	54	0.00027 (0.00027)	608	0.166 (990.00)	2030.31	669.78
4	S	-0.00048	0.00000	0.500	24.0	54	0.00027 (0.00027)	607	0.166 (990.00)	2016.59	681.65

17.1.4 Verifica tirante

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: Muro_H870_Parete_Tirante

(Percorso File: C:\Users\linfanti\Desktop\Muro_H870_Parete_Tirante.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.1 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	9.1 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.02 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.2 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 132 di 368

Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.3	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 CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-75.0	0.0
2	-75.0	200.0
3	75.0	200.0
4	75.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-68.0	7.0	26
2	68.0	7.0	26
3	-68.0	193.0	26
4	68.0	193.0	26
5	-68.0	17.0	26
6	68.0	17.0	26
7	-68.0	183.0	26
8	68.0	183.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 133 di 368

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	11	26
2	3	4	11	26
3	5	6	11	26
4	7	8	11	26
5	1	3	3	26
6	2	4	3	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	12 mm
Passo staffe:	20.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	1	3	27	16
2	12	23	4	2

Coordinate Barre generate di risvolto delle staffe:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
27	22.7	193.0
16	22.7	7.0
12	-22.7	7.0
23	-22.7	193.0

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	-1863.61	4523.23	387.49

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 134 di 368

2	970.45	2531.95	693.27
3	171.50	585.52	465.49
4	-1775.43	4557.76	348.75
5	-3536.30	6652.61	1361.25
6	1773.86	1632.76	1044.10
7	39.21	300.26	80.47
8	-3531.02	6674.23	1360.32

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	-1314.62	3408.78	0.00
2	731.55	1922.48	0.00
3	153.25	504.98	0.00
4	-1314.26	3419.98	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	5.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4 cm
Copriferro netto minimo staffe:	4.5 cm

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 Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.45)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-1863.61	4523.23	-1863.82	9321.73	2.06	238.9(51.3)

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 135 di 368

2	S	970.45	2531.95	970.33	11728.30	4.63	169.9(52.3)
3	S	171.50	585.52	171.20	11059.30	18.89	169.9(52.3)
4	S	-1775.43	4557.76	-1775.46	9398.17	2.06	238.9(51.3)
5	S	-3536.30	6652.61	-3536.18	7872.55	1.18	238.9(51.3)
6	S	1773.86	1632.76	1773.96	12395.16	7.59	169.9(52.3)
7	S	39.21	300.26	39.30	10948.40	36.46	169.9(52.3)
8	S	-3531.02	6674.23	-3531.12	7876.94	1.18	238.9(51.3)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.075	-75.0	200.0	0.00180	-68.0	193.0	-0.04340	-68.0	7.0
2	0.00350	0.101	-75.0	200.0	0.00224	-68.0	193.0	-0.03112	-68.0	7.0
3	0.00350	0.092	-75.0	200.0	0.00212	-68.0	193.0	-0.03452	-68.0	7.0
4	0.00350	0.075	-75.0	200.0	0.00181	-68.0	193.0	-0.04303	-68.0	7.0
5	0.00350	0.065	-75.0	200.0	0.00154	-68.0	193.0	-0.05066	-68.0	7.0
6	0.00350	0.111	-75.0	200.0	0.00236	-68.0	193.0	-0.02801	-68.0	7.0
7	0.00350	0.091	-75.0	200.0	0.00210	-68.0	193.0	-0.03512	-68.0	7.0
8	0.00350	0.065	-75.0	200.0	0.00154	-68.0	193.0	-0.05064	-68.0	7.0

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	0.000242986	-0.045097178	0.075	0.700

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 136 di 368

2	0.000000000	0.000179386	-0.032377242	0.101	0.700
3	0.000000000	0.000197008	-0.035901528	0.092	0.700
4	0.000000000	0.000241083	-0.044716521	0.075	0.700
5	0.000000000	0.000280635	-0.052626918	0.065	0.700
6	0.000000000	0.000163240	-0.029148072	0.111	0.700
7	0.000000000	0.000200108	-0.036521700	0.091	0.700
8	0.000000000	0.000280517	-0.052603395	0.065	0.700

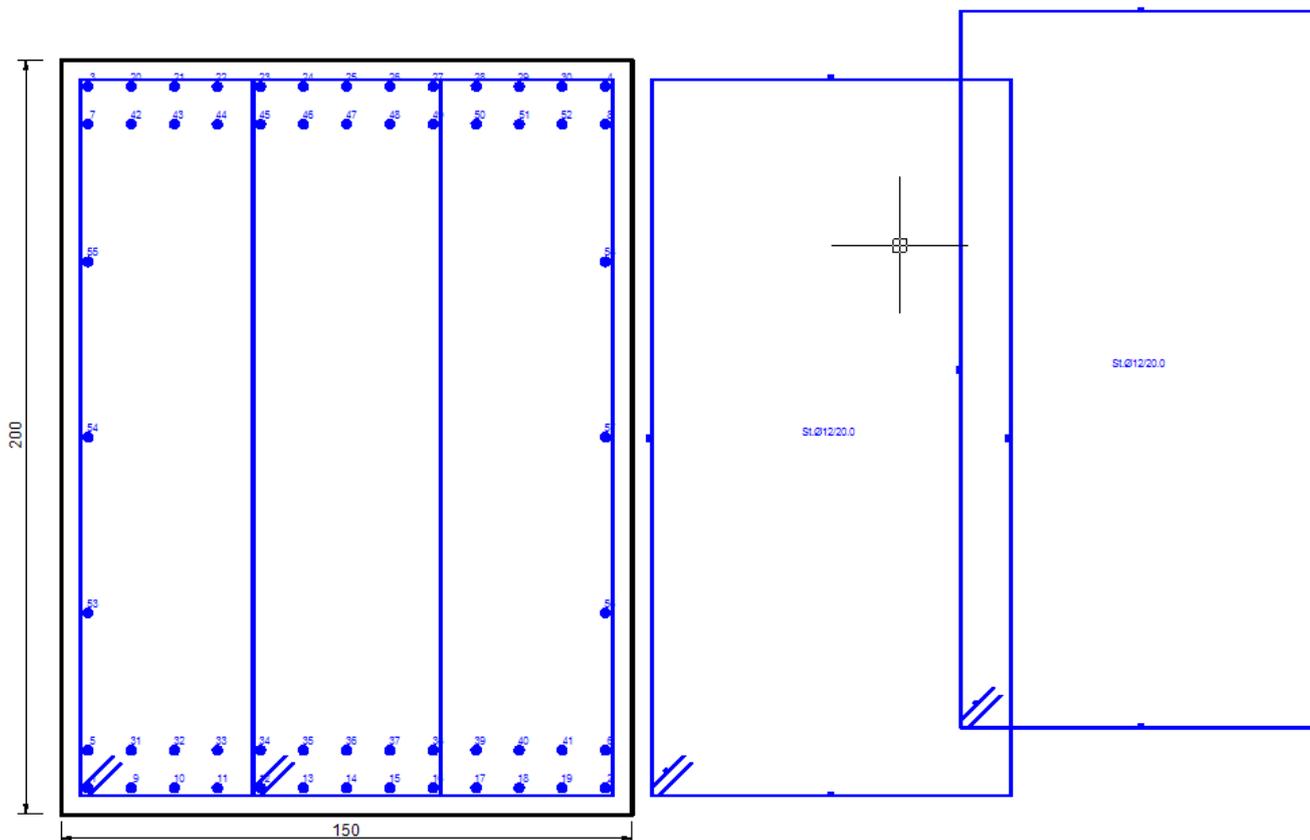
VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 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 calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
La resistenza delle travi è calcolata assumendo il valore di 0.9 Dmed come coppia interna.
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
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 calcestruzzo
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.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	387.49	8270.61	3903.09	196.0	150.0	2.500	1.000	2.2	22.6(0.0)
2	S	693.27	8418.18	3903.09	196.0	150.0	2.500	1.018	4.0	22.6(0.0)
3	S	465.49	8296.69	3903.09	196.0	150.0	2.500	1.003	2.7	22.6(0.0)
4	S	348.75	8270.61	3903.09	196.0	150.0	2.500	1.000	2.0	22.6(0.0)
5	S	1361.25	8270.61	3903.09	196.0	150.0	2.500	1.000	7.9	22.6(0.0)
6	S	1044.10	8540.34	3903.09	196.0	150.0	2.500	1.033	6.1	22.6(0.0)
7	S	80.47	8276.57	3903.09	196.0	150.0	2.500	1.001	0.5	22.6(0.0)
8	S	1360.32	8270.61	3903.09	196.0	150.0	2.500	1.000	7.9	22.6(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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 137 di 368



Pertanto la verifica a taglio risulta soddisfatta inserendo **st. Ø12/20 cm a 4 braccia.**

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata								
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]								
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)								
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]								
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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								
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.12	-75.0	200.0	-183.3	56.7	7.0	5226	138.0
2	S	2.21	-75.0	200.0	-57.8	56.7	7.0	4500	138.0
3	S	0.57	-75.0	200.0	-16.3	56.7	7.0	4500	138.0
4	S	3.13	-75.0	200.0	-183.8	56.7	7.0	5226	138.0

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 138 di 368

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver.	Esito della verifica
e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $-(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00096	0.00000	0.500	26.0	57	0.00055 (0.00055)	361 0.199 (990.00)	3495.13	0.00	
2	S	-0.00031	0.00000	0.500	26.0	57	0.00017 (0.00017)	338 0.059 (990.00)	4698.62	0.00	
3	S	-0.00009	0.00000	0.500	26.0	57	0.00005 (0.00005)	338 0.017 (990.00)	4541.37	0.00	
4	S	-0.00096	0.00000	0.500	26.0	57	0.00055 (0.00055)	361 0.199 (990.00)	3496.73	0.00	

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.	<table border="1" 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;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">RI5700 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">139 di 368</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	139 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	139 di 368													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																		

17.2 SEZIONE 2 (H_{MAX} = 12.16 M)

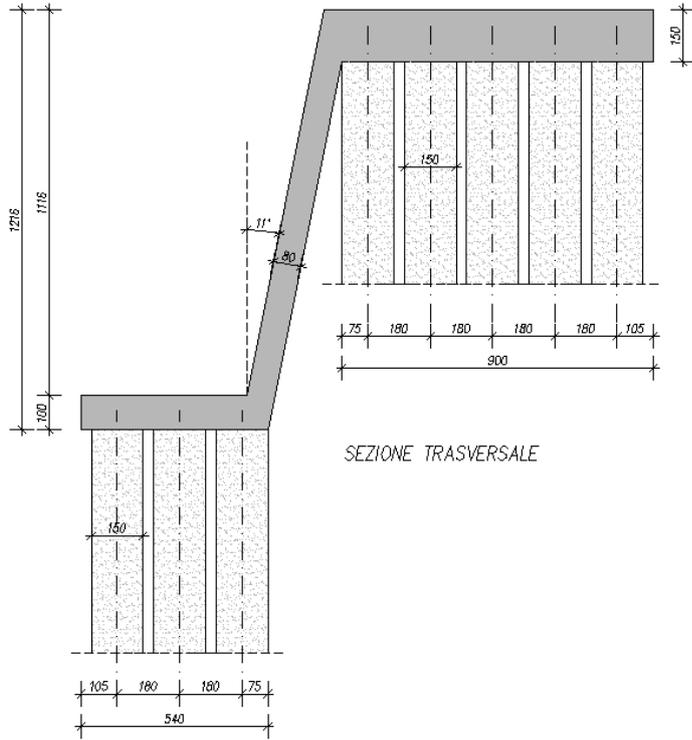


Fig. 1a – Caratteristiche geometriche

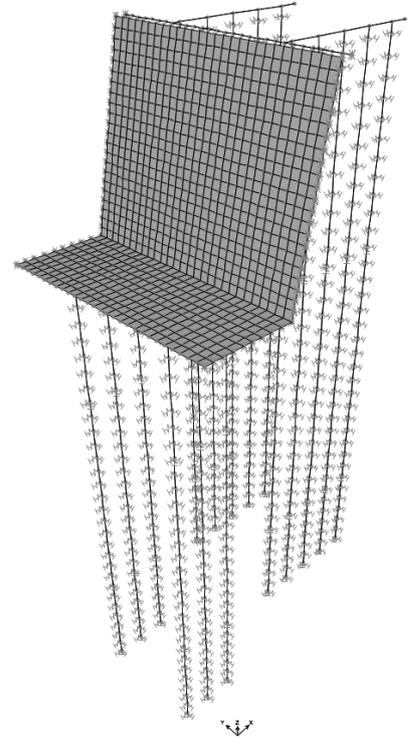


Fig. 1b – Schema statico

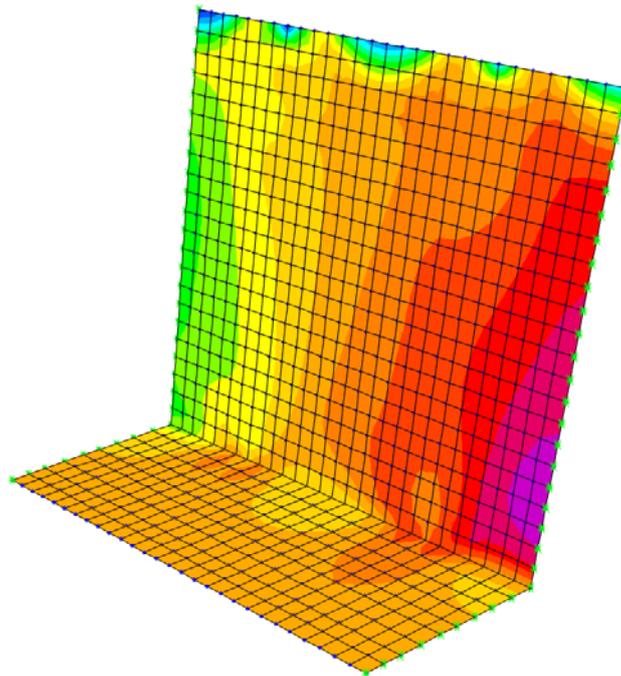


Fig. 2 – Parete: Inviluppo forze membranali assiali F11 (SLU)

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.	<table border="1" 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;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">RI5700 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">140 di 368</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	140 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	140 di 368													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																		

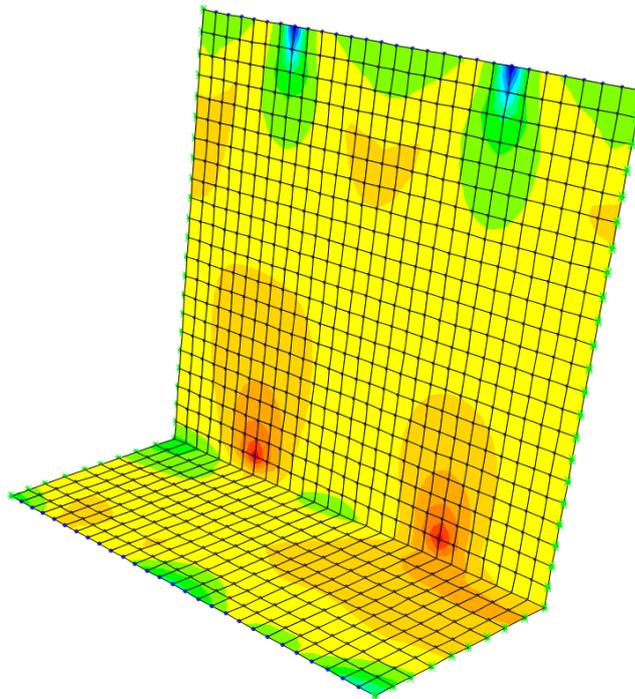


Fig. 3 – Parete: Inviluppo forze membranali assiali F22 (SLU)

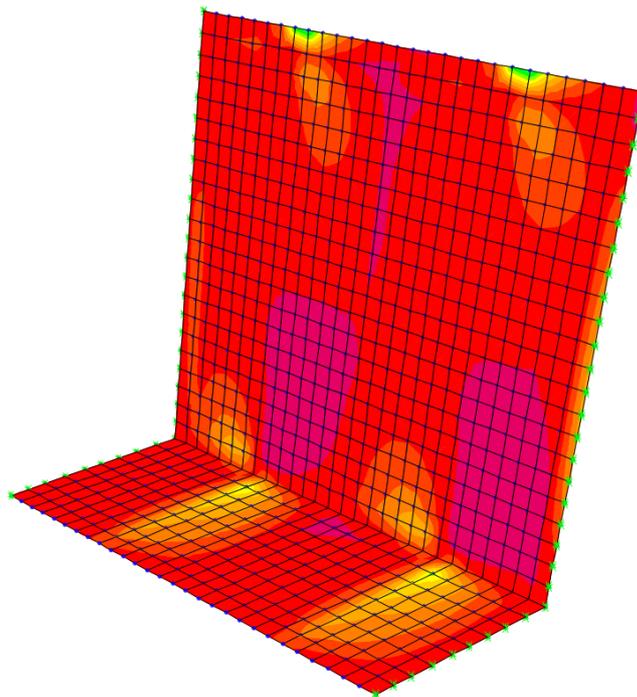


Fig. 4 – Parete: Inviluppo forze membranali di taglio F12 (SLU)

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.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 141 di 368

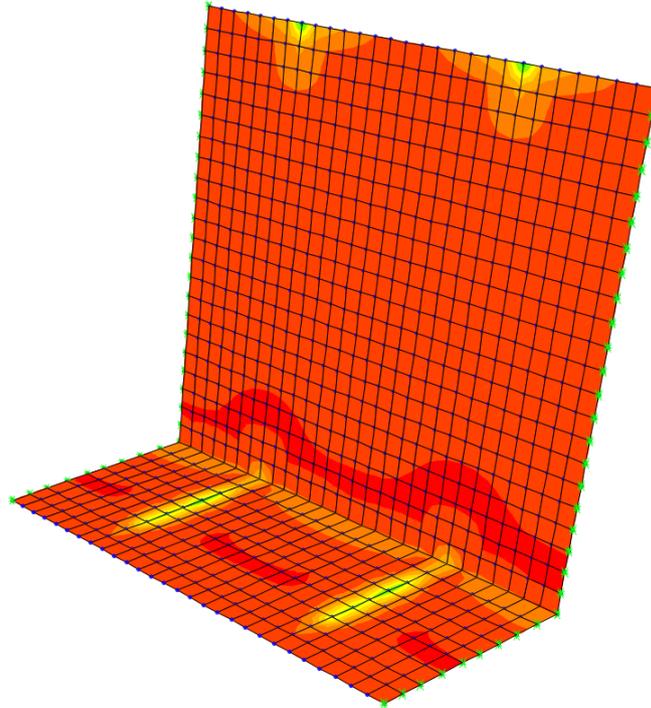


Fig. 5 – Parete: Inviluppo momenti flettenti M11 (SLU)

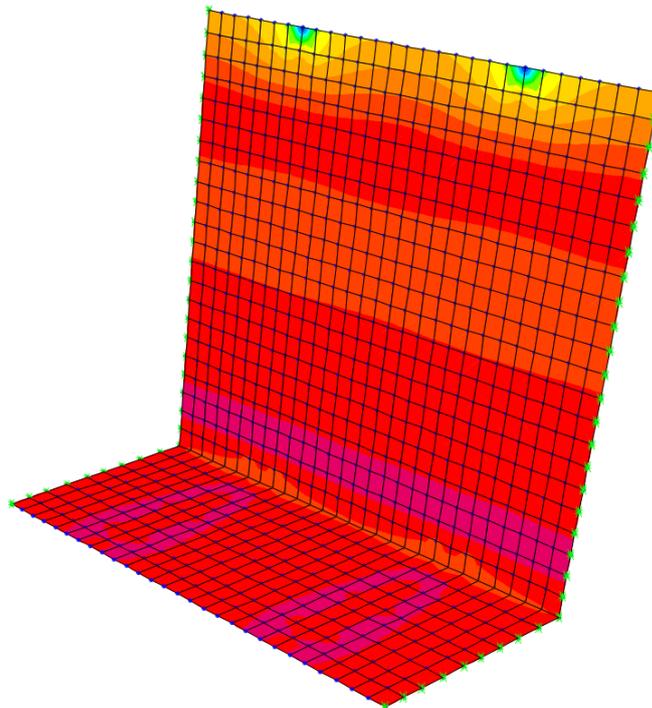


Fig. 6 – Parete: Inviluppo momenti flettenti M22 (SLU)

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.	<table border="1" 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;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">RI5700 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">142 di 368</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	142 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	142 di 368													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																		

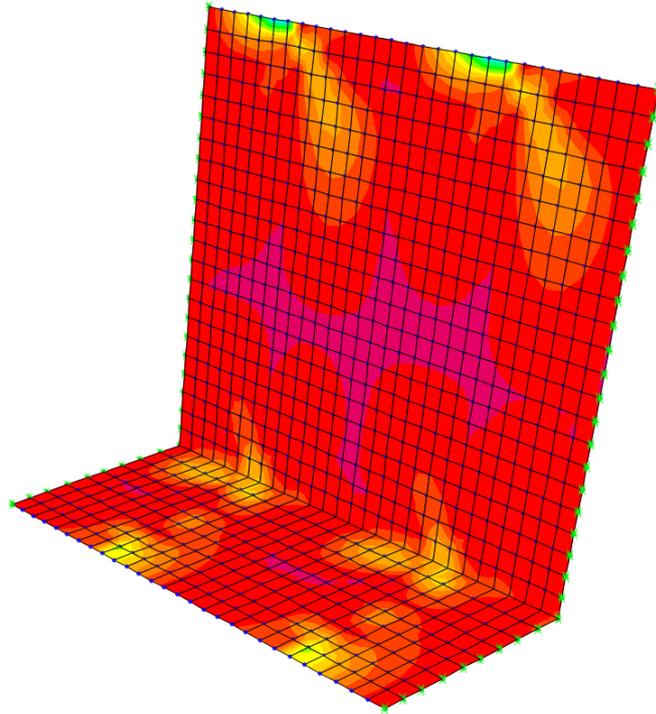


Fig. 7 – Parete: Involuppo momenti di svergolamento M12 (SLU)

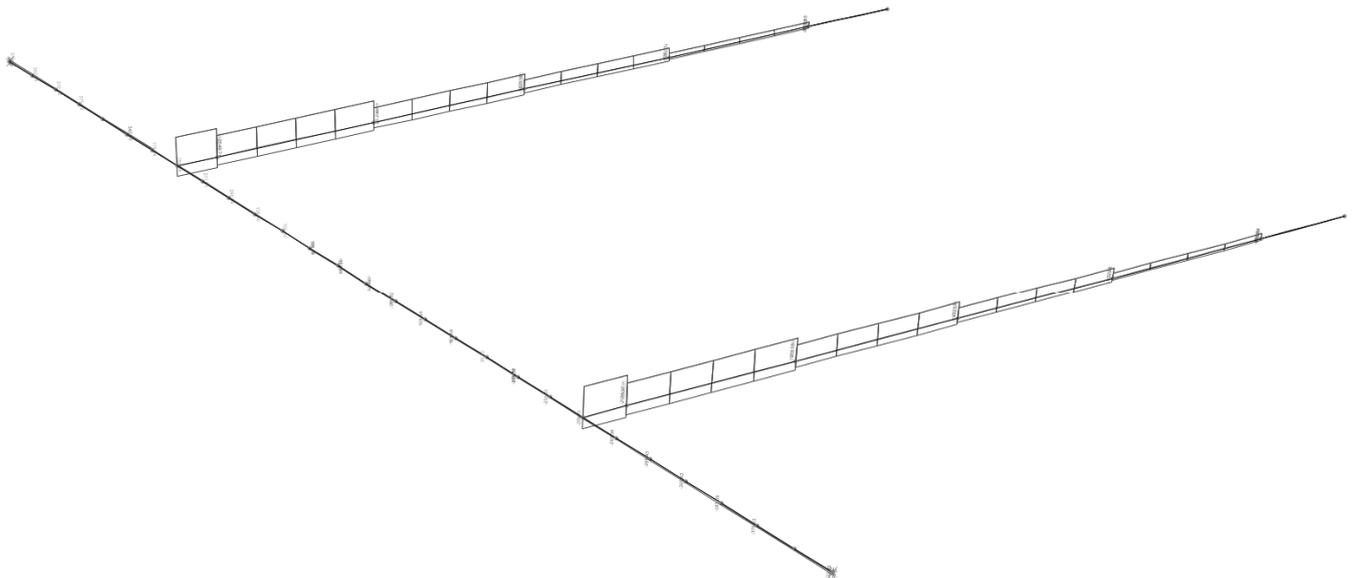


Fig. 8 – Cordolo e Tiranti: Involuppo forze assiali N (SLU)

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>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="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;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">RI5700 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">143 di 368</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	143 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	143 di 368													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																		

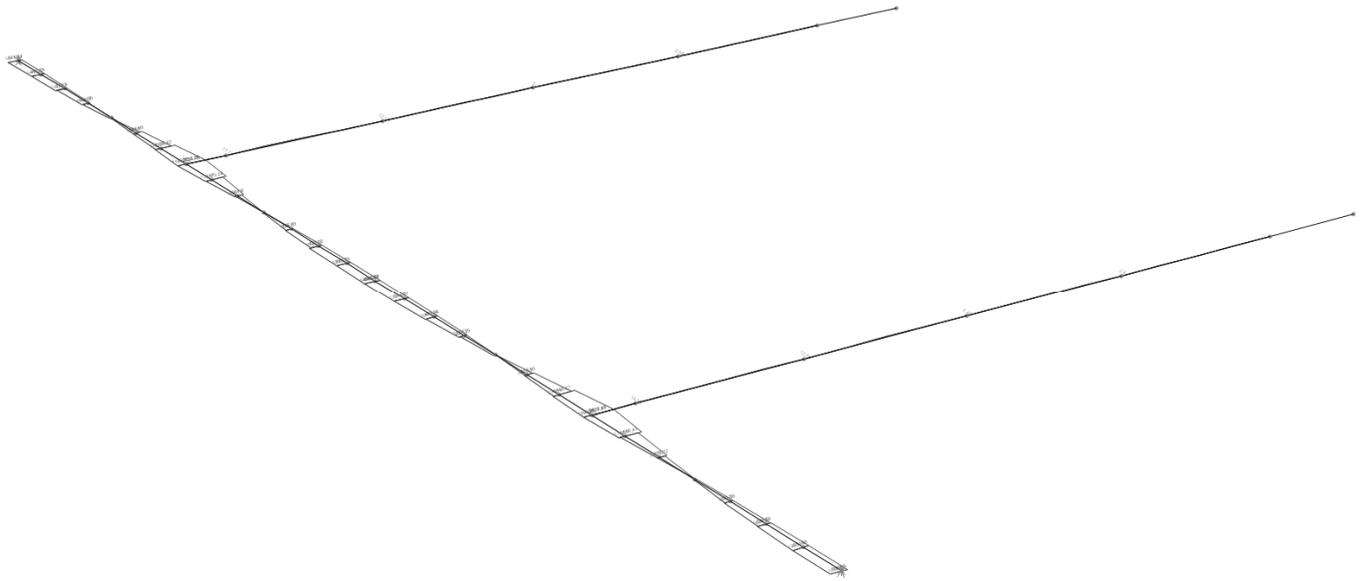


Fig. 9 – Cordolo e Tiranti: Involuppo momenti flettenti M2 (SLU)

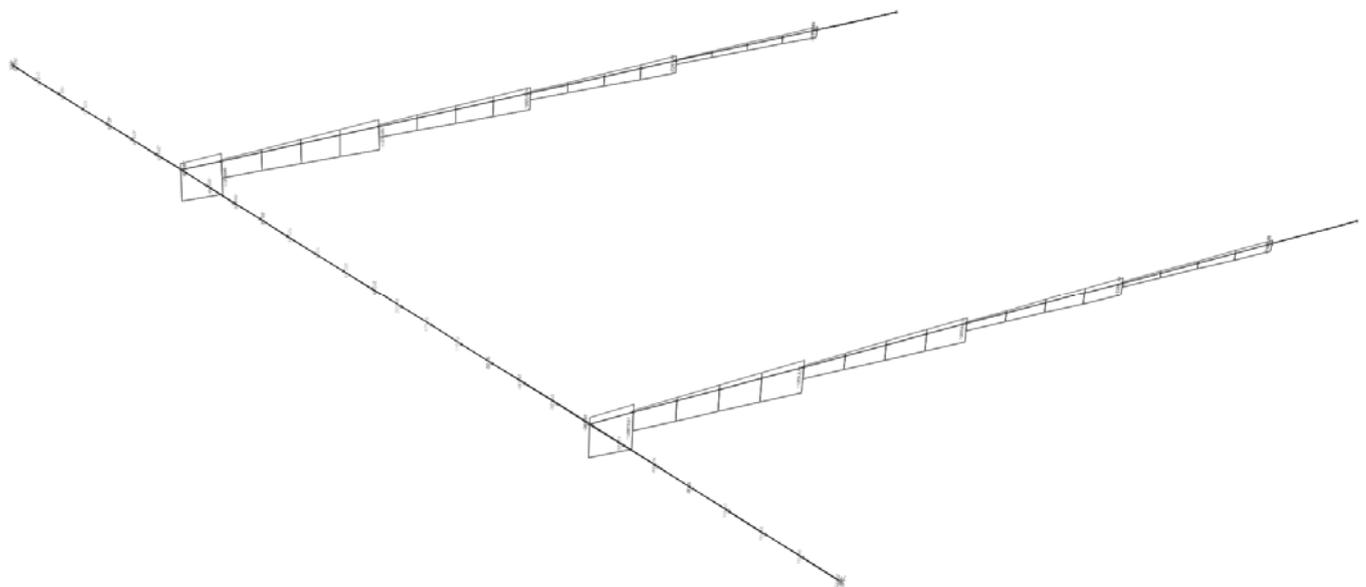


Fig. 10 – Cordolo e Tiranti: Involuppo momenti flettenti M3 (SLU)

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.	<table border="1" 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;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">RI5700 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">144 di 368</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	144 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	144 di 368													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																		

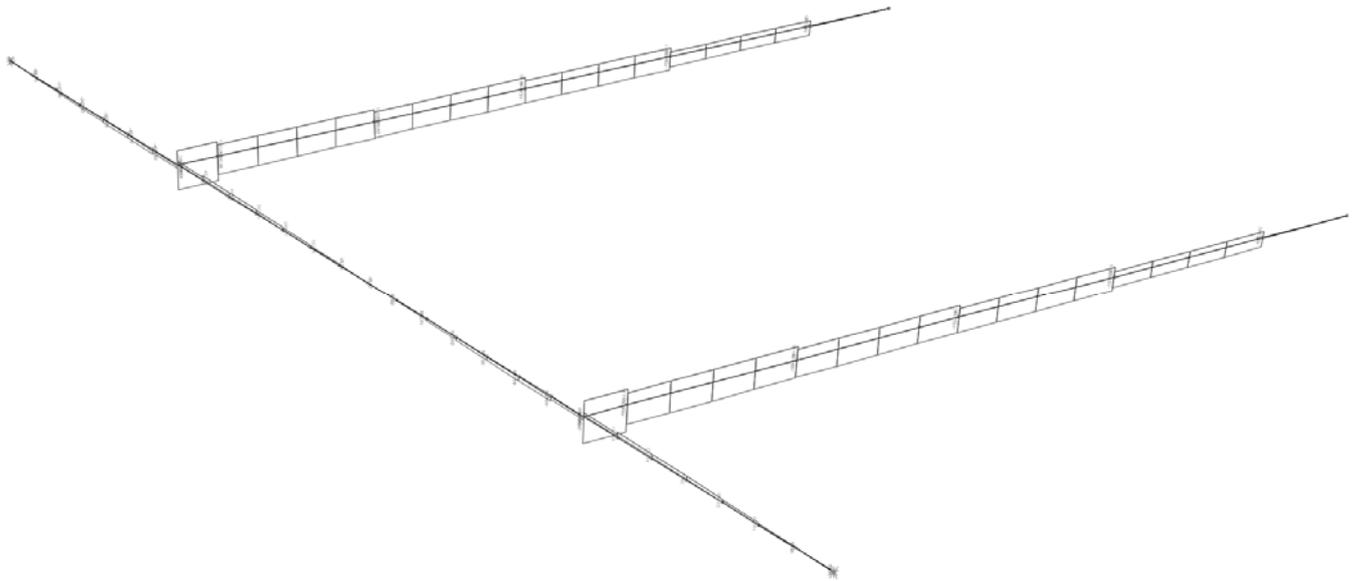


Fig. 11 – Cordolo e Tiranti: Inviluppo tagli V2 (SLU)

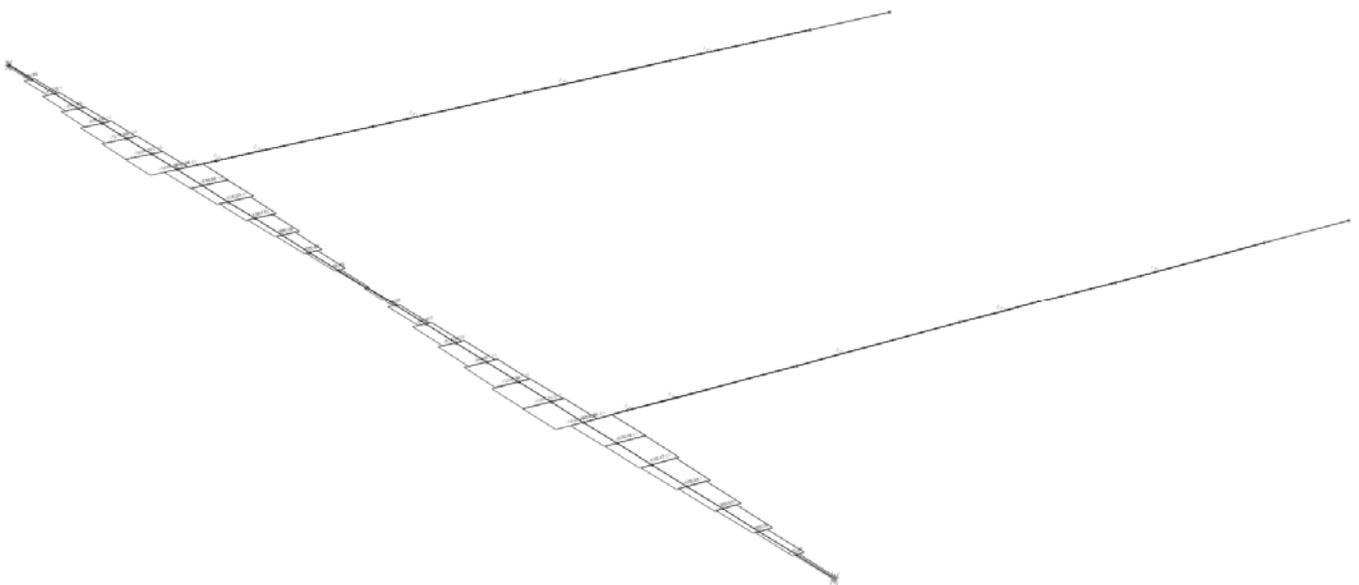


Fig. 12 – Cordolo e Tiranti: Inviluppo tagli V3 (SLU)

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 145 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

17.2.1 Verifica parete

Nelle tabelle seguenti sono indicati i valori delle sollecitazioni massime e i valori delle sollecitazioni risultanti dalle combinazioni di cui al capitolo precedente.

Combinazioni non sismiche (SLU):

Dominio Fd1 + Md1: (direzione 1: orientamento longitudinale)

VERIFICA DEGLI ELEMENTI SHELL IN DIREZIONE "1"

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	40.00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0.85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1.50	-
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	=	33.20	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	=	18.81	N/mm ²
Resistenza media a compressione	f_{cm}	=	41.20	N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{tm}	=	3.10	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	$f_{ctk,0.05}$	=	2.17	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 95%)	$f_{ctk,0.95}$	=	4.03	N/mm ²
Modulo di elasticità normale medio	E_{cm}	=	33643	N/mm ²
Deformazione al raggiungimento della massima tensione	ϵ_{12}	=	-0.00200	-
Deformazione ultima del calcestruzzo	ϵ_{cu2}	=	-0.00350	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450.00	N/mm ²
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{ult}	=	0.06750	-
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1.15	-
Resistenza di calcolo a snervamento	f_{yd}	=	391.30	N/mm ²
Modulo di elasticità	E_s	=	200000	N/mm ²
Deformazione dell'acciaio al raggiungimento della tensione	ϵ_{yk}	=	0.001957	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	800.00	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000.00	mm

Armature predisposte nella sezione (predisporre almeno uno strato in zona lesa e uno in zona compressa)

N° Strato	N° Ferri	Diametro	z_i	Area	$0.5h - z_i$	z_i
-	-	mm	mm	mm ²	mm	mm
1	6	26	60.00	3186	340	740
2	6	26	740.00	3186	-340	60
3				0	0	0
4				0	0	0
5				0	0	0
6				0	0	0

z_i = distanza tra il bordo superiore della sezione in calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura che si sta considerando

DOMINIO DI RESISTENZA - Fd1 + Md1

●●●●● DOMINIO DI RESISTENZA DELLA SEZIONE ● SOLLECITAZIONI INVILUPPO - - - N_{Rd,max} = -3000.00

SEZIONE TRASVERSALE

— SEZIONE TRASVERSALE ■ ARMATURE

CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI DI DESIGN IN DIREZIONE 1

	F_{d1} [kN]	M_{d1} [kNm]	V_{d1} [kN]	e_1 [m]
Massima forza assiale in direzione 1 e momento associato	479	34	-87	7.01E-02
Minima forza assiale in direzione 1 e momento associato	-339	-31	-4	9.28E-02
Massimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	148	419	-44	2.84E+00
Minimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	-107	-191	-1	1.79E+00
Massimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	215	233	222	1.09E+00
Minimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	170	236	-222	1.39E+00
Massima eccentricità in direzione 1	-0.08	-155.34	8.77	1.94E+03
Minima eccentricità in direzione 1	-1.30	88.94	-31.74	6.86E+01

$F_{d1} = \bar{F}_{d1} + |\bar{F}_{d2}|$
 $M_{d1} = \bar{M}_{d1} + |\bar{M}_{d2}|$

RESISTENZA LIMITE DELLA SEZIONE A COMPRESSIONE SEMPLICE

Massima forza di compressione sopportabile dalla sezione $N_{Rd,max}$ = -14533.6 kN

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 146 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

Dominio Fd2 + Md2: (direzione 2: orientamento trasversale)

VERIFICA DEGLI ELEMENTI SHELL IN DIREZIONE "2"

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	40,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	=	33,20	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	=	18,81	N/mm ²
Resistenza media a compressione	f_{cm}	=	41,20	N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{tm}	=	3,10	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	$f_{tRk,0.05}$	=	2,17	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 95%)	$f_{tRk,0.95}$	=	4,03	N/mm ²
Modulo di elasticità normale medio	E_{cm}	=	33643	N/mm ²
Deformazione al raggiungimento della massima tensione f_{td}	ϵ_{td}	=	-0,00200	-
Deformazione ultima del calcestruzzo	ϵ_{td2}	=	-0,00350	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450,00	N/mm ²
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{yk}	=	0,0675	-
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-
Resistenza di calcolo a snervamento	f_{td}	=	391,30	N/mm ²
Modulo di elasticità	E_s	=	200000	N/mm ²
Deformazione dell'acciaio al raggiungimento della tensione f_{yd}	ϵ_{yd}	=	0,001957	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	800,00	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000,00	mm

Armature predisposte nella sezione (predisporre almeno uno strato in zona lesa e uno in zona compressa)

N° Strato	N° Ferri	Diametro	z_i	Area	$0.5h - z_i$	z_i'
-	-	mm	mm	mm ²	mm	mm
1	10	26	60,00	5309	340	740
2	10	26	740,00	5309	-340	60
3			0	0	0	0
4			0	0	0	0
5			0	0	0	0
6			0	0	0	0

z_i = distanza tra il bordo superiore della sezione in calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura che si sta considerando

DOMINIO DI RESISTENZA - Fd2 + Md2

---○--- DOMINIO DI RESISTENZA DELLA SEZIONE ● SOLLECITAZIONI IN INVILUPPO - - - Nrd,max

SEZIONE TRASVERSALE

— SEZIONE TRASVERSALE ■ ARMATURE

CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI DI DESIGN IN DIREZIONE 1

	F_{d2} [kN]	M_{d2} [kNm]	V_{d2} [kN]	e_2 [m]
Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato	173	618	-316	3,58E+00
Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato	-1227	-17	569	1,39E+02
Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	-627	929	-840	-1,48E+00
Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	-389	-932	3	2,39E+00
Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	-1028	-41	573	2,39E+00
Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	-654	927	-840	-1,42E+00
Massima eccentricità in direzione 2	-0,27	-706,25	-207,45	2,57E+03
Minima eccentricità in direzione 2	-0,68	252,81	-355,92	-3,75E+02

$F_{d2c} = F_{d2c} + |F_{d2c}|$
 $M_{d2c} = M_{d2c} + |M_{d2c}|$

RESISTENZA LIMITE DELLA SEZIONE A COMPRESSIONE SEMPLICE

Massima forza di compressione sopportabile dalla sezione $N_{rd,max}$ = -16195,6 kN

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 147 di 368

VERIFICA A TAGLIO DEGLI ELEMENTI SHELL - NTC2008

© Dott. Ing Simone Caffè 23/11/2014

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	40,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	=	33,20	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	=	18,81	N/mm ²
Resistenza media a compressione	f_{cm}	=	41,20	N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	=	3,10	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	$f_{ctk,0.05}$	=	2,17	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 95%)	$f_{ctk,0.95}$	=	4,03	N/mm ²
Modulo di elasticità normale medio	E_{cm}	=	33643	N/mm ²
Deformazione al raggiungimento della massima tensione f_{cd}	ϵ_{c2}	=	-0,0020	-
Deformazione ultima del calcestruzzo	ϵ_{cu2}	=	-0,0035	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450	N/mm ²
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{ud}	=	0,0675	-
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-
Resistenza di calcolo a snervamento	f_{yd}	=	391,30	N/mm ²
Modulo di elasticità	E_s	=	200000	N/mm ²
Deformazione dell'acciaio al raggiungimento della tensione f_{yd}	ϵ_{yd}	=	0,001957	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	800	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000	mm

SOLLECITAZIONI DI TAGLIO

Sollecitazione di taglio in direzione 1 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,1,pos}$	=	222,3	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 2 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,2,pos}$	=	839,7	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 1 associata alla presenza di momenti negativi	$V_{Ed,1,neg}$	=	0,0	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 2 associata alla presenza di momenti negativi	$V_{Ed,2,neg}$	=	839,7	kN

RESISTENZA LIMITE A TAGLIO DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza utile in direzione 1 per momenti positivi	$d_{1,pos}$	=	740,00	mm
Altezza utile in direzione 2 per momenti positivi	$d_{2,pos}$	=	740,00	mm
Altezza utile in direzione 1 per momenti negativi	$d_{1,neg}$	=	740,00	mm
Altezza utile in direzione 2 per momenti negativi	$d_{2,neg}$	=	740,00	mm
Coefficiente di riduzione per effetto della fessurazione	v	=	0,500	-
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.1)	$V_{Rd1,max,pos}$	=	3480,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.2)	$V_{Rd2,max,pos}$	=	3480,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.1)	$V_{Rd1,max,neg}$	=	3480,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.2)	$V_{Rd2,max,neg}$	=	3480,5	kN
Verifica di idoneità della sezione	$\delta_{1,pos}$	=	✓ 0,06	-
	$\delta_{2,pos}$	=	✓ 0,24	-
	$\delta_{1,neg}$	=	✓ 0,00	-
	$\delta_{2,neg}$	=	✓ 0,24	-

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 148 di 368

RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE PRIVA DI ARMATURA IDONEA A RESISTERE AL TAGLIO

Coefficiente di resistenza al taglio	$C_{Rd,c}$	=	0,12	-
Coefficiente k in direzione 1 per momenti positivi	$k_{1,pos}$	=	1,520	-
Coefficiente k in direzione 2 per momenti positivi	$k_{2,pos}$	=	1,520	-
Coefficiente k in direzione 1 per momenti negativi	$k_{1,neg}$	=	1,520	-
Coefficiente k in direzione 2 per momenti negativi	$k_{2,neg}$	=	1,520	-
Armatura tesa inferiore in direzione 1	$A_{inf,1}$	=	3186	mm ²
Armatura tesa superiore in direzione 1	$A_{sup,1}$	=	3186	mm ²
Armatura tesa inferiore in direzione 2	$A_{inf,2}$	=	5309	mm ²
Armatura tesa superiore in direzione 2	$A_{sup,2}$	=	5309	mm ²
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti positivi	$\rho_{1,pos}$	=	0,00430	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti positivi	$\rho_{2,pos}$	=	0,00717	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti negativi	$\rho_{1,neg}$	=	0,00430	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti negativi	$\rho_{2,neg}$	=	0,00717	-
Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 1	σ_1	=	0,000	MPa
Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 2	σ_2	=	0,818	MPa
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,pos}$	=	327,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,pos}$	=	479,1	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,neg}$	=	327,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,neg}$	=	479,1	kN
Verifica di idoneità della sezione priva di armatura a taglio	$\delta_{1,pos}$	=	✓ 0,68	-
	$\delta_{2,pos}$	=	✗ 1,75	-
NECESSARIO PREDISPORRE ARMATURA A TAGLIO	$\delta_{1,neg}$	=	✓ 0,00	-
	$\delta_{2,neg}$	=	✗ 1,75	-

RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE DOTATA DI ARMATURA IDONEA A RESISTERE AL TAGLIO

Diametro delle armature a taglio	ϕ_{st}	=	16,00	mm
Angolo di inclinazione delle bielle compresse	θ	=	45,00	OK
Passo delle armature a taglio disposte in direzione 1	s_1	=	✓ 250,00	mm
Passo delle armature a taglio disposte in direzione 2	s_2	=	✓ 250,00	mm
Numero ferri a taglio in direzione 1	n_1	=	4,00	-
Numero ferri a taglio in direzione 2	n_2	=	4,00	-
Area della singola armatura a taglio	A_{sw}	=	201	mm ²
Rapporto geometrico minimo	ρ_w	=	0,001024	-
Rapporto geometrico d'armatura in direzione 1	$\rho_{w,1}$	=	✓ 0,001087	-
Rapporto geometrico d'armatura in direzione 2	$\rho_{w,2}$	=	✓ 0,001087	-
Passo massimo delle armature a taglio	s_{max}	=	555	mm
Resistenza offerta dalle armature in direzione 1	$V_{Rds,1}$	=	964,1	kN
Resistenza offerta dalle armature in direzione 2	$V_{Rds,2}$	=	964,1	kN
Coefficiente maggiorativo in direzione 1	α_{c1}	=	1,00	-
Coefficiente maggiorativo in direzione 2	α_{c2}	=	1,04	-
Resistenza offerta dalle bielle in direzione 1	$V_{Rdc,1}$	=	3132,4	kN
Resistenza offerta dalle bielle in direzione 2	$V_{Rdc,2}$	=	3268,6	kN
Verifica di idoneità della sezione dotata di armatura a taglio	δ_1	=	✓ 0,23	-
	δ_2	=	✓ 0,87	-

Pertanto la verifica a taglio risulta soddisfatta con la presenza di **spilli Ø16/25 cm.**

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 149 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

Combinazioni sismiche (SLV):

Dominio Fd1 + Md1: (direzione 1: orientamento longitudinale)

VERIFICA DEGLI ELEMENTI SHELL IN DIREZIONE "1"

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	40,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	=	33,20	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	=	18,81	N/mm ²
Resistenza media a compressione	f_{cm}	=	41,20	N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{tm}	=	3,10	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	$f_{tk,0.05}$	=	2,17	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 95%)	$f_{tk,0.95}$	=	4,03	N/mm ²
Modulo di elasticità normale medio	E_{cm}	=	33643	N/mm ²
Deformazione al raggiungimento della massima tensione	ϵ_{c2}	=	-0,00200	-
Deformazione ultima del calcestruzzo	ϵ_{cu2}	=	-0,00350	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450,00	N/mm ²
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{ult}	=	0,06750	-
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-
Resistenza di calcolo a snervamento	f_{yd}	=	391,30	N/mm ²
Modulo di elasticità	E_s	=	200000	N/mm ²
Deformazione dell'acciaio al raggiungimento della tensione	ϵ_{yd}	=	0,001957	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	800,00	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000,00	mm

Armature predisposte nella sezione (predisporre almeno uno strato in zona lesa e uno in zona compressa)

N° Strato	N° Ferri	Diametro	z_i	Area	$0.5h - z_i$	z_i
-	-	mm	mm	mm ²	mm	mm
1	6	26	60,00	3186	340	740
2	6	26	740,00	3186	-340	60
3				0	0	0
4				0	0	0
5				0	0	0
6				0	0	0

z_i = distanza tra il bordo superiore della sezione in calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura che si sta considerando

DOMINIO DI RESISTENZA - Fd1 + Md1

..○.. DOMINIO DI RESISTENZA DELLA SEZIONE ● SOLLECITAZIONI IN VILLO - - - Nrd,max = -3000,00

SEZIONE TRASVERSALE

— SEZIONE TRASVERSALE ■ ARMATURE

CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI DI DESIGN IN DIREZIONE 1

	F_{d1} [kN]	M_{d1} [kNm]	V_{d1} [kN]	e_1 [m]
Massima forza assiale in direzione 1 e momento associato	648	-309	1	-4,77E-01
Minima forza assiale in direzione 1 e momento associato	-508	-32	-3	6,36E-02
Massimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	213	719	-49	3,38E+00
Minimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	-139	-316	2	2,27E+00
Massimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	391	377	409	9,62E-01
Minimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	298	-382	-409	1,28E+00
Massima eccentricità in direzione 1	0,13	12,01	2,16	9,24E+01
Minima eccentricità in direzione 1	-0,02	47,18	49,89	-2,70E+03

$F_{d1} = \bar{F}_{d1} + |\bar{F}_{d1}|$
 $M_{d1} = \bar{M}_{d1} + |\bar{M}_{d1}|$

RESISTENZA LIMITE DELLA SEZIONE A COMPRESSIONE SEMPLICE

Massima forza di compressione sopportabile dalla sezione $N_{rd,max}$ = -14533,6 kN

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 150 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

Dominio Fd2 + Md2: (direzione 2: orientamento trasversale)

VERIFICA DEGLI ELEMENTI SHELL IN DIREZIONE "2"

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	40,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	=	33,20	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	=	18,81	N/mm ²
Resistenza media a compressione	f_{cm}	=	41,20	N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{tm}	=	3,10	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	$f_{tRk,0,05}$	=	2,17	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 95%)	$f_{tRk,0,95}$	=	4,03	N/mm ²
Modulo di elasticità normale medio	E_{cm}	=	33643	N/mm ²
Deformazione al raggiungimento della massima tensione f_{td}	ϵ_{td}	=	-0,00200	-
Deformazione ultima del calcestruzzo	ϵ_{cu2}	=	-0,00350	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450,00	N/mm ²
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{yk}	=	0,0675	-
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-
Resistenza di calcolo a snervamento	f_{yd}	=	391,30	N/mm ²
Modulo di elasticità	E_s	=	200000	N/mm ²
Deformazione dell'acciaio al raggiungimento della tensione f_{yk}	ϵ_{yk}	=	0,001957	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	800,00	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000,00	mm

Armature predisposte nella sezione (predisporre almeno uno stralo in zona lesa e uno in zona compressa)

N° Strato	N° Ferri	Diametro	z_i	Area	$0,5h - z_i$	z'_i
-	-	mm	mm	mm ²	mm	mm
1	10	28	60,00	6158	340	740
2	10	28	740,00	6158	-340	60
3			0	0	0	0
4			0	0	0	0
5			0	0	0	0
6			0	0	0	0

z_i = distanza tra il bordo superiore della sezione in calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura che si sta considerando

DOMINIO DI RESISTENZA - Fd2 + Md2

○●● DOMINIO DI RESISTENZA DELLA SEZIONE ● SOLLECITAZIONI IN INVOLUPO - - - Nrd,max

SEZIONE TRASVERSALE

— SEZIONE TRASVERSALE ■ ARMATURE

CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI DI DESIGN IN DIREZIONE 1

	F_{d2} [kN]	M_{d2} [kNm]	V_{d2} [kN]	e_2 [m]
Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato	173	618	-316	3,58E+00
Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato	-1227	-17	569	1,39E+02
Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	-627	929	-840	-1,48E+00
Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	-389	-932	3	2,39E+00
Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	-1028	-41	573	2,39E+00
Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	-654	927	-840	-1,42E+00
Massima eccentricità in direzione 2	-0,27	-706,25	-207,45	2,57E+03
Minima eccentricità in direzione 2	-0,68	252,81	-355,92	-3,75E+02

$F_{d2} = F_{d2} + |F_{d2}|$
 $M_{d2} = M_{d2} + |M_{d2}|$

RESISTENZA LIMITE DELLA SEZIONE A COMPRESSIONE SEMPLICE

Massima forza di compressione sopportabile dalla sezione $N_{rd,max} = -16859,5$ kN

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 151 di 368

VERIFICA A TAGLIO DEGLI ELEMENTI SHELL - NTC2008

© Dott. Ing Simone Caffè 23/11/2014

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	40,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	=	33,20	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	=	18,81	N/mm ²
Resistenza media a compressione	f_{cm}	=	41,20	N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	=	3,10	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	$f_{ctk,0.05}$	=	2,17	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 95%)	$f_{ctk,0.95}$	=	4,03	N/mm ²
Modulo di elasticità normale medio	E_{cm}	=	33643	N/mm ²
Deformazione al raggiungimento della massima tensione f_{cd}	ϵ_{c2}	=	-0,0020	-
Deformazione ultima del calcestruzzo	ϵ_{cu2}	=	-0,0035	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450	N/mm ²
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{ud}	=	0,0675	-
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-
Resistenza di calcolo a snervamento	f_{yd}	=	391,30	N/mm ²
Modulo di elasticità	E_s	=	200000	N/mm ²
Deformazione dell'acciaio al raggiungimento della tensione f_{yd}	ϵ_{yd}	=	0,001957	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	800	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000	mm

SOLLECITAZIONI DI TAGLIO

Sollecitazione di taglio in direzione 1 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,1, pos}$	=	409,0	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 2 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,2, pos}$	=	1532,4	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 1 associata alla presenza di momenti negativi	$V_{Ed,1, neg}$	=	0,0	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 2 associata alla presenza di momenti negativi	$V_{Ed,2, neg}$	=	0,0	kN

RESISTENZA LIMITE A TAGLIO DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza utile in direzione 1 per momenti positivi	$d_{1, pos}$	=	740,00	mm
Altezza utile in direzione 2 per momenti positivi	$d_{2, pos}$	=	740,00	mm
Altezza utile in direzione 1 per momenti negativi	$d_{1, neg}$	=	740,00	mm
Altezza utile in direzione 2 per momenti negativi	$d_{2, neg}$	=	740,00	mm
Coefficiente di riduzione per effetto della fessurazione	ν	=	0,500	-
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.1)	$V_{Rd1, max, pos}$	=	3480,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.2)	$V_{Rd2, max, pos}$	=	3480,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.1)	$V_{Rd1, max, neg}$	=	3480,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.2)	$V_{Rd2, max, neg}$	=	3480,5	kN

Verifica di idoneità della sezione

$\delta_{1, pos}$	=	✓	0,12	-
$\delta_{2, pos}$	=	✓	0,44	-
$\delta_{1, neg}$	=	✓	0,00	-
$\delta_{2, neg}$	=	✓	0,00	-

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 152 di 368

RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE PRIVA DI ARMATURA IDONEA A RESISTERE AL TAGLIO

Coefficiente di resistenza al taglio	$C_{Rd,c}$	=	0,12	-
Coefficiente k in direzione 1 per momenti positivi	$k_{1,pos}$	=	1,520	-
Coefficiente k in direzione 2 per momenti positivi	$k_{2,pos}$	=	1,520	-
Coefficiente k in direzione 1 per momenti negativi	$k_{1,neg}$	=	1,520	-
Coefficiente k in direzione 2 per momenti negativi	$k_{2,neg}$	=	1,520	-
Armatura tesa inferiore in direzione 1	$A_{inf,1}$	=	3186	mm ²
Armatura tesa superiore in direzione 1	$A_{sup,1}$	=	3186	mm ²
Armatura tesa inferiore in direzione 2	$A_{inf,2}$	=	6158	mm ²
Armatura tesa superiore in direzione 2	$A_{sup,2}$	=	6158	mm ²
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti positivi	$\rho_{1,pos}$	=	0,00430	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti positivi	$\rho_{2,pos}$	=	0,00832	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti negativi	$\rho_{1,neg}$	=	0,00430	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti negativi	$\rho_{2,neg}$	=	0,00832	-
Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 1	σ_1	=	0,000	MPa
Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 2	σ_2	=	0,818	MPa
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,pos}$	=	327,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,pos}$	=	498,8	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,neg}$	=	327,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,neg}$	=	498,8	kN
Verifica di idoneità della sezione priva di armatura a taglio	$\delta_{1,pos}$	=	✓ 0,68	-
	$\delta_{2,pos}$	=	✗ 1,68	-
NECESSARIO PREDISPORRE ARMATURA A TAGLIO				
	$\delta_{1,neg}$	=	✓ 0,00	-
	$\delta_{2,neg}$	=	✗ 1,68	-

RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE DOTATA DI ARMATURA IDONEA A RESISTERE AL TAGLIO

Diametro delle armature a taglio	ϕ_{st}	=	16,00	mm
Angolo di inclinazione delle bielle compresse	θ	=	45,00	OK
Passo delle armature a taglio disposte in direzione 1	s_1	=	✓ 250,00	mm
Passo delle armature a taglio disposte in direzione 2	s_2	=	✓ 250,00	mm
Numero ferri a taglio in direzione 1	n_1	=	4,00	-
Numero ferri a taglio in direzione 2	n_2	=	4,00	-
Area della singola armatura a taglio	A_{sw}	=	201	mm ²
Rapporto geometrico minimo	ρ_w	=	0,001024	-
Rapporto geometrico d'armatura in direzione 1	$\rho_{w,1}$	=	✓ 0,001087	-
Rapporto geometrico d'armatura in direzione 2	$\rho_{w,2}$	=	✓ 0,001087	-
Passo massimo delle armature a taglio	s_{max}	=	555	mm
Resistenza offerta dalle armature in direzione 1	$V_{Rds,1}$	=	964,1	kN
Resistenza offerta dalle armature in direzione 2	$V_{Rds,2}$	=	964,1	kN
Coefficiente maggiorativo in direzione 1	α_{c1}	=	1,00	-
Coefficiente maggiorativo in direzione 2	α_{c2}	=	1,04	-
Resistenza offerta dalle bielle in direzione 1	$V_{Rdc,1}$	=	3132,4	kN
Resistenza offerta dalle bielle in direzione 2	$V_{Rdc,2}$	=	3268,6	kN
Verifica di idoneità della sezione dotata di armatura a taglio	δ_1	=	✓ 0,23	-
	δ_2	=	✓ 0,87	-

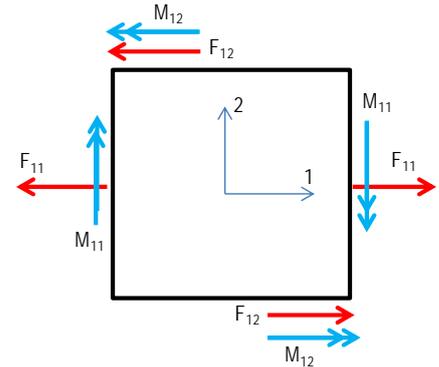
Pertanto la verifica a taglio risulta soddisfatta con la presenza di **spilli Ø16/25 cm.**

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 153 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiogo - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

Combinazione rara (SLE) – Verifica a fessurazione:

Direzione 1: orientamento longitudinale:

	F_{d1} [kN]	M_{d1} [kNm]	V_{d1} [kN]	e_1 [m]
Massima forza assiale in direzione 1 e momento associato	365	25	-65	6,76E-02
Minima forza assiale in direzione 1 e momento associato	-257	-24	-3	9,41E-02
Massimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	109	310	-34	2,84E+00
Minimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	-95	-141	0	1,48E+00
Massimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	156	173	164	1,11E+00
Minimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	123	175	-164	1,43E+00
Massima eccentricità in direzione 1	-3,61	-133,54	3,67	3,70E+01
Minima eccentricità in direzione 1	0,24	-113,57	6,51	-4,78E+02



$$F_{d1} = F_{11} + |F_{12}|$$

$$M_{d1} = M_{11} + |M_{12}|$$

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.60	-50.0	80.0	3.8	25.4	6.7	----	----
2	S	0.00	-50.0	80.0	-51.7	25.4	6.7	3400	63.7
3	S	3.68	-50.0	80.0	-130.1	25.4	6.7	1700	31.9
4	S	1.50	-50.0	80.0	-80.6	25.4	6.7	1700	31.9
5	S	2.12	-50.0	80.0	-59.4	25.4	6.7	1650	31.9
6	S	2.12	-50.0	80.0	-64.8	25.4	6.7	1650	31.9

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; = $(e1 + e2)/(2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copri ferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 154 di 368

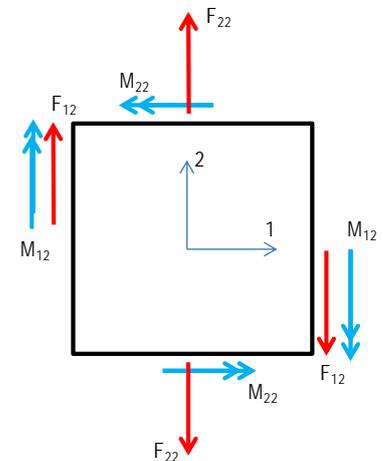
Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	-0.00027	-0.00013	0.748	26.0	54	0.00015 (0.00015)	536	0.083 (990.00)	155.14	0.00
3	S	-0.00074	0.00000	0.500	26.0	54	0.00039 (0.00039)	419	0.164 (990.00)	424.33	0.00
4	S	-0.00045	0.00000	0.500	26.0	54	0.00024 (0.00024)	419	0.101 (990.00)	365.53	0.00
5	S	-0.00034	0.00000	0.500	26.0	54	0.00018 (0.00018)	413	0.073 (990.00)	464.41	0.00
6	S	-0.00037	0.00000	0.500	26.0	54	0.00019 (0.00019)	413	0.080 (990.00)	449.07	0.00

Direzione 2: orientamento trasversale:

	F _{d2} [kN]	M _{d2} [kNm]	V _{d2} [kN]	e ₂ [m]
Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato	107	460	-231	4,28E+00
Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato	-937	-16	429	1,70E-02
Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	-487	691	-620	-1,42E+00
Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	-350	-685	3	1,96E+00
Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F _{d2} e M _{d2}	-937	-16	429	1,96E+00
Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F _{d2} e M _{d2}	-507	690	-620	-1,36E+00
Massima eccentricità in direzione 2	3,39	425,62	-357,39	1,25E+02
Minima eccentricità in direzione 2	-0,24	55,77	-267,40	-2,32E+02

$$F_{d2} = F_{22} + |F_{22}|$$

$$M_{d2} = M_{22} + |M_{22}|$$



COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.74	-50.0	80.0	-104.2	32.9	6.0	1500	61.6
2	S	0.00	-50.0	80.0	-79.9	32.9	6.0	3000	123.2
3	S	4.84	-50.0	80.0	-205.1	32.9	6.0	1500	61.6
4	S	4.98	-50.0	80.0	-193.1	32.9	6.0	1500	61.6
5	S	0.00	-50.0	80.0	-79.9	32.9	6.0	3000	123.2
6	S	4.80	-50.0	80.0	-206.4	32.9	6.0	1500	61.6

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
Ver.	Esito della verifica
e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - 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;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">RI5700 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">155 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	155 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	155 di 368								

\emptyset	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace A_c eff [eq.(7.11)EC2]										
Cf	Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa										
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]										
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]										
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi										
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]										
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]										
Comb.	Ver	e1	e2	k2	\emptyset	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00059	0.00000	0.500	28.0	46	0.00031 (0.00031)	272	0.085 (990.00)	502.35	0.00
2	S	-0.00040	-0.00036	0.944	28.0	46	0.00024 (0.00024)	375	0.090 (990.00)	45.95	0.00
3	S	-0.00114	0.00000	0.500	28.0	46	0.00075 (0.00062)	272	0.204 (990.00)	433.68	0.00
4	S	-0.00107	0.00000	0.500	28.0	46	0.00069 (0.00058)	272	0.188 (990.00)	446.29	0.00
5	S	-0.00040	-0.00036	0.944	28.0	46	0.00024 (0.00024)	375	0.090 (990.00)	45.95	0.00
6	S	-0.00114	0.00000	0.500	28.0	46	0.00076 (0.00062)	272	0.206 (990.00)	431.79	0.00

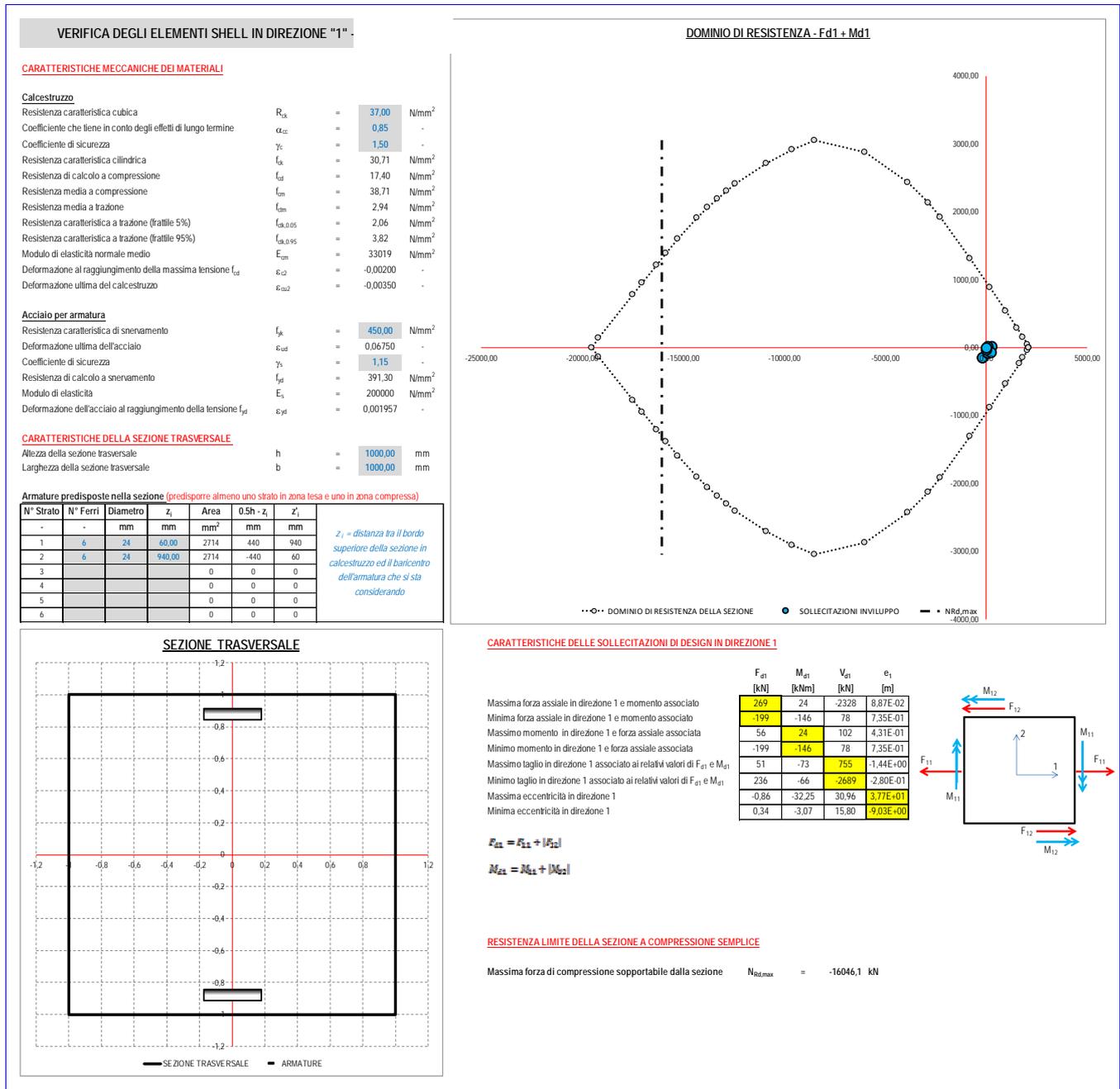
APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 156 di 368

17.2.2 Verifica soletta di fondazione

Nelle tabelle seguenti sono indicati i valori delle sollecitazioni massime e i valori delle sollecitazioni risultanti dalle combinazioni di cui al capitolo precedente.

Combinazioni non sismiche (SLU):

Dominio Fd1 + Md1: (direzione 1: orientamento trasversale)



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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 157 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

Dominio Fd2 + Md2: (direzione 2: orientamento longitudinale)

VERIFICA DEGLI ELEMENTI SHELL IN DIREZIONE "2"

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	37,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	=	30,71	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	=	17,40	N/mm ²
Resistenza media a compressione	f_{cm}	=	38,71	N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{tm}	=	2,94	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	$f_{tk,0.05}$	=	2,06	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 95%)	$f_{tk,0.95}$	=	3,82	N/mm ²
Modulo di elasticità normale medio	E_{cm}	=	33019	N/mm ²
Deformazione al raggiungimento della massima tensione f_{td}	ϵ_{td}	=	-0,00200	-
Deformazione ultima del calcestruzzo	ϵ_{ult}	=	-0,00350	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450,00	N/mm ²
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{yk}	=	0,0675	-
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-
Resistenza di calcolo a snervamento	f_{td}	=	391,30	N/mm ²
Modulo di elasticità	E_s	=	200000	N/mm ²
Deformazione dell'acciaio al raggiungimento della tensione f_{yd}	ϵ_{yd}	=	0,001957	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	1000,00	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000,00	mm

Armature predisposte nella sezione (predisporre almeno uno strato in zona lesa e uno in zona compressa)

N° Strato	N° Ferri	Diametro	z_i	Area	$0,5h - z_i$	z_i'
-	-	mm	mm	mm ²	mm	mm
1	6	24	60,00	2714	440	940
2	6	24	940,00	2714	-440	60
3			0	0	0	0
4			0	0	0	0
5			0	0	0	0
6			0	0	0	0

z_i = distanza tra il bordo superiore della sezione in calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura che si sta considerando

DOMINIO DI RESISTENZA - Fd2 + Md2

---○--- DOMINIO DI RESISTENZA DELLA SEZIONE ● SOLLECITAZIONI IN VILUPPO - - - NRd,max

SEZIONE TRASVERSALE

— SEZIONE TRASVERSALE ■ ARMATURE

CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI DI DESIGN IN DIREZIONE 1

	F_{d2} [kN]	M_{d2} [kNm]	V_{d2} [kN]	e_2 [m]
Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato	353	-166	-1273	-4,71E-01
Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato	-184	26	160	-1,41E-01
Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	241	106	90	4,42E-01
Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	331	-210	-1467	-6,35E-01
Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	290	-210	1462	-6,35E-01
Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	331	-210	-1467	-6,35E-01
Massima eccentricità in direzione 2	1,89	28,64	4,35	1,52E+01
Minima eccentricità in direzione 2	-9,56	45,01	-13,55	-4,71E+00

$F_{d2} = F_{d2} + |F_{d2}|$
 $M_{d2} = M_{d2} + |M_{d2}|$

RESISTENZA LIMITE DELLA SEZIONE A COMPRESSIONE SEMPLICE

Massima forza di compressione sopportabile dalla sezione $N_{rd,max}$ = -16046,1 kN

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 158 di 368

VERIFICA A TAGLIO DEGLI ELEMENTI SHELL - NTC2008

© Dott. Ing Simone Caffè 23/11/2014

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	37,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	=	30,71	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	=	17,40	N/mm ²
Resistenza media a compressione	f_{cm}	=	38,71	N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	=	2,94	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	$f_{ctk,0.05}$	=	2,06	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 95%)	$f_{ctk,0.95}$	=	3,82	N/mm ²
Modulo di elasticità normale medio	E_{cm}	=	33019	N/mm ²
Deformazione al raggiungimento della massima tensione f_{cd}	ϵ_{c2}	=	-0,0020	-
Deformazione ultima del calcestruzzo	ϵ_{cu2}	=	-0,0035	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450	N/mm ²
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{ud}	=	0,0675	-
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-
Resistenza di calcolo a snervamento	f_{yd}	=	391,30	N/mm ²
Modulo di elasticità	E_s	=	200000	N/mm ²
Deformazione dell'acciaio al raggiungimento della tensione f_{yd}	ϵ_{yd}	=	0,001957	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	1000	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000	mm

SOLLECITAZIONI DI TAGLIO

Sollecitazione di taglio in direzione 1 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,1,pos}$	=	0,0	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 2 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,2,pos}$	=	0,0	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 1 associata alla presenza di momenti negativi	$V_{Ed,1,neg}$	=	2689,1	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 2 associata alla presenza di momenti negativi	$V_{Ed,2,neg}$	=	1467,2	kN

RESISTENZA LIMITE A TAGLIO DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza utile in direzione 1 per momenti positivi	$d_{1,pos}$	=	940,00	mm
Altezza utile in direzione 2 per momenti positivi	$d_{2,pos}$	=	940,00	mm
Altezza utile in direzione 1 per momenti negativi	$d_{1,neg}$	=	940,00	mm
Altezza utile in direzione 2 per momenti negativi	$d_{2,neg}$	=	940,00	mm
Coefficiente di riduzione per effetto della fessurazione	ν	=	0,500	-
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.1)	$V_{Rd1,max,pos}$	=	4089,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.2)	$V_{Rd2,max,pos}$	=	4089,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.1)	$V_{Rd1,max,neg}$	=	4089,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.2)	$V_{Rd2,max,neg}$	=	4089,5	kN

Verifica di idoneità della sezione	$\delta_{1,pos}$	=	✓	0,00	-
	$\delta_{2,pos}$	=	✓	0,00	-
	$\delta_{1,neg}$	=	✓	0,66	-
	$\delta_{2,neg}$	=	✓	0,36	-

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 159 di 368

RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE PRIVA DI ARMATURA IDONEA A RESISTERE AL TAGLIO

Coefficiente di resistenza al taglio	$C_{Rd,c}$	=	0,12	-
Coefficiente k in direzione 1 per momenti positivi	$k_{1,pos}$	=	1,461	-
Coefficiente k in direzione 2 per momenti positivi	$k_{2,pos}$	=	1,461	-
Coefficiente k in direzione 1 per momenti negativi	$k_{1,neg}$	=	1,461	-
Coefficiente k in direzione 2 per momenti negativi	$k_{2,neg}$	=	1,461	-
Armatura tesa inferiore in direzione 1	$A_{inf,1}$	=	2714	mm ²
Armatura tesa superiore in direzione 1	$A_{sup,1}$	=	2714	mm ²
Armatura tesa inferiore in direzione 2	$A_{inf,2}$	=	2714	mm ²
Armatura tesa superiore in direzione 2	$A_{sup,2}$	=	2714	mm ²
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti positivi	$\rho_{1,pos}$	=	0,00289	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti positivi	$\rho_{2,pos}$	=	0,00289	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti negativi	$\rho_{1,neg}$	=	0,00289	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti negativi	$\rho_{2,neg}$	=	0,00289	-
Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 1	σ_1	=	0,000	MPa
Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 2	σ_2	=	0,000	MPa
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,pos}$	=	341,2	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,pos}$	=	341,2	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,neg}$	=	341,2	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,neg}$	=	341,2	kN
Verifica di idoneità della sezione priva di armatura a taglio	$\delta_{1,pos}$	=	0,00	-
	$\delta_{2,pos}$	=	0,00	-
NECESSARIO PREDISPORRE ARMATURA A TAGLIO	$\delta_{1,neg}$	=	7,88	-
	$\delta_{2,neg}$	=	4,30	-

RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE DOTATA DI ARMATURA IDONEA A RESISTERE AL TAGLIO

Diametro delle armature a taglio	ϕ_{st}	=	20,00	mm
Angolo di inclinazione delle bielle compresse	θ	=	45,00	OK
Passo delle armature a taglio disposte in direzione 1	s_1	=	200,00	mm
Passo delle armature a taglio disposte in direzione 2	s_2	=	200,00	mm
Numero ferri a taglio in direzione 1	n_1	=	5,00	-
Numero ferri a taglio in direzione 2	n_2	=	5,00	-
Area della singola armatura a taglio	A_{sw}	=	314	mm ²
Rapporto geometrico minimo	ρ_w	=	0,000985	-
Rapporto geometrico d'armatura in direzione 1	$\rho_{w,1}$	=	0,001671	-
Rapporto geometrico d'armatura in direzione 2	$\rho_{w,2}$	=	0,001671	-
Passo massimo delle armature a taglio	s_{max}	=	705	mm
Resistenza offerta dalle armature in direzione 1	$V_{Rds,1}$	=	2990,0	kN
Resistenza offerta dalle armature in direzione 2	$V_{Rds,2}$	=	2990,0	kN
Coefficiente maggiorativo in direzione 1	α_{c1}	=	1,00	-
Coefficiente maggiorativo in direzione 2	α_{c2}	=	1,00	-
Resistenza offerta dalle bielle in direzione 1	$V_{Rdc,1}$	=	3680,6	kN
Resistenza offerta dalle bielle in direzione 2	$V_{Rdc,2}$	=	3680,6	kN
Verifica di idoneità della sezione dotata di armatura a taglio	δ_1	=	0,90	-
	δ_2	=	0,49	-

Pertanto la verifica a taglio risulta soddisfatta con la presenza di **spilli Ø20/20 cm.**

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 160 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

Combinazioni sismiche (SLV):

Dominio Fd1 + Md1: (direzione 1: orientamento trasversale)

VERIFICA DEGLI ELEMENTI SHELL IN DIREZIONE "1"

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	37,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	=	30,71	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	=	17,40	N/mm ²
Resistenza media a compressione	f_{cm}	=	38,71	N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{tm}	=	2,94	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	$f_{tk,0.05}$	=	2,06	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 95%)	$f_{tk,0.95}$	=	3,82	N/mm ²
Modulo di elasticità normale medio	E_{cm}	=	33019	N/mm ²
Deformazione al raggiungimento della massima tensione f_{td}	$\epsilon_{t,2}$	=	-0,00200	-
Deformazione ultima del calcestruzzo	ϵ_{cu2}	=	-0,00350	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450,00	N/mm ²
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{yk}	=	0,06750	-
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-
Resistenza di calcolo a snervamento	f_{yd}	=	391,30	N/mm ²
Modulo di elasticità	E_s	=	200000	N/mm ²
Deformazione dell'acciaio al raggiungimento della tensione f_{yd}	ϵ_{yk}	=	0,001957	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	1000,00	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000,00	mm

Armature predisposte nella sezione (predisporre almeno uno strato in zona lesa e uno in zona compressa)

N° Strato	N° Ferri	Diametro	z_i	Area	$0,5h - z_i$	z_i'
-	-	mm	mm	mm ²	mm	mm
1	6	24	60,00	2714	440	940
2	6	24	940,00	2714	-440	60
3				0	0	0
4				0	0	0
5				0	0	0
6				0	0	0

z_i = distanza tra il bordo superiore della sezione in calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura che si sta considerando

DOMINIO DI RESISTENZA - Fd1 + Md1

••••• DOMINIO DI RESISTENZA DELLA SEZIONE ● SOLLECITAZIONI INVILUPPO - - - NRd,max

SEZIONE TRASVERSALE

— SEZIONE TRASVERSALE - - - ARMATURE

CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI DI DESIGN IN DIREZIONE 1

F_{d1}	M_{d1}	V_{d1}	e_1
[kN]	[kNm]	[kN]	[m]
122	445	-1902	6,16E-01
-690	530	-225	-5,96E-01
208	632	-554	3,04E+00
140	-191	89	-1,37E+00
321	-26	1413	-7,97E-02
470	-93	-5001	-1,98E-01
2,92	277,58	-575,38	9,51E+01
2,44	-43,42	271,11	-1,78E+01

Massima forza assiale in direzione 1 e momento associato
 Minima forza assiale in direzione 1 e momento associato
 Massimo momento in direzione 1 e forza assiale associata
 Minimo momento in direzione 1 e forza assiale associata
 Massimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}
 Minimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}
 Massima eccentricità in direzione 1
 Minima eccentricità in direzione 1

$F_{d1} = \bar{F}_{d1} + |\bar{F}_{d1}|$
 $M_{d1} = \bar{M}_{d1} + |\bar{M}_{d1}|$

RESISTENZA LIMITE DELLA SEZIONE A COMPRESSIONE SEMPLICE

Massima forza di compressione sopportabile dalla sezione $N_{rd,max}$ = -16046,1 kN

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 161 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

Dominio Fd2 + Md2: (direzione 2: orientamento longitudinale)

VERIFICA DEGLI ELEMENTI SHELL IN DIREZIONE "2"

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	37,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	=	30,71	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	=	17,40	N/mm ²
Resistenza media a compressione	f_{cm}	=	38,71	N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{tm}	=	2,94	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	$f_{tk,0.05}$	=	2,06	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 95%)	$f_{tk,0.95}$	=	3,82	N/mm ²
Modulo di elasticità normale medio	E_{cm}	=	33019	N/mm ²
Deformazione al raggiungimento della massima tensione f_{td}	ϵ_{td}	=	-0,00200	-
Deformazione ultima del calcestruzzo	ϵ_{td2}	=	-0,00350	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450,00	N/mm ²
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{yk}	=	0,0675	-
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-
Resistenza di calcolo a snervamento	f_{td}	=	391,30	N/mm ²
Modulo di elasticità	E_s	=	200000	N/mm ²
Deformazione dell'acciaio al raggiungimento della tensione f_{yd}	ϵ_{yd}	=	0,001957	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	1000,00	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000,00	mm

Armature predisposte nella sezione (predisporre almeno uno strato in zona lesa e uno in zona compressa)

N° Strato	N° Ferri	Diametro	z_i	Area	$0.5h - z_i$	z_i'
-	-	mm	mm	mm ²	mm	mm
1	6	24	60,00	2714	440	940
2	6	24	940,00	2714	-440	60
3			0	0	0	0
4			0	0	0	0
5			0	0	0	0
6			0	0	0	0

z_i = distanza tra il bordo superiore della sezione in calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura che si sta considerando

DOMINIO DI RESISTENZA - Fd2 + Md2

---○--- DOMINIO DI RESISTENZA DELLA SEZIONE ● SOLLECITAZIONI IN VILUPPO - - - Nrd,max

SEZIONE TRASVERSALE

— SEZIONE TRASVERSALE — ARMATURE

CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI DI DESIGN IN DIREZIONE 1

	F_{d2} [kN]	M_{d2} [kNm]	V_{d2} [kN]	e_2 [m]
Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato	1137	-87	-1841	-7,68E-02
Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato	-478	144	-147	-3,02E-01
Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	381	268	-27	7,02E-01
Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	553	-332	-515	-6,02E-01
Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	752	-90	1830	-6,02E-01
Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	826	-94	-1842	-1,13E-01
Massima eccentricità in direzione 2	11,86	163,77	20,05	1,38E+01
Minima eccentricità in direzione 2	-2,41	244,97	10,02	-1,02E+02

$F_{d2c} = F_{d2c} + |F_{d2c}|$
 $M_{d2c} = M_{d2c} + |M_{d2c}|$

RESISTENZA LIMITE DELLA SEZIONE A COMPRESSIONE SEMPLICE

Massima forza di compressione sopportabile dalla sezione $N_{rd,max}$ = -16046,1 kN

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 162 di 368

VERIFICA A TAGLIO DEGLI ELEMENTI SHELL - NTC2008

© Dott. Ing Simone Caffè 23/11/2014

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	37,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	=	30,71	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	=	17,40	N/mm ²
Resistenza media a compressione	f_{cm}	=	38,71	N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	=	2,94	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	$f_{ctk,0.05}$	=	2,06	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 95%)	$f_{ctk,0.95}$	=	3,82	N/mm ²
Modulo di elasticità normale medio	E_{cm}	=	33019	N/mm ²
Deformazione al raggiungimento della massima tensione f_{cd}	ϵ_{c2}	=	-0,0020	-
Deformazione ultima del calcestruzzo	ϵ_{cu2}	=	-0,0035	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450	N/mm ²
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{ud}	=	0,0675	-
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-
Resistenza di calcolo a snervamento	f_{yd}	=	391,30	N/mm ²
Modulo di elasticità	E_s	=	200000	N/mm ²
Deformazione dell'acciaio al raggiungimento della tensione f_{yd}	ϵ_{yd}	=	0,001957	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	1000	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000	mm

SOLLECITAZIONI DI TAGLIO

Sollecitazione di taglio in direzione 1 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,1, pos}$	=	0,0	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 2 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,2, pos}$	=	0,0	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 1 associata alla presenza di momenti negativi	$V_{Ed,1, neg}$	=	5001,3	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 2 associata alla presenza di momenti negativi	$V_{Ed,2, neg}$	=	1842,0	kN

RESISTENZA LIMITE A TAGLIO DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza utile in direzione 1 per momenti positivi	$d_{1, pos}$	=	940,00	mm
Altezza utile in direzione 2 per momenti positivi	$d_{2, pos}$	=	940,00	mm
Altezza utile in direzione 1 per momenti negativi	$d_{1, neg}$	=	940,00	mm
Altezza utile in direzione 2 per momenti negativi	$d_{2, neg}$	=	940,00	mm
Coefficiente di riduzione per effetto della fessurazione	ν	=	0,500	-
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.1)	$V_{Rd1, max, pos}$	=	4089,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.2)	$V_{Rd2, max, pos}$	=	4089,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.1)	$V_{Rd1, max, neg}$	=	4089,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.2)	$V_{Rd2, max, neg}$	=	4089,5	kN

Verifica di idoneità della sezione

$\delta_{1, pos}$	=	✓	0,00	-
$\delta_{2, pos}$	=	✓	0,00	-
$\delta_{1, neg}$	=	✗	1,22	-
$\delta_{2, neg}$	=	✓	0,45	-

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 163 di 368

RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE PRIVA DI ARMATURA IDONEA A RESISTERE AL TAGLIO

Coefficiente di resistenza al taglio	$C_{Rd,c}$	=	0,12	-
Coefficiente k in direzione 1 per momenti positivi	$k_{1,pos}$	=	1,461	-
Coefficiente k in direzione 2 per momenti positivi	$k_{2,pos}$	=	1,461	-
Coefficiente k in direzione 1 per momenti negativi	$k_{1,neg}$	=	1,461	-
Coefficiente k in direzione 2 per momenti negativi	$k_{2,neg}$	=	1,461	-
Armatura tesa inferiore in direzione 1	$A_{inf,1}$	=	2714	mm ²
Armatura tesa superiore in direzione 1	$A_{sup,1}$	=	2714	mm ²
Armatura tesa inferiore in direzione 2	$A_{inf,2}$	=	2714	mm ²
Armatura tesa superiore in direzione 2	$A_{sup,2}$	=	2714	mm ²
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti positivi	$\rho_{1,pos}$	=	0,00289	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti positivi	$\rho_{2,pos}$	=	0,00289	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti negativi	$\rho_{1,neg}$	=	0,00289	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti negativi	$\rho_{2,neg}$	=	0,00289	-
Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 1	σ_1	=	0,000	MPa
Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 2	σ_2	=	0,000	MPa
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,pos}$	=	341,2	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,pos}$	=	341,2	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,neg}$	=	341,2	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,neg}$	=	341,2	kN
Verifica di idoneità della sezione priva di armatura a taglio	$\delta_{1,pos}$	=	✓ 0,00	-
	$\delta_{2,pos}$	=	✓ 0,00	-
NECESSARIO PREDISPORRE ARMATURA A TAGLIO	$\delta_{1,neg}$	=	✗ 14,66	-
	$\delta_{2,neg}$	=	✗ 5,40	-

RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE DOTATA DI ARMATURA IDONEA A RESISTERE AL TAGLIO

Diametro delle armature a taglio	ϕ_{st}	=	20,00	mm
Angolo di inclinazione delle bielle compresse	θ	=	45,00	OK
Passo delle armature a taglio disposte in direzione 1	s_1	=	✓ 200,00	mm
Passo delle armature a taglio disposte in direzione 2	s_2	=	✓ 200,00	mm
Numero ferri a taglio in direzione 1	n_1	=	5,00	-
Numero ferri a taglio in direzione 2	n_2	=	5,00	-
Area della singola armatura a taglio	A_{sw}	=	314	mm ²
Rapporto geometrico minimo	ρ_w	=	0,000985	-
Rapporto geometrico d'armatura in direzione 1	$\rho_{w,1}$	=	✓ 0,001671	-
Rapporto geometrico d'armatura in direzione 2	$\rho_{w,2}$	=	✓ 0,001671	-
Passo massimo delle armature a taglio	s_{max}	=	705	mm
Resistenza offerta dalle armature in direzione 1	$V_{Rds,1}$	=	2990,0	kN
Resistenza offerta dalle armature in direzione 2	$V_{Rds,2}$	=	2990,0	kN
Coefficiente maggiorativo in direzione 1	α_{c1}	=	1,00	-
Coefficiente maggiorativo in direzione 2	α_{c2}	=	1,00	-
Resistenza offerta dalle bielle in direzione 1	$V_{Rdc,1}$	=	3680,6	kN
Resistenza offerta dalle bielle in direzione 2	$V_{Rdc,2}$	=	3680,6	kN
Verifica di idoneità della sezione dotata di armatura a taglio	δ_1	=	✗ 1,67	-
	δ_2	=	✓ 0,62	-

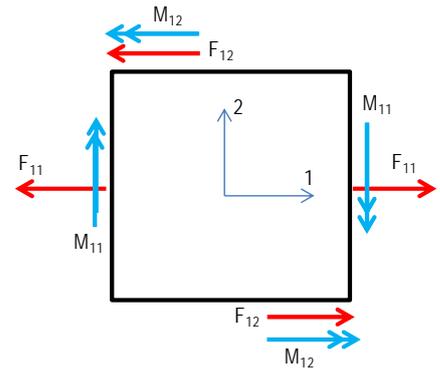
Pertanto la verifica a taglio risulta soddisfatta con la presenza di **spilli Ø20/20 cm.**

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiogo - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 164 di 368

Combinazione rara (SLE) – Verifica a fessurazione:

Direzione 1: orientamento longitudinale:

	F_{d1} [kN]	M_{d1} [kNm]	V_{d1} [kN]	e_1 [m]
Massima forza assiale in direzione 1 e momento associato	351	133	-1420	3,80E-01
Minima forza assiale in direzione 1 e momento associato	-415	199	-76	-4,78E-01
Massimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	-261	244	-162	-9,35E-01
Minimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	133	-80	291	-5,98E-01
Massimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	132	-27	669	-2,04E-01
Minimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	208	-56	-2510	-2,68E-01
Massima eccentricità in direzione 1	-0,32	-13,94	-23,92	4,29E+01
Minima eccentricità in direzione 1	0,50	-13,65	-24,22	-2,72E+01



$$F_{d1} = F_{11} + |F_{12}|$$

$$M_{d1} = M_{11} + |M_{12}|$$

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.14	-50.0	100.0	-10.2	25.4	6.0	1350	27.1
2	S	0.68	-50.0	100.0	-159.4	25.4	6.0	1500	27.1
3	S	1.73	-50.0	100.0	-141.3	25.4	6.0	1500	27.1
4	S	0.71	-50.0	100.0	-13.7	25.4	6.0	1500	27.1
5	S	0.26	-50.0	100.0	0.0	25.4	6.0	0	0.0
6	S	0.49	-50.0	100.0	-1.5	25.4	6.0	700	27.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
Esito della verifica	
e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 165 di 368

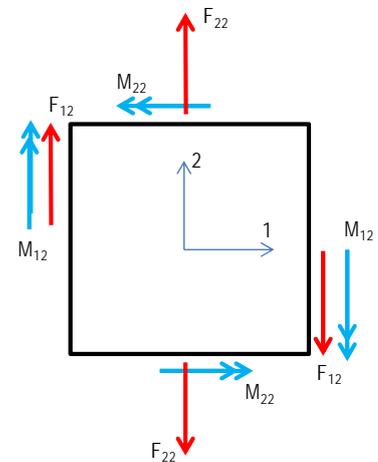
Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00006	0.00000	0.500	24.0	48	0.00003 (0.00003)	366	0.011 (990.00)	1159.25	0.00
2	S	-0.00085	0.00000	0.500	24.0	48	0.00048 (0.00048)	389	0.186 (990.00)	433.04	0.00
3	S	-0.00076	0.00000	0.500	24.0	48	0.00042 (0.00042)	389	0.165 (990.00)	515.00	0.00
4	S	-0.00008	0.00000	0.500	24.0	48	0.00004 (0.00004)	389	0.016 (990.00)	860.84	0.00
5	S	0.00000	0.00000	0.500	24.0	48	0.00004 (0.00004)	0	0.000 (990.00)	5755.26	0.00
6	S	-0.00001	0.00000	0.500	24.0	48	0.00000 (0.00000)	268	0.001 (990.00)	1874.73	0.00

Direzione 2: orientamento trasversale:

	F _{d2} [kN]	M _{d2} [kNm]	V _{d2} [kN]	e ₂ [m]
Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato	516	-169	-1182	-3,27E-01
Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato	-212	-14	203	6,43E-02
Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	230	137	-13	5,97E-01
Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	328	-215	-462	-6,54E-01
Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F _{d2} e M _{d2}	472	-166	1174	-6,54E-01
Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F _{d2} e M _{d2}	516	-169	-1182	-3,27E-01
Massima eccentricità in direzione 2	7,43	98,16	-10,67	1,32E+01
Minima eccentricità in direzione 2	-2,69	102,80	-8,85	-3,83E+01

$$F_{d2} = F_{22} + |F_{22}|$$

$$M_{d2} = M_{22} + |M_{22}|$$



COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.45	-50.0	100.0	-9.1	25.4	6.0	1100	27.1
2	S	0.00	-50.0	100.0	-44.9	25.4	6.0	3000	54.3
3	S	1.21	-50.0	100.0	-23.2	25.4	6.0	1500	27.1
4	S	1.91	-50.0	100.0	-40.5	25.4	6.0	1500	27.1
5	S	1.43	-50.0	100.0	-10.6	25.4	6.0	1250	27.1
6	S	1.45	-50.0	100.0	-8.9	25.4	6.0	1100	27.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	<table border="0"> <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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>166 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	166 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	166 di 368								

Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace A_c eff [eq.(7.11)EC2]											
Cf	Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa											
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]											
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]											
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi											
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]											
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]											

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00006	0.00000	0.500	24.0	48	0.00003 (0.00003)	329	0.009 (990.00)	1345.79	0.00
2	S	-0.00023	-0.00016	0.854	24.0	48	0.00013 (0.00013)	548	0.074 (990.00)	158.55	0.00
3	S	-0.00013	0.00000	0.500	24.0	48	0.00007 (0.00007)	389	0.027 (990.00)	864.57	0.00
4	S	-0.00022	0.00000	0.500	24.0	48	0.00012 (0.00012)	389	0.047 (990.00)	830.86	0.00
5	S	-0.00006	0.00000	0.500	24.0	48	0.00003 (0.00003)	351	0.011 (990.00)	1249.88	0.00
6	S	-0.00005	0.00000	0.500	24.0	48	0.00003 (0.00003)	329	0.009 (990.00)	1359.04	0.00

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 167 di 368

17.2.3 Verifica cordolo

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: Muro_H1216_Parete_Cordolo

(Percorso File: C:\Users\linfantini\Desktop\Muro_H1216_Parete_Cordolo.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.1 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	9.1 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.02 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.2 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 168 di 368

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-100.0	0.0
2	-100.0	150.0
3	100.0	150.0
4	100.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-93.4	6.6	28
2	93.4	6.6	28
3	-93.4	144.0	28
4	93.4	144.0	28

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	7	28
2	3	4	7	28
3	1	3	5	28
4	2	4	5	28

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 169 di 368

Passo staffe e legature: 15.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa Barra Barra Barra Barra Barra

1	1	3	17	10
2	6	13	4	2

N° Legature: 1

Diam. Legature: 12

Indicazione Barre Longitudinali di estremità delle legature:

N°Legat. Barra 1 Barra 2

1	8	15
---	---	----

Coordinate Barre generate di risvolto per staffe e legature:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
17	46.7	144.0
10	46.7	6.6
6	-46.7	6.6
13	-46.7	144.0
8	0.0	6.6
15	0.0	144.0

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-152.24	264.51	143.37	558.64	378.96
2	171.38	662.48	52.06	197.03	15.68
3	84.46	1346.99	652.14	380.53	283.07
4	89.96	1303.15	623.99	389.01	294.64
5	-375.57	519.11	5540.00	135.07	12.00
6	423.85	1382.80	116.24	181.45	24.95

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>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.									
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo									

7	148.96	2820.41	1439.95	249.26	111.82
8	232.01	1090.65	677.15	342.02	346.96

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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-82.65	296.78	131.31
2	99.37	264.75	82.56
3	35.87	540.03	178.15
4	31.35	538.43	182.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.6 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	20.1 cm
Copriferro netto minimo staffe:	3.4 cm

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
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y 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
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y 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 Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.45)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-152.24	264.51	143.37	-152.27	4405.86	2404.29	16.66	117.0(55.4)
2	S	171.38	662.48	52.06	171.18	4797.01	394.16	7.24	117.0(52.3)

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 171 di 368

3	S	84.46	1346.99	652.14	84.56	4586.99	2201.79	3.40	117.0(52.3)
4	S	89.96	1303.15	623.99	89.90	4589.50	2208.94	3.53	117.0(52.3)
5	S	-375.57	519.11	5540.00	-375.66	546.94	5928.28	1.07	129.3(52.5)
6	S	423.85	1382.80	116.24	424.05	4965.92	398.03	3.59	117.0(52.3)
7	S	148.96	2820.41	1439.95	148.82	4610.69	2331.61	1.63	117.0(52.3)
8	S	232.01	1090.65	677.15	231.79	4580.77	2844.16	4.20	123.2(52.3)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.167	100.0	150.0	0.00265	93.4	144.0	-0.01750	-93.4	6.6
2	0.00350	0.088	100.0	150.0	0.00185	93.4	144.0	-0.03618	-93.4	6.6
3	0.00350	0.162	100.0	150.0	0.00262	93.4	144.0	-0.01817	-93.4	6.6
4	0.00350	0.162	100.0	150.0	0.00262	93.4	144.0	-0.01812	-93.4	6.6
5	0.00350	0.106	100.0	150.0	0.00236	93.4	144.0	-0.02960	-93.4	6.6
6	0.00350	0.092	100.0	150.0	0.00192	93.4	144.0	-0.03439	-93.4	6.6
7	0.00350	0.168	100.0	150.0	0.00265	93.4	144.0	-0.01736	-93.4	6.6
8	0.00350	0.190	100.0	150.0	0.00276	93.4	144.0	-0.01488	-93.4	6.6

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	0.000018628	0.000121315	-0.016560144	0.167	0.700
2	0.000004617	0.000270480	-0.037533760	0.088	0.700

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 172 di 368

3	0.000016999	0.000128202	-0.017430248	0.162	0.700
4	0.000017025	0.000127815	-0.017374693	0.162	0.700
5	0.000162792	0.000011265	-0.014468917	0.106	0.700
6	0.000004544	0.000258110	-0.035671006	0.092	0.700
7	0.000017553	0.000121763	-0.016519804	0.168	0.700
8	0.000020182	0.000100952	-0.013661033	0.190	0.700

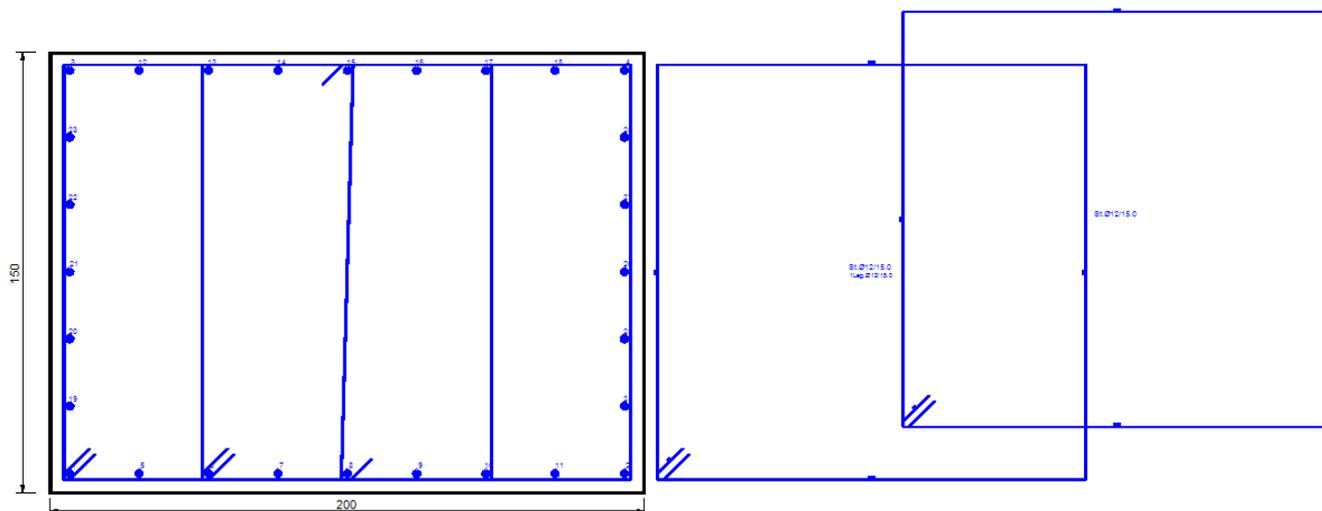
VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Diam. Legature: 12 mm
Passo staffe e legature: 15.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = proiezz. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
La resistenza delle travi è calcolata assumendo il valore di 0.9 Dmed come coppia interna.
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
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 calcestruzzo
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.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	609.68	7785.52	4511.13	146.0	189.6	2.500	1.000	4.7	35.1(6.2)
2	S	197.27	8210.58	4871.05	145.7	199.7	2.500	1.003	1.5	38.0(7.4)
3	S	414.44	7954.52	4507.53	144.5	195.4	2.500	1.002	3.3	35.4(6.4)
4	S	424.51	7956.23	4505.73	144.5	195.4	2.500	1.002	3.3	35.4(6.4)
5	S	21.30	7976.66	3909.09	193.2	146.8	2.500	1.000	0.1	23.0(0.0)
6	S	181.86	8248.40	4868.02	145.6	199.8	2.500	1.008	1.4	38.0(7.4)
7	S	262.66	7951.84	4479.46	144.4	195.2	2.500	1.003	2.1	35.2(6.3)
8	S	403.40	7394.39	4500.70	148.3	176.5	2.500	1.004	3.1	34.5(5.9)

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 173 di 368



Pertanto la verifica a taglio risulta soddisfatta inserendo **st. $\varnothing 12/15$ cm a 5 braccia**.

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.97	100.0	150.0	-42.5	-93.4	6.6	4795	61.6
2	S	0.76	100.0	150.0	-25.1	-93.4	6.6	4868	61.6
3	S	1.60	100.0	150.0	-62.1	-93.4	6.6	5045	61.6
4	S	1.61	100.0	150.0	-62.4	-93.4	6.6	5018	61.6

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver.	Esito della verifica
e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 174 di 368

kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00022	0.00000	0.500	28.0	52	0.00013 (0.00013)	547	0.070 (990.00)	1856.91	821.59
2	S	-0.00013	0.00000	0.500	28.0	52	0.00008 (0.00008)	553	0.042 (990.00)	2303.46	718.32
3	S	-0.00033	0.00000	0.500	28.0	52	0.00019 (0.00019)	567	0.106 (990.00)	2124.11	700.72
4	S	-0.00033	0.00000	0.500	28.0	52	0.00019 (0.00019)	565	0.106 (990.00)	2109.80	713.16

Per quanto riguarda la scelta degli stati limite di fessurazione, si fa riferimento a quanto riportato al paragrafo 2.5.1.8.3.2.4 del MdP, il quale impone che per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili, come nel caso in esame, il limite da adottare per la verifica sia $w_k \leq w_3 = 0.2$ mm in Combinazione Rara.

17.2.4 Verifica tirante

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: Muro_H1216_Parete_Tirante

(Percorso File: C:\Users\l\infanti\Desktop\Muro_H1216_Parete_Tirante.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi

Tipologia sezione: Sezione generica di Trave

Normativa di riferimento: N.T.C.

Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - <u>Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo</u>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 175 di 368

Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.1 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	9.1 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.02 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.2 MPa

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 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 CALCESTRUZZO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Calcestruzzo:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-75.0	0.0
2	-75.0	200.0
3	75.0	200.0

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 176 di 368

4 75.0 0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-68.0	7.0	32
2	68.0	7.0	32
3	-68.0	193.0	32
4	68.0	193.0	32
5	-68.0	17.0	32
6	68.0	17.0	32
7	-68.0	183.0	32
8	68.0	183.0	32
9	-68.0	27.0	32
10	68.0	27.0	32
11	-22.7	27.0	32
12	22.7	27.0	32
13	-68.0	173.0	32
14	-22.7	173.0	32
15	22.7	173.0	32
16	68.0	173.0	32
17	-68.0	53.5	32
18	68.0	53.5	32
19	-68.0	100.0	32
20	68.0	100.0	32
21	-68.0	146.5	32
22	68.0	146.5	32

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	11	32

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 177 di 368

2	3	4	11	32
3	5	6	11	32
4	7	8	11	32
5	9	11	3	32
6	12	10	3	32
7	13	14	3	32
8	15	16	3	32

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm

Passo staffe: 15.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	1	3	41	30
2	26	37	4	2

Coordinate Barre generate di risvolto delle staffe:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
41	22.7	193.0
30	22.7	7.0
26	-22.7	7.0
37	-22.7	193.0

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	-3228.97	9034.20	949.57
2	-509.77	1530.63	282.21
3	-3128.30	8533.23	952.73
4	-3228.97	9034.20	949.57
5	-6564.95	15568.73	2566.73

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 178 di 368

6	2559.91	3479.61	1494.48
7	2544.78	2814.69	1460.74
8	-6564.95	15568.73	2566.73

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	-2342.20	6439.43	0.00
2	-381.28	1143.88	0.00
3	-2342.20	6750.01	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.4 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.8 cm
Copriferro netto minimo staffe: 4.2 cm

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 Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.45)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-3228.97	9034.20	-3229.11	18675.74	2.07	418.2(51.3)
2	S	-509.77	1530.63	-509.89	20799.09	13.59	337.8(51.3)
3	S	-3128.30	8533.23	-3128.11	18755.03	2.20	418.2(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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 179 di 368

4	S	-3228.97	9034.20	-3229.11	18675.74	2.07	418.2(51.3)
5	S	-6564.95	15568.73	-6565.11	16046.68	1.03	418.2(51.3)
6	S	2559.91	3479.61	2559.96	23149.17	6.65	337.8(52.3)
7	S	2544.78	2814.69	2544.88	23137.79	8.22	337.8(52.3)
8	S	-6564.95	15568.73	-6565.11	16046.68	1.03	418.2(51.3)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
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.)

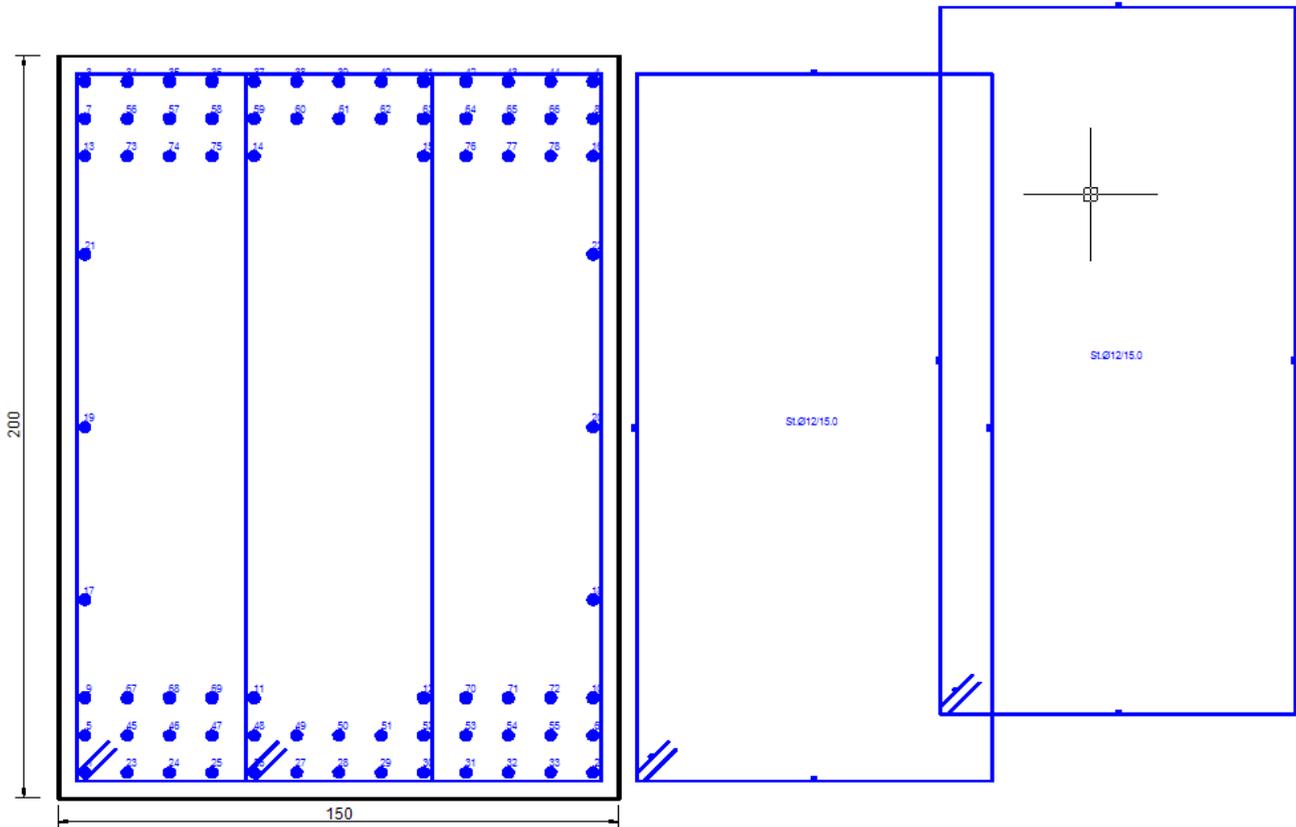
N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.119	-75.0	200.0	0.00243	-68.0	193.0	-0.02604	-68.0	7.0
2	0.00350	0.140	-75.0	200.0	0.00259	-68.0	193.0	-0.02158	-68.0	7.0
3	0.00350	0.119	-75.0	200.0	0.00244	-68.0	193.0	-0.02586	-68.0	7.0
4	0.00350	0.119	-75.0	200.0	0.00243	-68.0	193.0	-0.02604	-68.0	7.0
5	0.00350	0.098	-75.0	200.0	0.00221	-68.0	193.0	-0.03209	-68.0	7.0
6	0.00350	0.169	-75.0	200.0	0.00275	-68.0	193.0	-0.01717	-68.0	7.0
7	0.00350	0.169	-75.0	200.0	0.00275	-68.0	193.0	-0.01719	-68.0	7.0
8	0.00350	0.098	-75.0	200.0	0.00221	-68.0	193.0	-0.03209	-68.0	7.0

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	0.000153034	-0.027106851	0.119	0.700
2	0.000000000	0.000129938	-0.022487641	0.140	0.700
3	0.000000000	0.000152136	-0.026927215	0.119	0.700

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	<table border="0"> <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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>181 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	181 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	181 di 368								



Pertanto la verifica a taglio risulta soddisfatta inserendo **st. Ø12/15 cm a 4 braccia.**

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.11	-75.0	200.0	-176.7	56.7	7.0	6065	289.5
2	S	0.74	-75.0	200.0	-30.8	56.7	7.0	6065	289.5
3	S	4.35	-75.0	200.0	-183.4	56.7	7.0	6065	289.5

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 182 di 368

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver.	Esito della verifica
e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $-(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00093	0.00000	0.500	32.0	54	0.00064 (0.00053)	298 0.190 (990.00)	4270.60	0.00	
2	S	-0.00016	0.00000	0.500	32.0	54	0.00009 (0.00009)	298 0.028 (990.00)	4317.71	0.00	
3	S	-0.00096	0.00000	0.500	32.0	54	0.00067 (0.00055)	298 0.200 (990.00)	4296.40	0.00	

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: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 10%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 15%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 10%;">REV.</td> <td style="width: 10%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>183 di 368</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	183 di 368													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																		

18 DETERMINAZIONE DELLE AZIONI PROVENIENTI DAL DIMENSIONAMENTO DEL MURO DI SOSTEGNO SUI PALI DI FASE I E SUI PALI DI FASE II

Di seguito si mostrano le agenti sui pali ricavate mediante l'analisi Sap 2000 del muro RI57, per il quale si sono analizzati due differenti scenari:

- Muro di altezza H1 = 8.70m;
- Muro di altezza H2 = 12.16m.

Per entrambi i casi si sono estratte le azioni sollecitanti per i pali di monte e i pali di valle, in condizioni SLU, SLV e SLE. Tali azioni verranno successivamente involuppate con le azioni SLU estratte dal modello PLAXIS 3D per i setti di pali soggetti alla spinta del corpo di frana (riportate nel Capitolo 15), rispettivamente pali di FASE I (monte) e pali di FASE II (valle).

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 184 di 368

18.1 PALI DI MONTE – MURO RI57

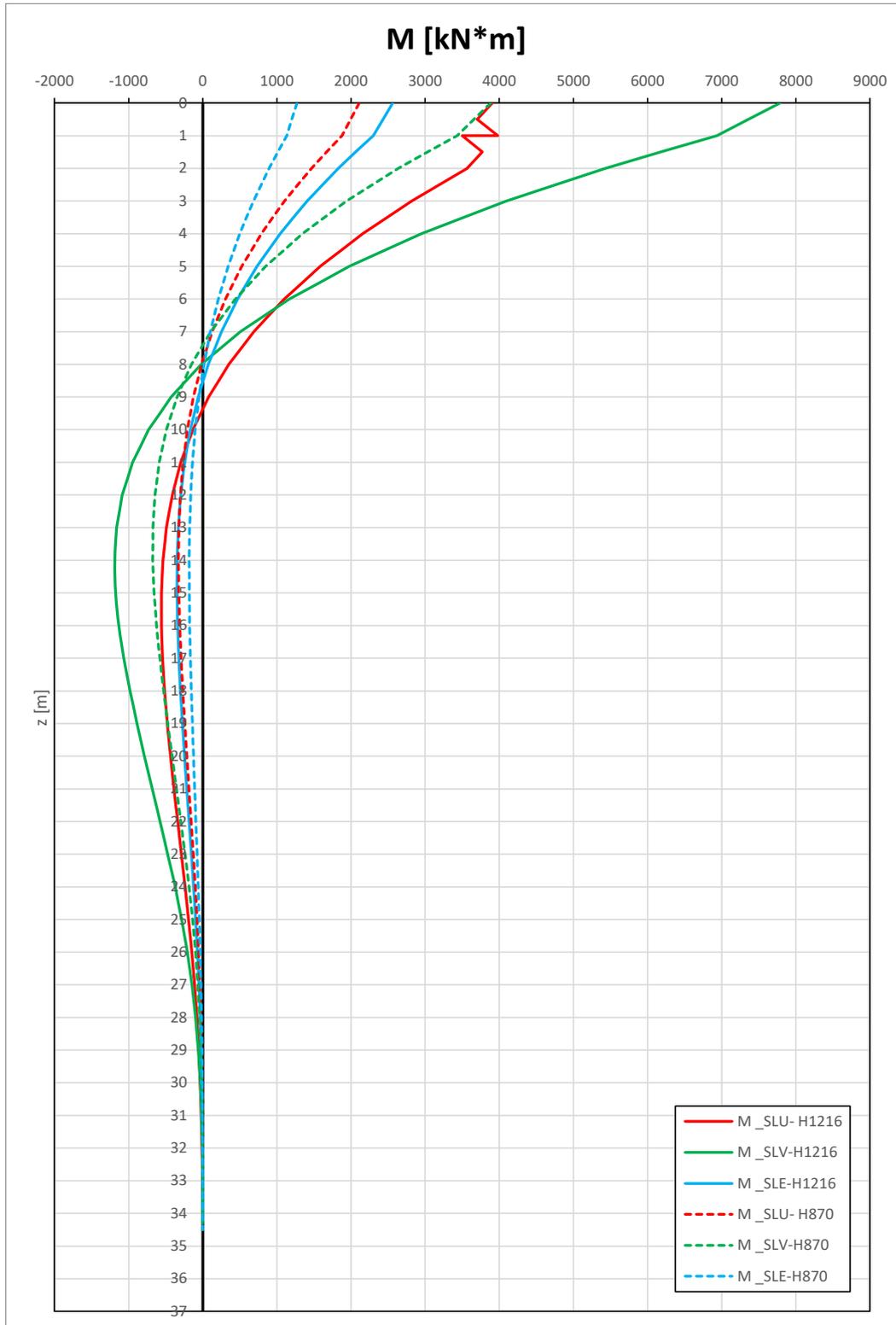


Figura 18-1 – Momento flettente agente sui pali di monte per muro di H1 = 8.70m e H2 = 12.16m – Condizione SLU, SLV e SLE

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo					
	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 185 di 368

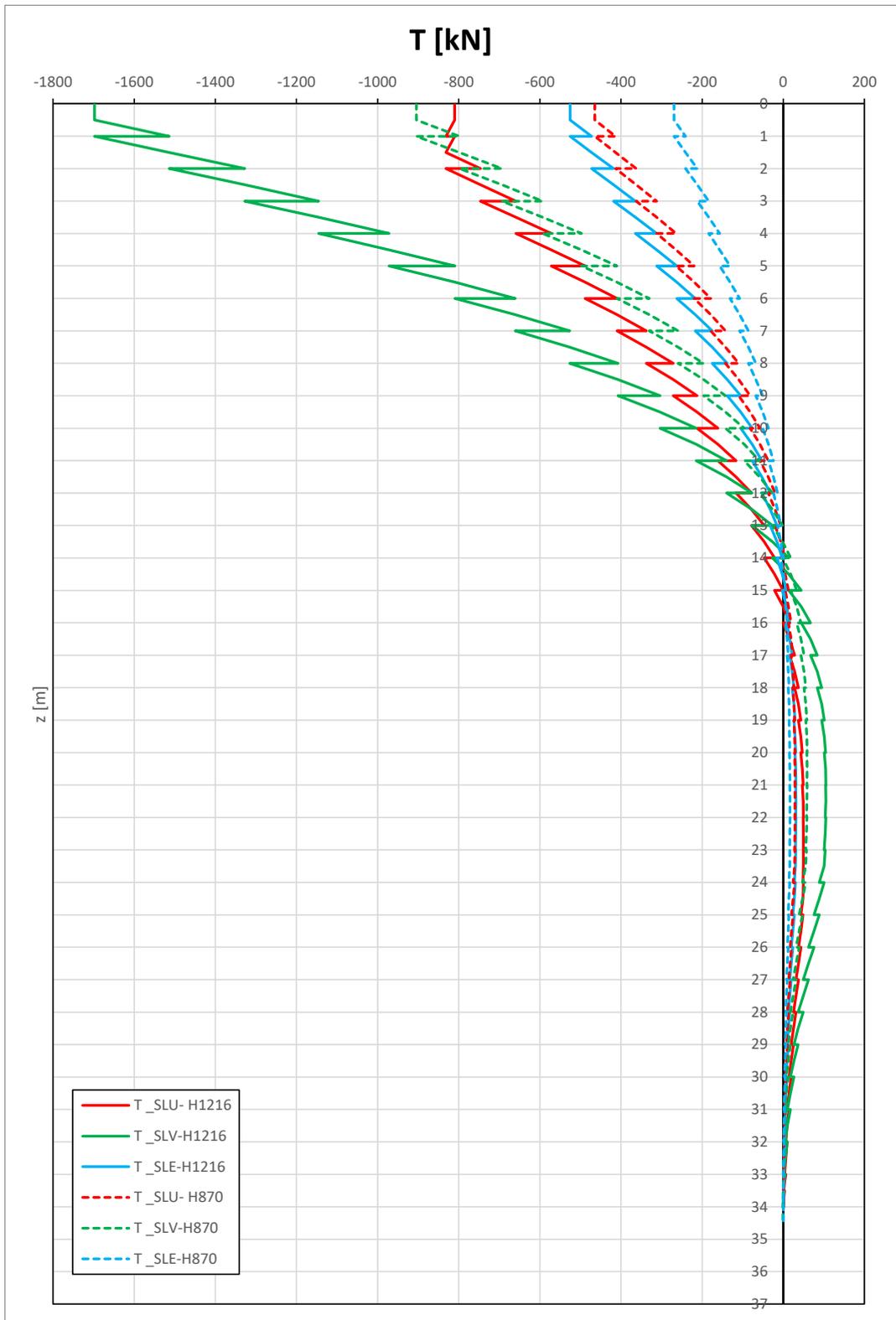


Figura 18-2 – Taglio agente sui pali di monte per muro di H1 = 8.70m e H2 = 12.16m – Condizione SLU, SLV e SLE

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 186 di 368

18.2 PALO DI VALLE – MURO RI57

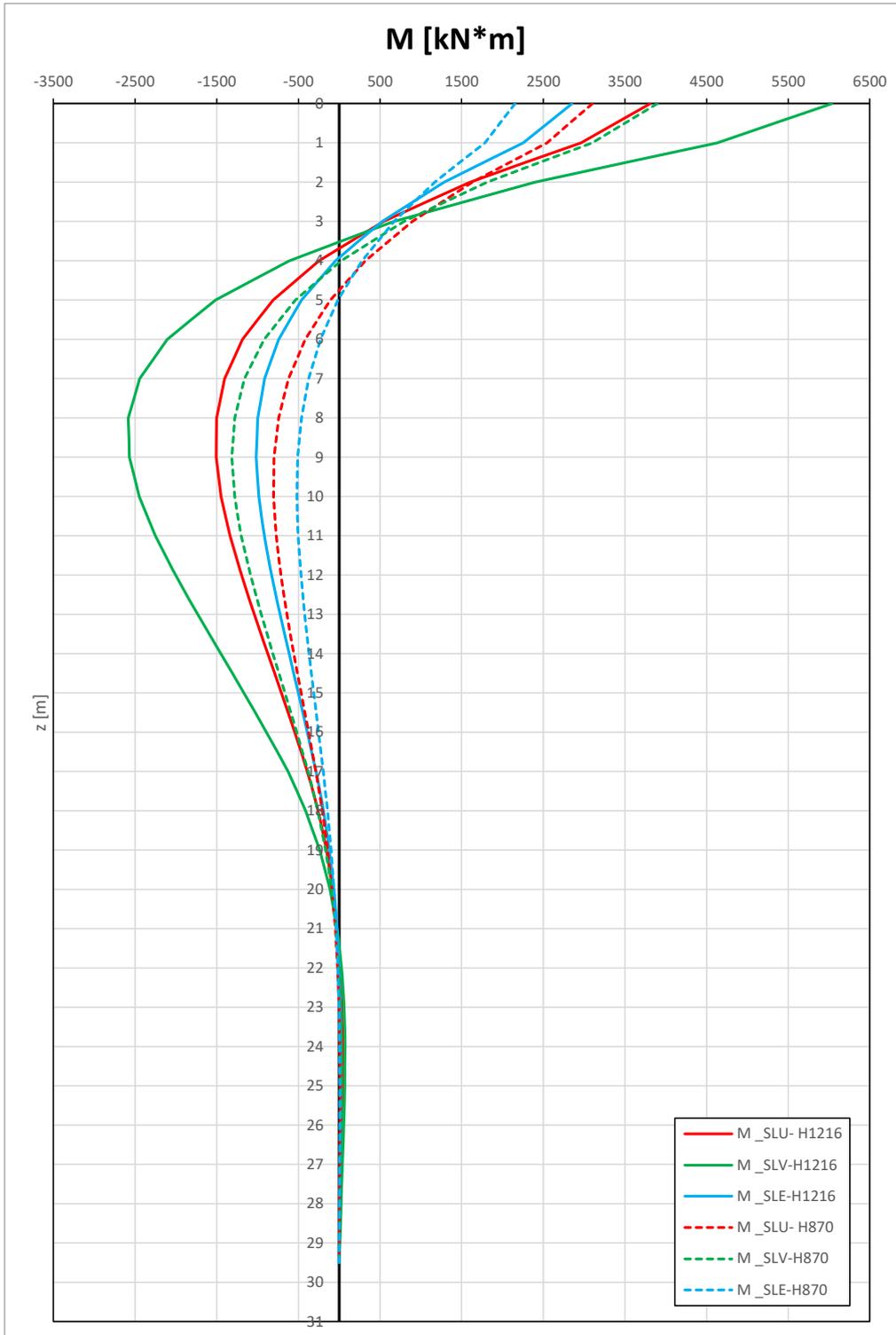


Figura 18-3 – Momento flettente agente sui pali di valle per muro di H1 = 8.70m e H2 = 12.16m – Condizione SLU, SLV e SLE

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 187 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

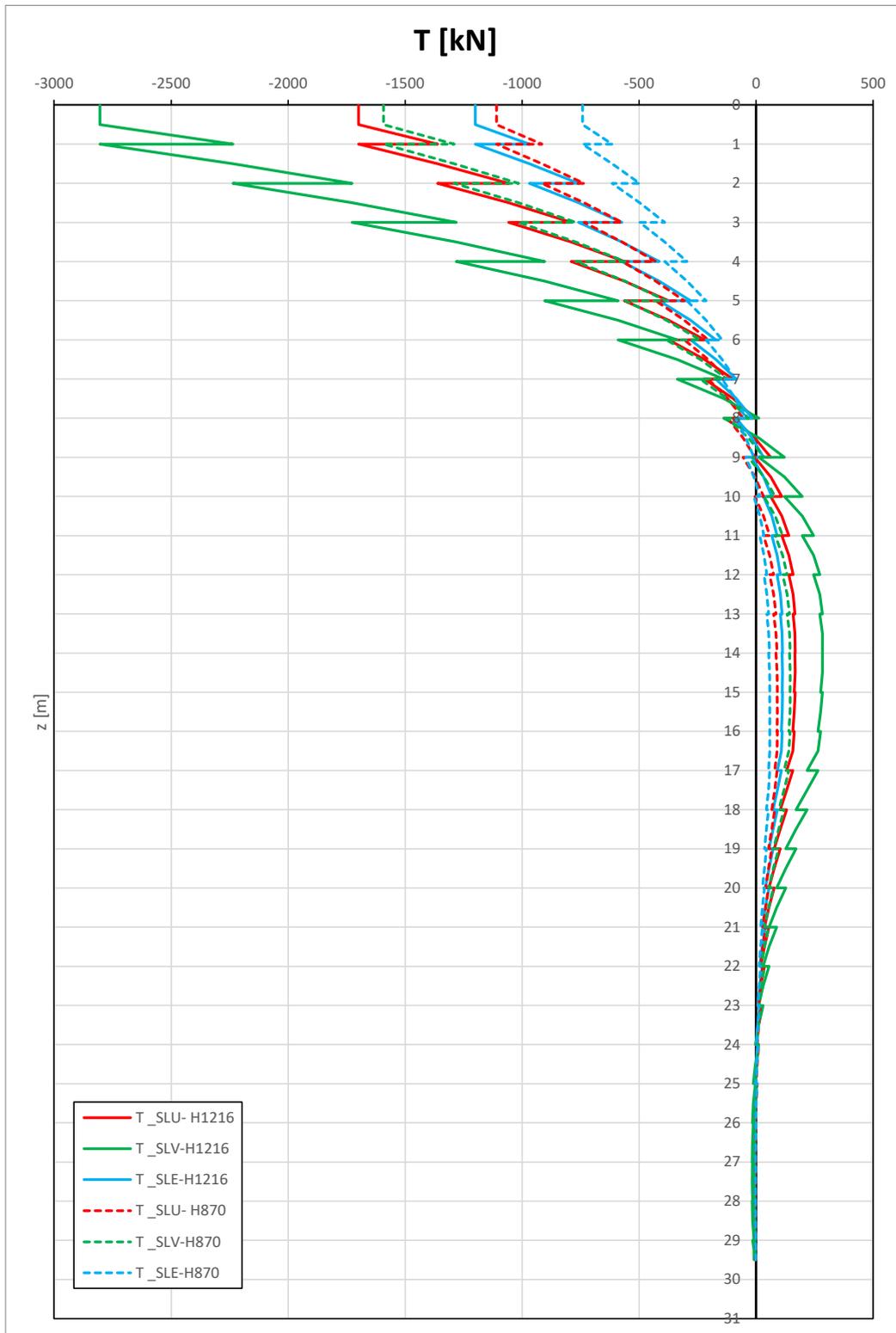


Figura 18-4 – Taglio agente sui pali di valle per muro di H1 = 8.70m e H2 = 12.16m – Condizione SLU, SLV e SLE

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 188 di 368

19 STABILITÀ GEOTECNICA E DIMENSIONAMENTO DELLA PARATIA DI VALLE DEL PIAZZALE RI57

Il presente capitolo presenta l'analisi della paratia di valle del piazzale e le conseguenti verifiche effettuate mediante il software Paratie Plus. Per la metodologia del calcolo si rimanda al paragrafo 9.5.

Come già anticipato, si prevede la realizzazione di una paratia di pali lungo il perimetro di valle del piazzale, a protezione di quest'ultimo. La paratia è costituita da pali di diametro 1.5 m, interasse 2.3 m e lunghezza 16 m. Nonostante l'opera di mitigazione del piazzale sia progettata per supportare le spinte considerando il terreno di valle sopra la superficie di scorrimento completamente mobilizzato dalla frana, si prevede quest'opera con lo scopo di sostenere il piazzale in caso di dissesti e detensionamenti localizzati a valle del piazzale. La geometria della paratia di valle è tale da risultare idraulicamente non interagente con la superficie di scorrimento, questa scelta, come per il muro di sostegno del piazzale, nasce dal presupposto di evitare di creare sbarramenti idraulici che a livello della superficie di scorrimento con conseguente aumento della pressione interstiziale dell'acqua e riduzione della resistenza tangenziale.

Di seguito si riporta un estratto della sviluppata della paratia di valle del piazzale.

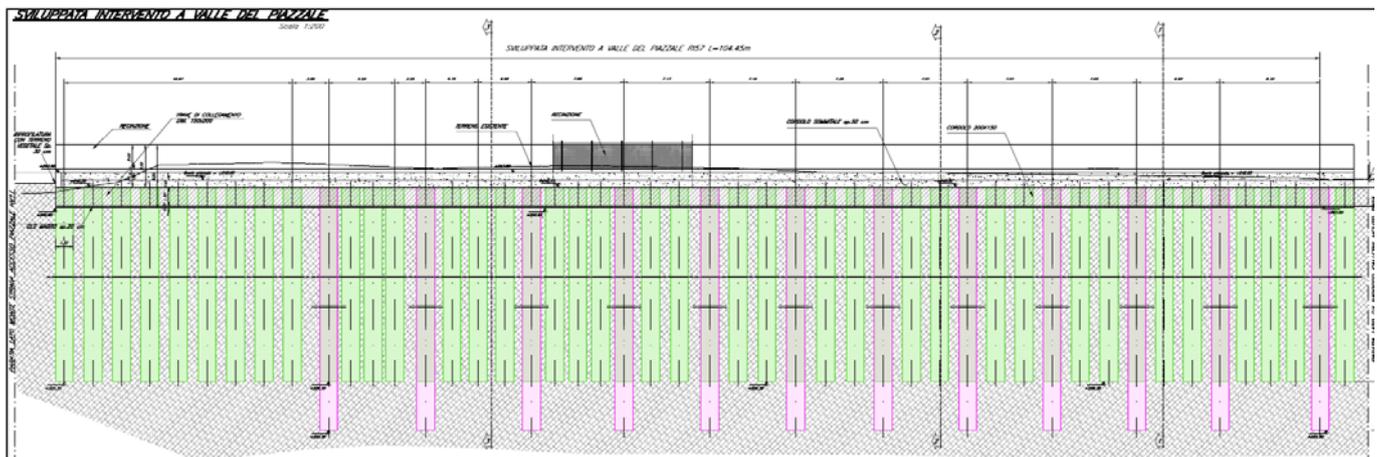


Figura 19-1 – Estratto della sviluppata della paratia di valle del piazzale RI57 [29]

La paratia è stata verificata per i seguenti scenari:

- scavo di 9m a valle del piazzale necessario per la realizzazione delle opere relative al viadotto VI03 e successivo ritombamento di una porzione dello scavo
- detensionamento del terreno di valle e un abbassamento del terreno di valle a causa del movimento del corpo di frana, considerando rimanga l'80% del terreno dell'altezza di frana a valle, in condizione di spinta attiva.

Lo scenario con scavo pari a 9m risulta quello dimensionante e pertanto si procede mostrando i risultati solo per questo modello di calcolo.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 189 di 368

19.1 MODELLO E FASI DI CALCOLO DELLA PARATIA

Si individua una sezione di calcolo che prevede una paratia con contrasto in testa, offerto dalla connessione della trave di collegamento agli ultimi 3 pali dei setti di FASE II tramite una trave tirante.

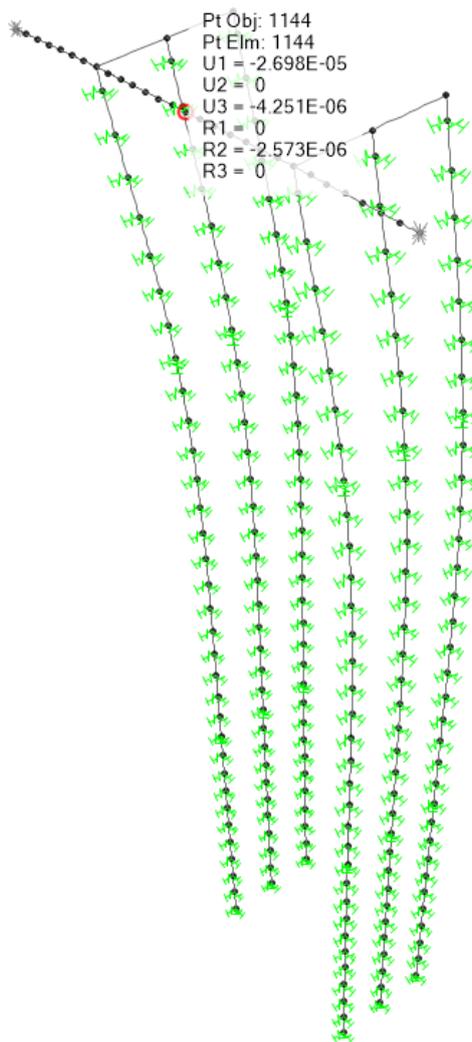


Figura 19-2 – Modello contrato Sap 2000

Tramite il modello Sap 2000 riportato nell'immagine precedente è stato possibile determinare lo spostamento per un carico unitario e quindi stimare la rigidezza del contrasto come segue:

freccia	2.698E-05	m
fx	1	kN/m
Fx	14	kN
K	518903	kN/m

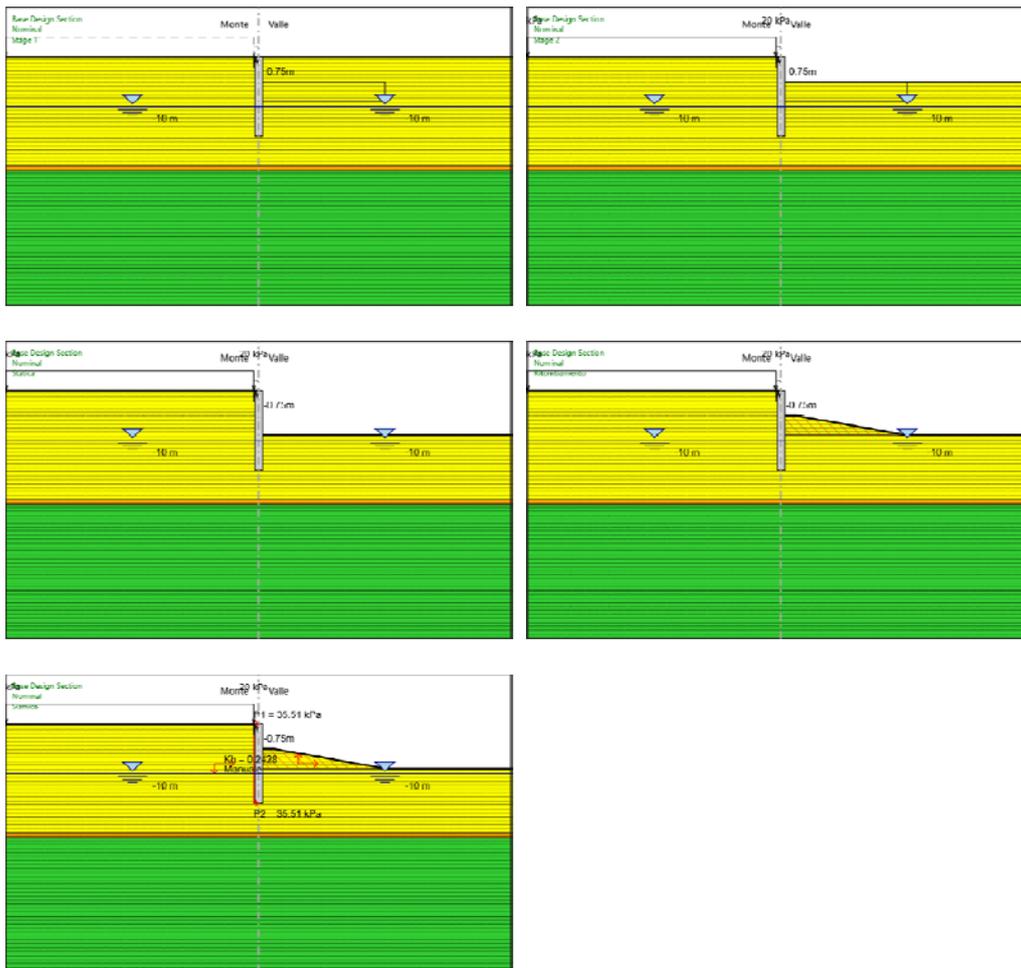
APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 190 di 368

La reazione dovuta dai pali di FASE II è dunque schematizzata come una molla con rigidezza pari a 518000 kN/m, posizionata a metà altezza della trave di collegamento. Nel software viene modellata come *Vincolo elastico generico* posto a 0.75m dalla testa del palo.

Si riportano le fasi di calcolo eseguite e di seguito lo schema di calcolo delle stesse rappresentato in tabella:

1. *condizioni geostatiche, applicazione del carico stradale e del vincolo elastico;*
2. *scavo iniziale fino a quota -5m dalla testa della paratia;*
3. *raggiungimento quota di scavo di progetto a -9m dalla testa della paratia;*
4. *ritombamento fino a quota -5m dalla testa della paratia;*
5. *applicazione azione sismica (per il caso sismico).*

Tabella 7 – Fasi di calcolo



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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 191 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

19.2 RISULTATI

Nel presente paragrafo si riportano i risultati ottenuti mediante analisi col software Paratie Plus in riferimento alla stabilità globale della paratia, alle azioni sollecitanti l'opera e gli spostamenti della stessa. Si riportano inoltre i rapporti di mobilitazione della spinta passiva sul paramento e le reazioni nel vincolo elastico.

19.2.1 Stabilità globale

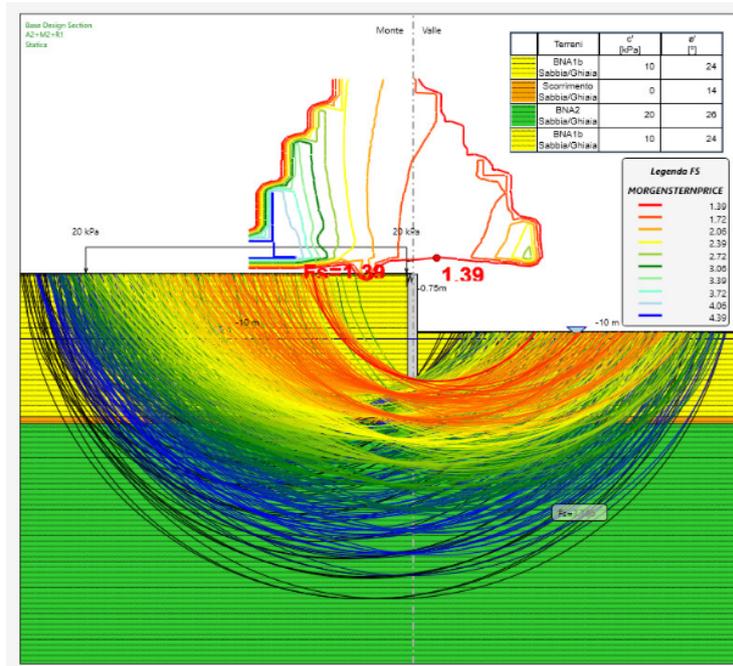


Figura 19-3 – Stabilità globale – FS minimo in condizione statica

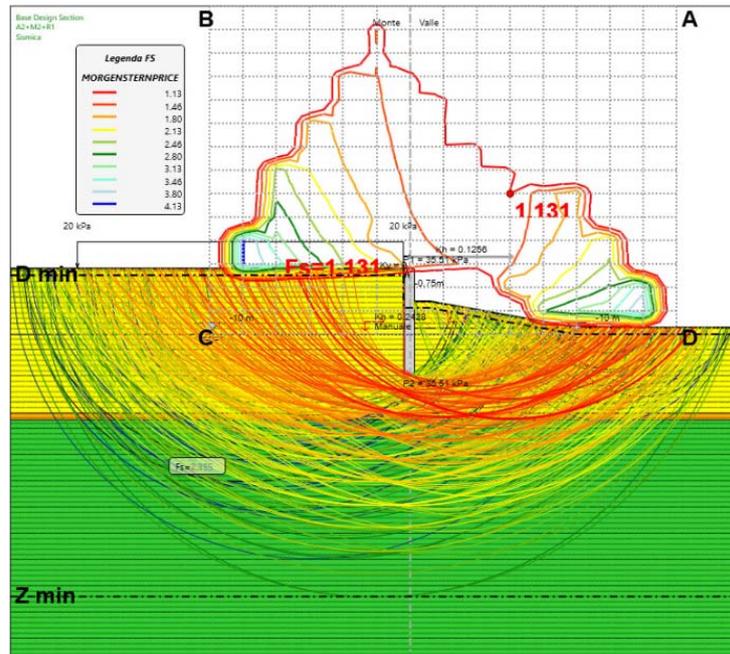


Figura 19-4 – Stabilità globale – FS minimo in condizione sismica

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 192 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

19.2.2 Momento flettente e taglio

Si riportano nel seguito gli andamenti delle sollecitazioni per unità di larghezza della paratia. Successivamente, si mostrano i diagrammi di momento flettente e taglio, in condizioni SLE, SLU e SLV, agenti su una sezione di paratia di larghezza pari all'interasse tra pali che sono stati presi in considerazione per il dimensionamento dei pali.

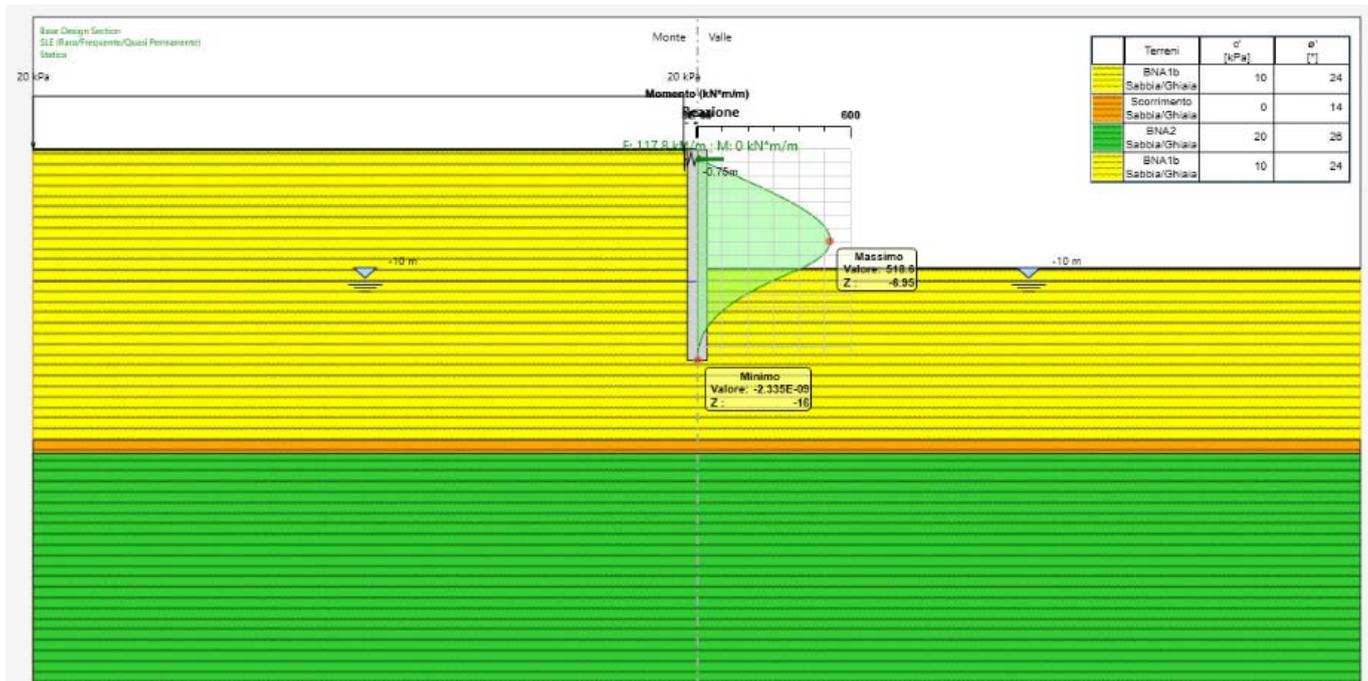


Figura 19-5 – Momenti flettenti SLE

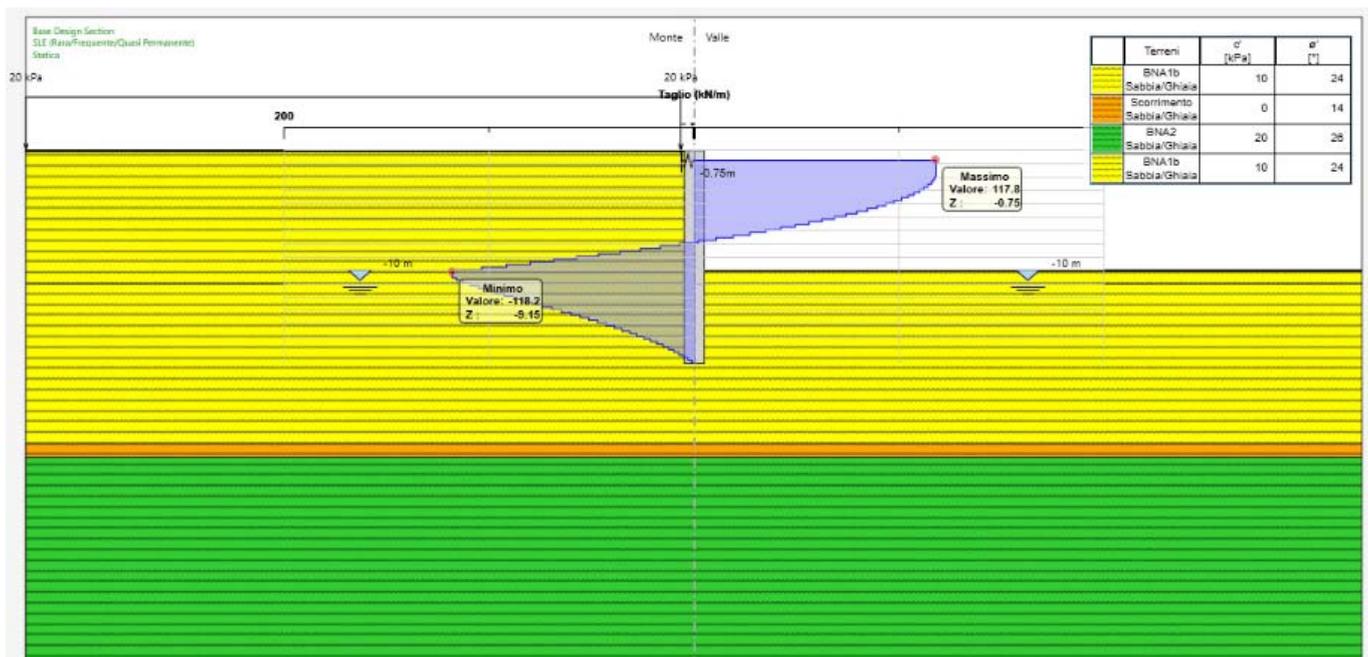


Figura 19-6 – Taglio SLE.

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 193 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

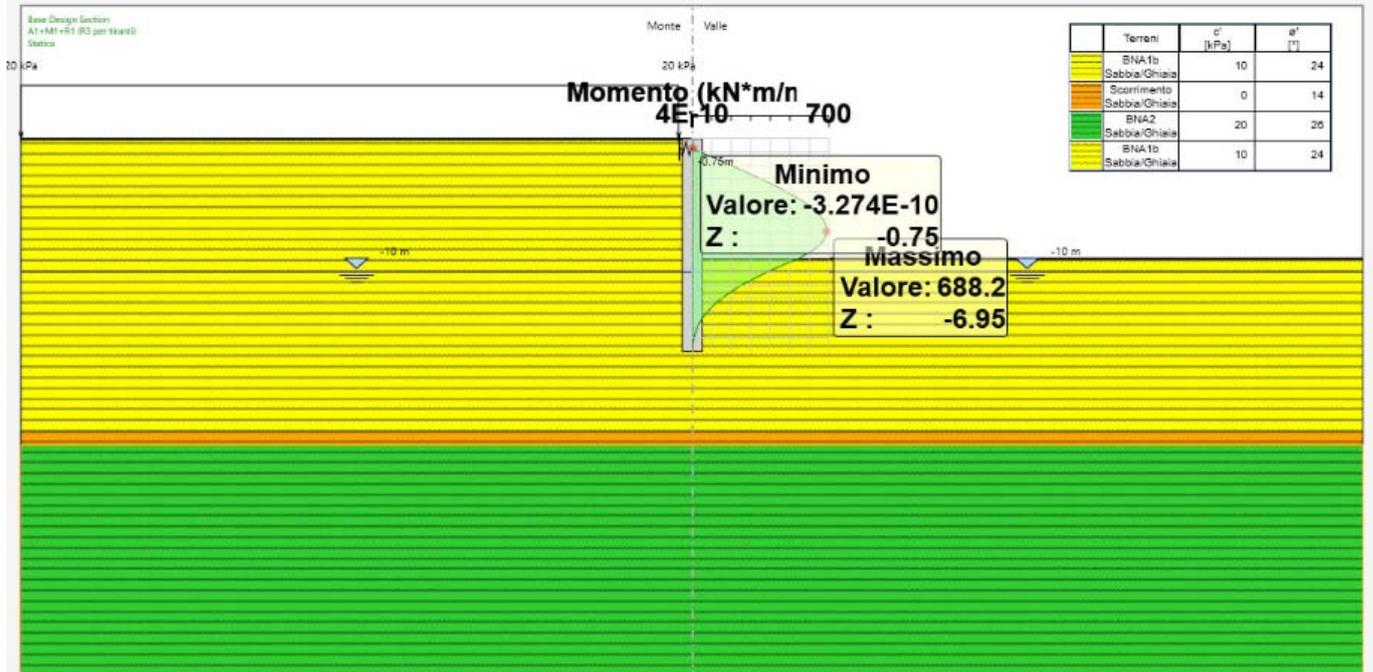


Figura 19-7 – Momenti flettenti SLU

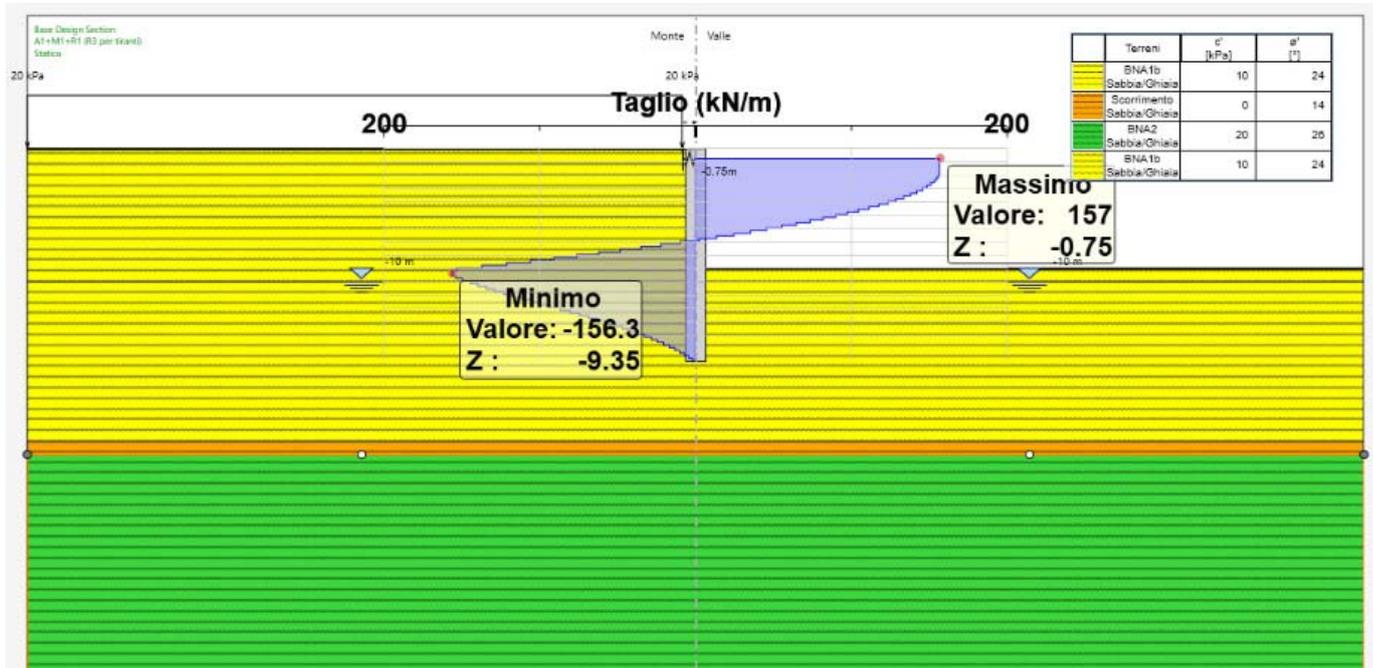


Figura 19-8 – Taglio SLU

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 194 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

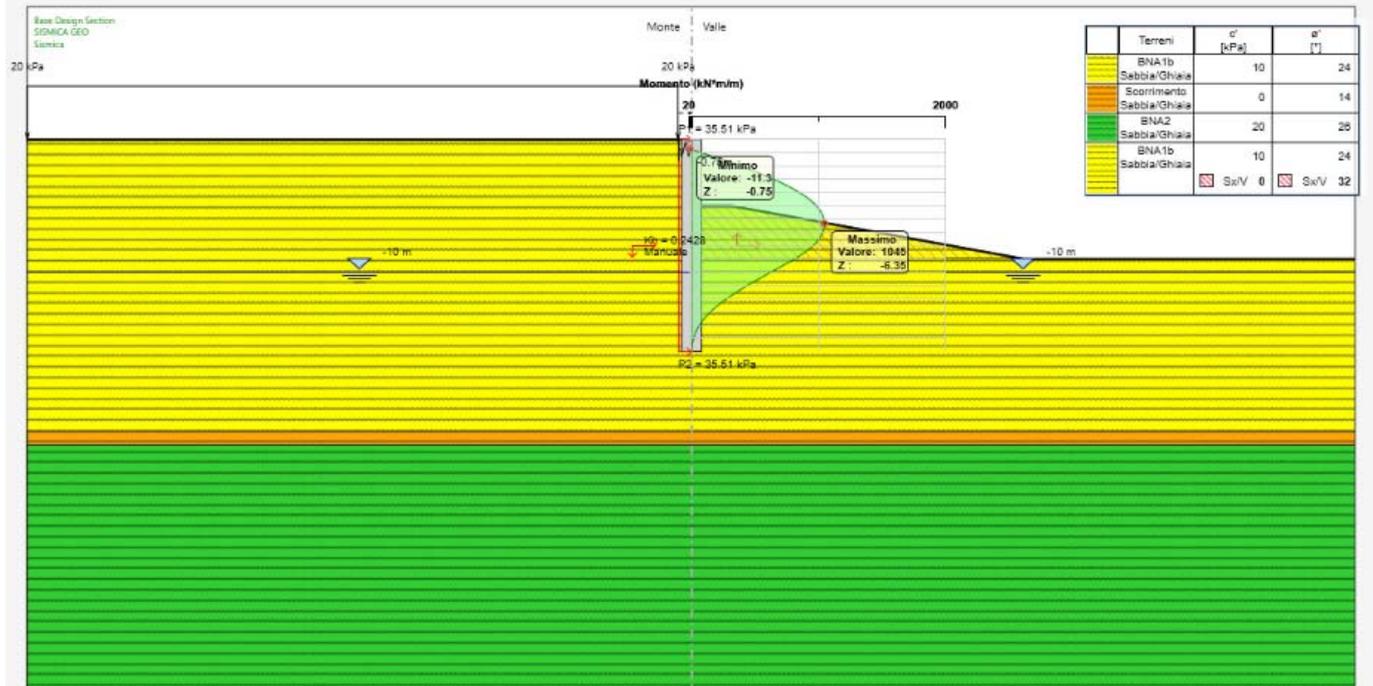


Figura 19-9 – Momenti flettenti in condizione sismica SLV.

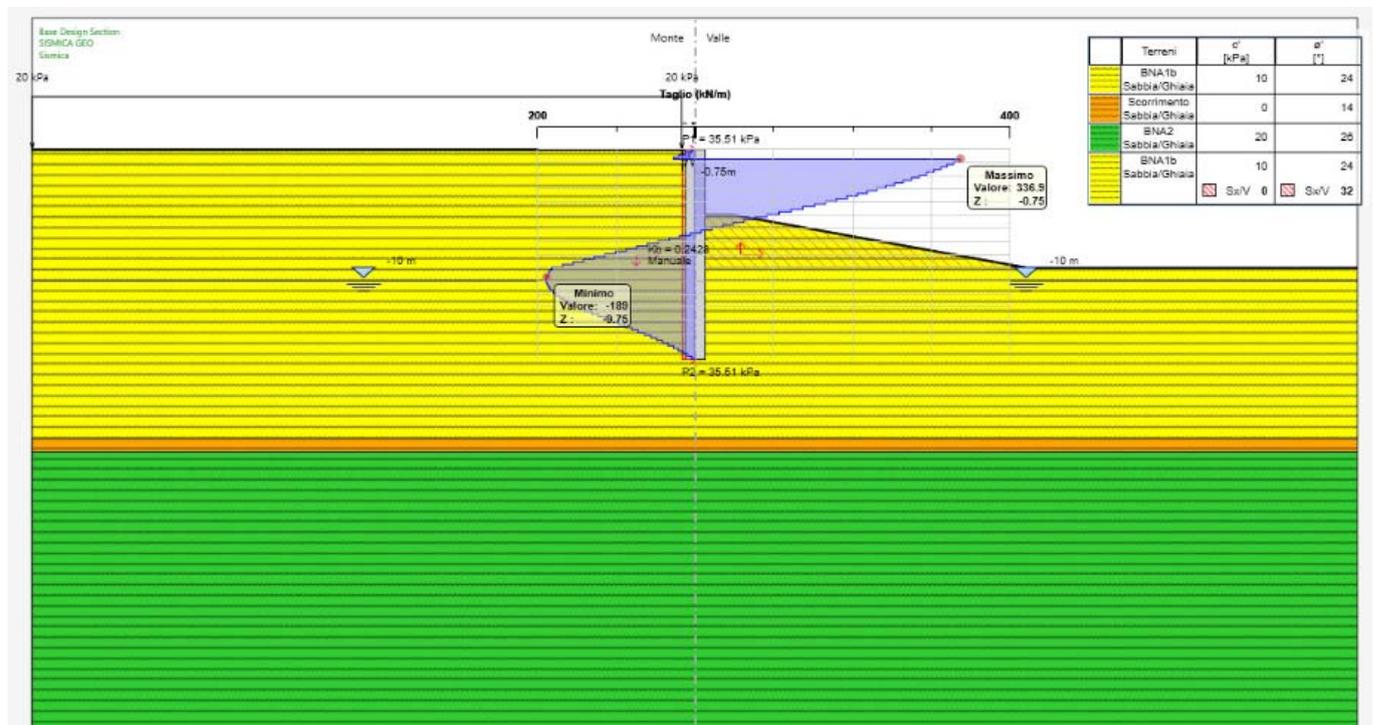


Figura 19-10 –Taglio in condizione sismica SLV

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.	<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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>195 di 368</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	195 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	195 di 368													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																		

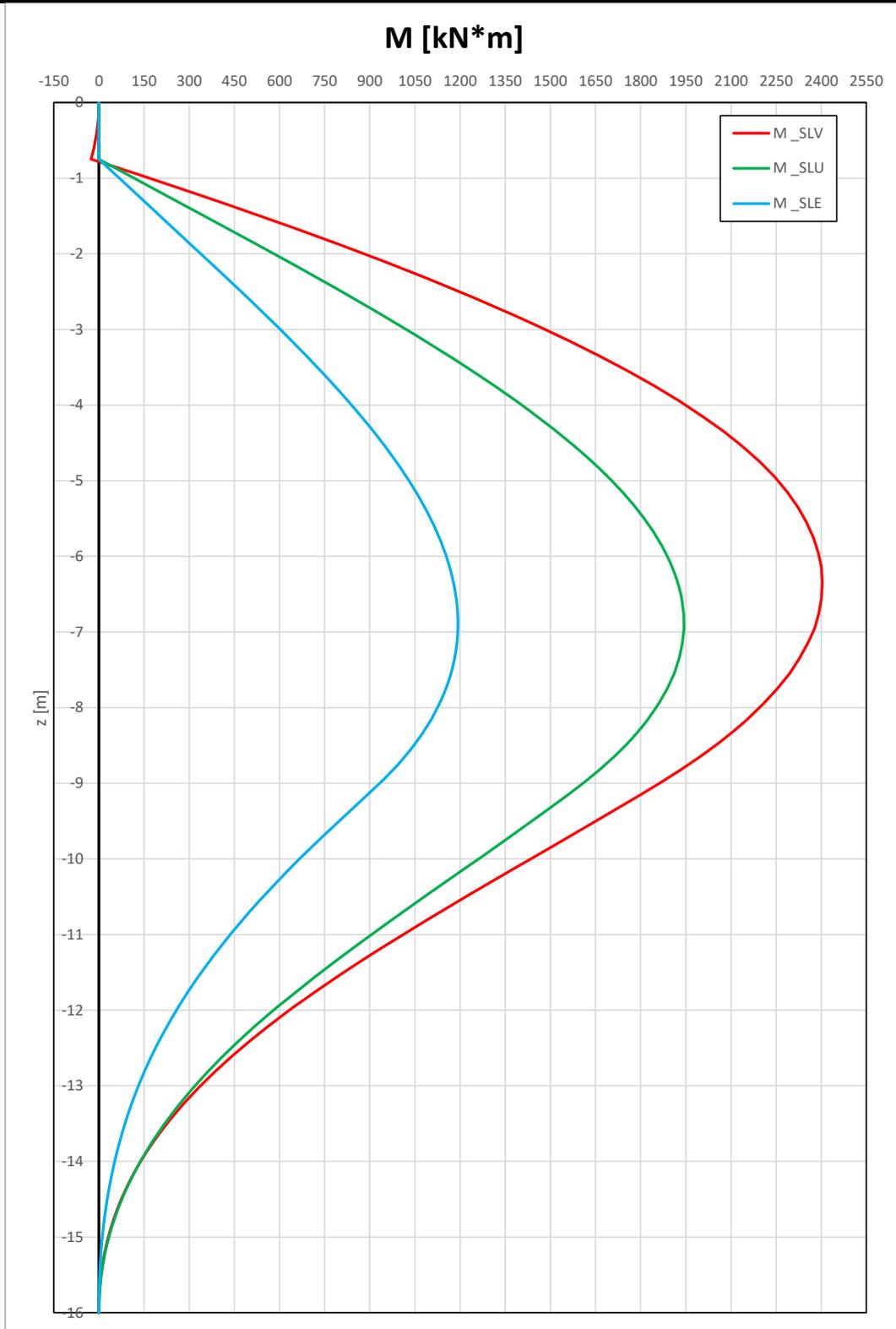


Figura 19-11 – Momenti flettenti [kNm] SLE, SLU e SLV

APPALTATORE:

Conorzio

Soci

HIRPINIA AV

SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A

PROGETTAZIONE:

Mandatara

Mandanti

ROCKSOIL S.P.A

NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.

ITINERARIO NAPOLI – BARI

**RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA
I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA**

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - **Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo**

COMMESSA
IF28

LOTTO
01

CODIFICA
V ZZ CL

DOCUMENTO
RI5700 001

REV.
B

FOGLIO
196 di 368

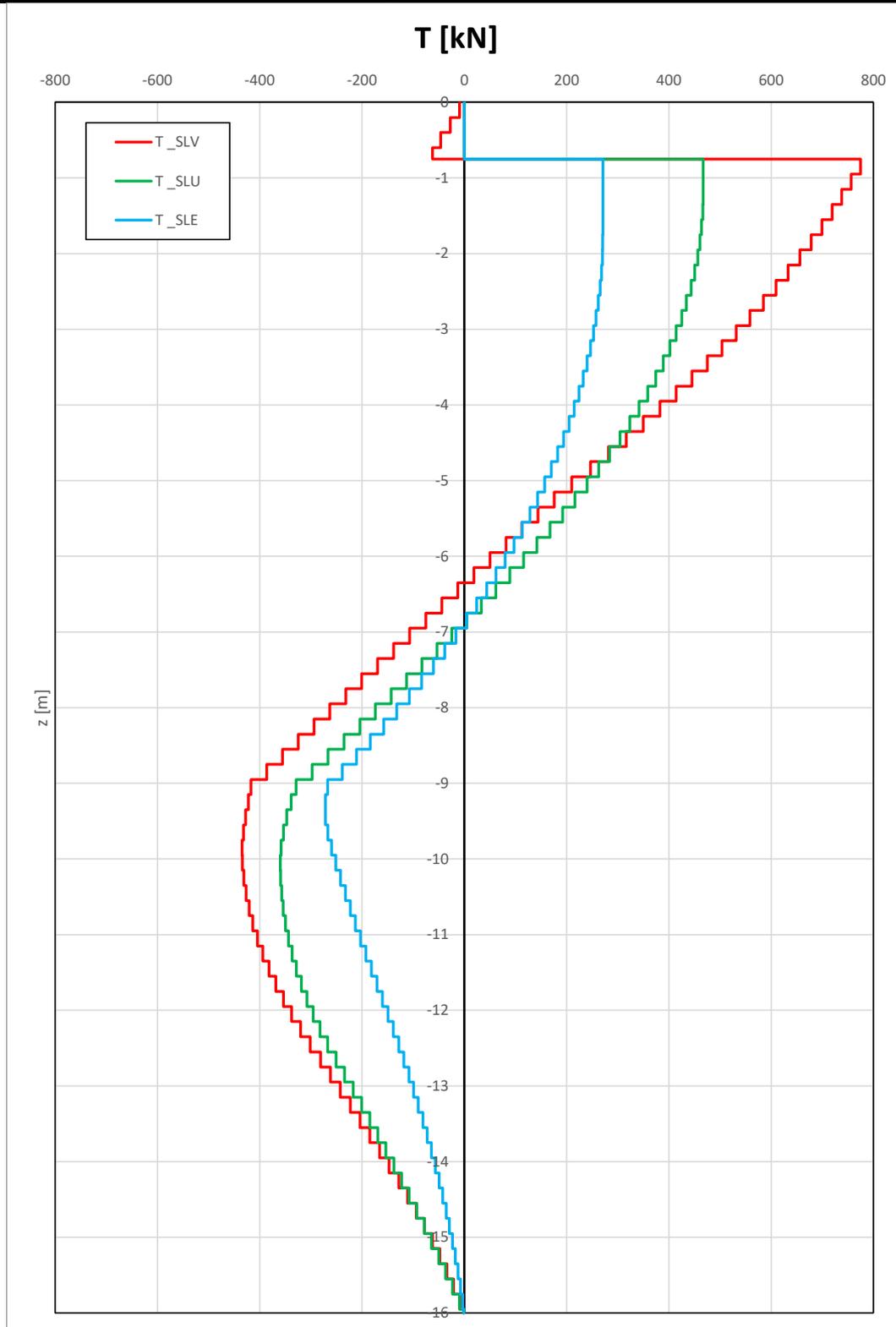


Figura 19-12 – Taglio [kN] SLE, SLU e SLV

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.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 197 di 368

19.2.3 Spostamento

Si riportano nel seguito gli spostamenti della paratia.



Figura 19-13 – Spostamento orizzontale massimo SLE

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 198 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

19.2.4 Spinte sul paramento

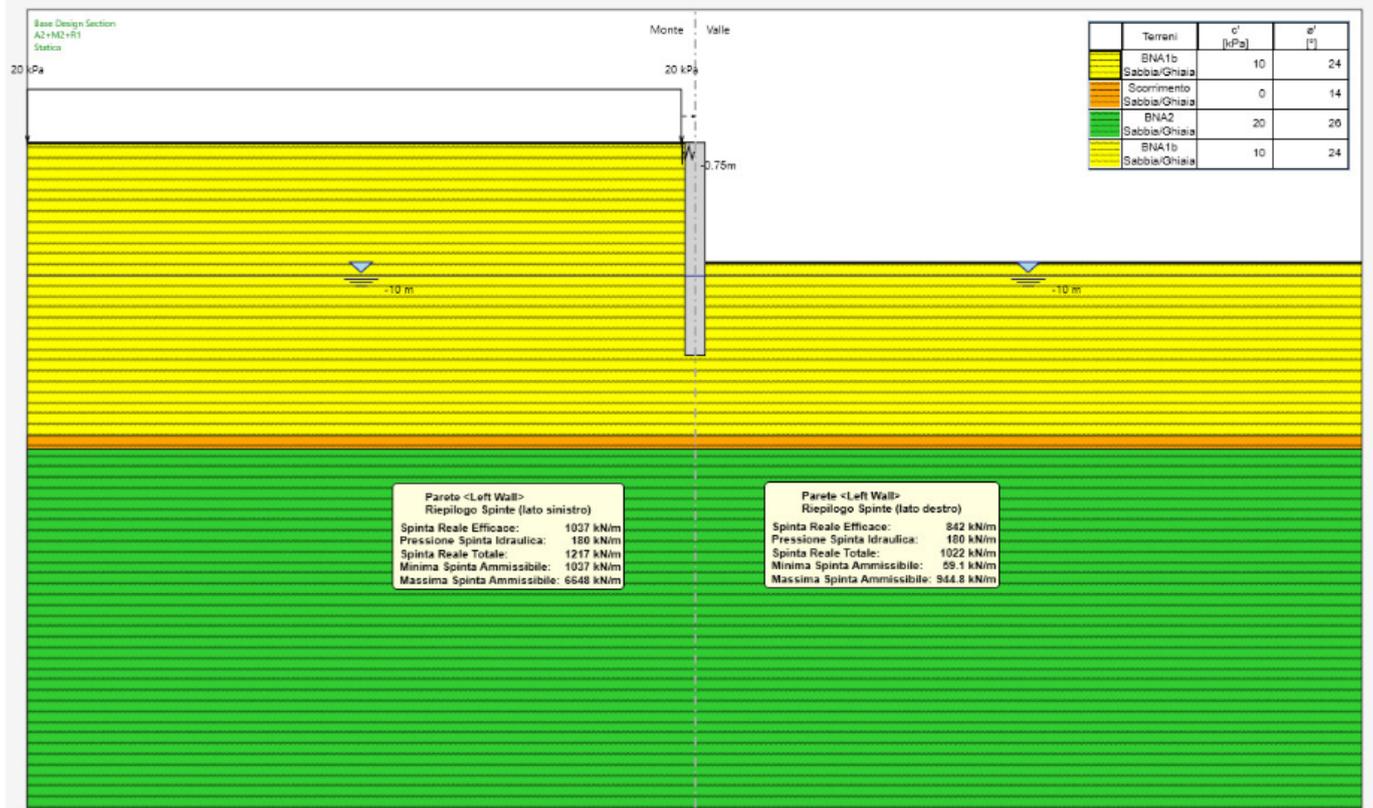


Figura 19-14 – Spinte a monte e valle dell'opera in condizione statica.

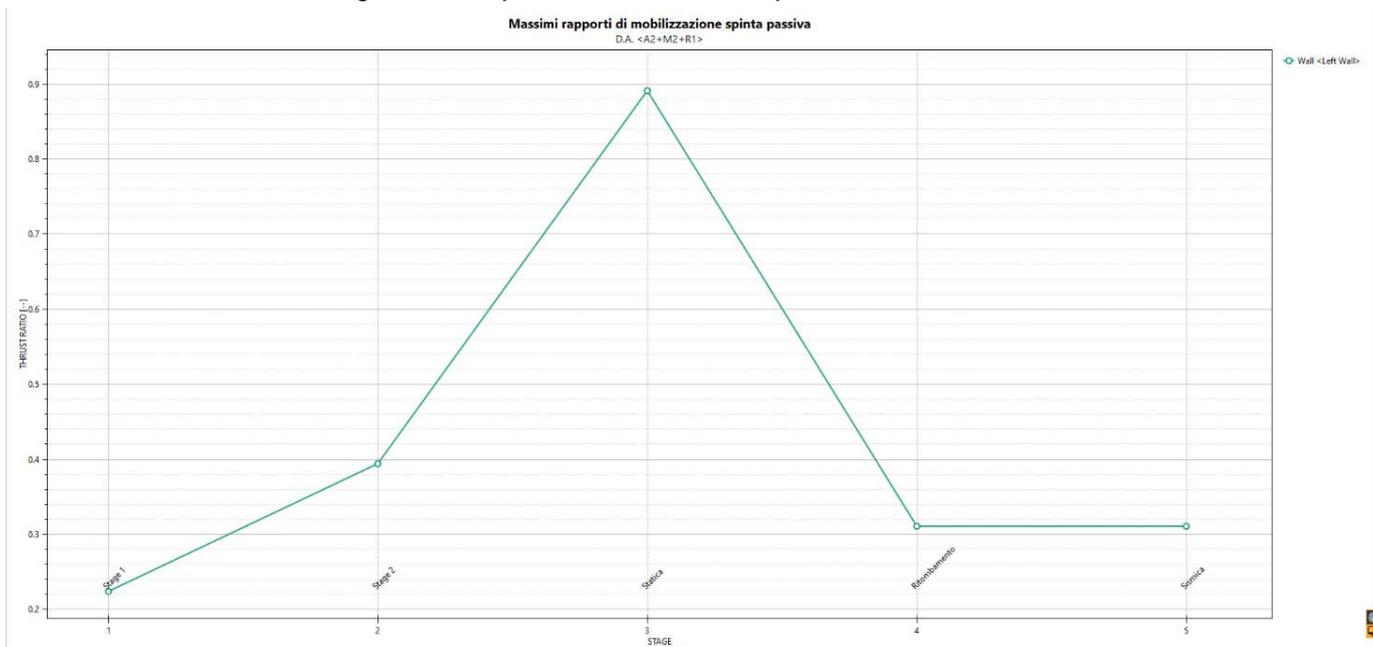


Figura 19-15 – Massimi rapporti di mobilitazione della spinta passiva nelle diverse fasi in condizione statica

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 199 di 368

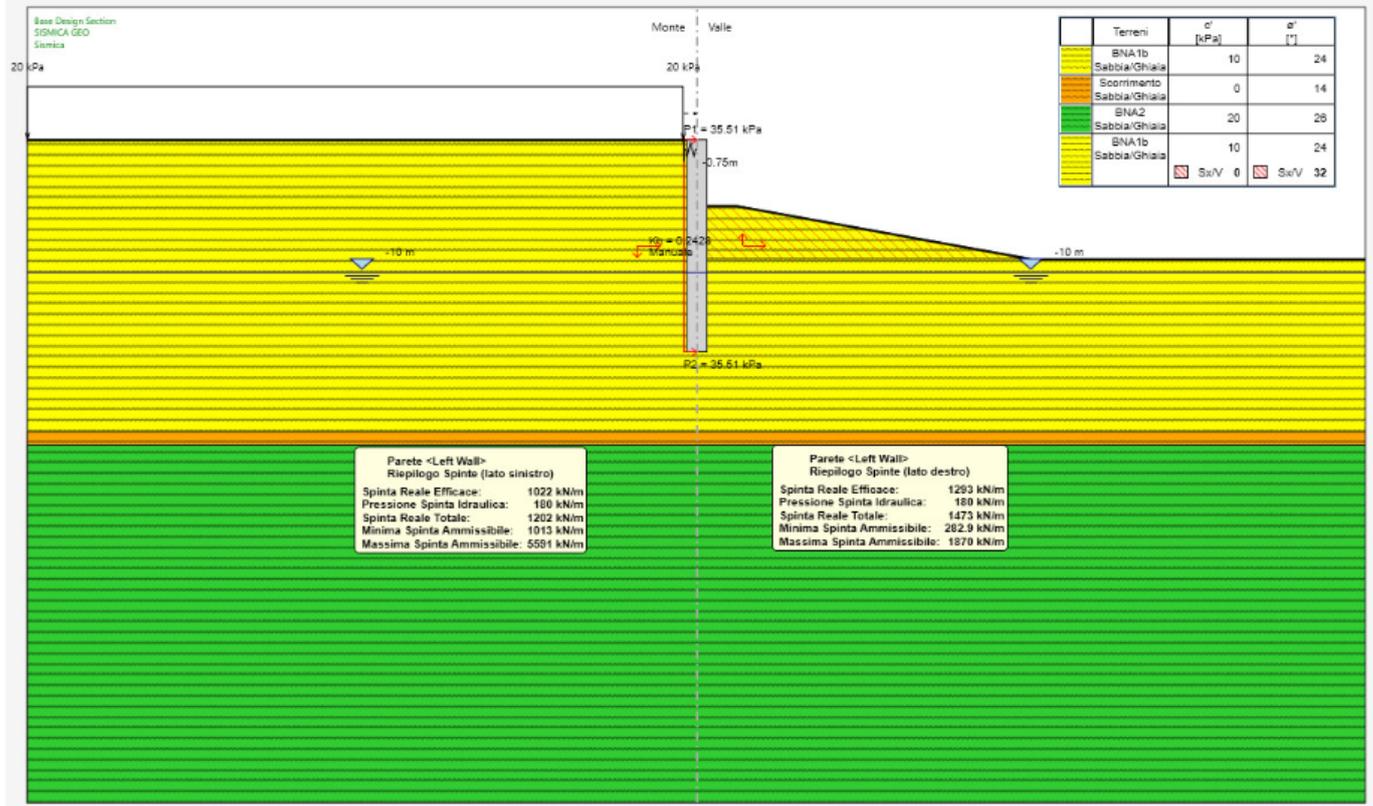


Figura 19-16 – Spinte a monte e valle dell'opera in condizione sismica

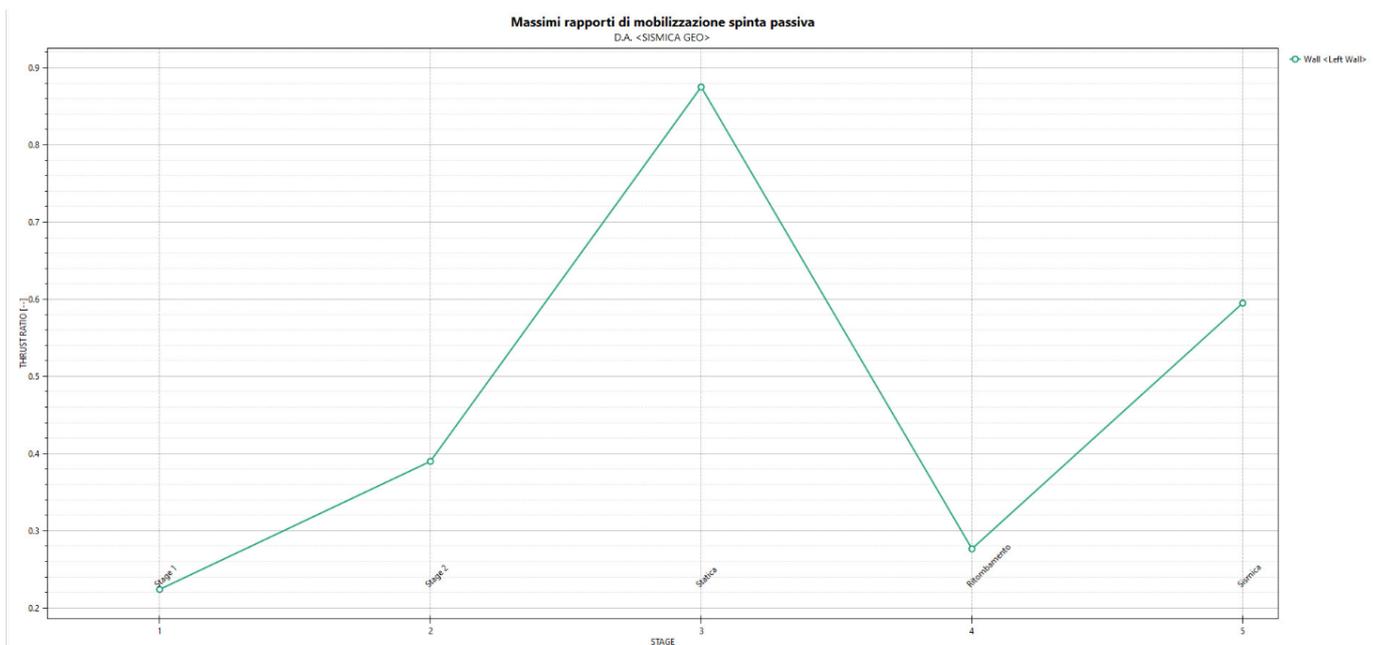


Figura 19-17 – Massimi rapporti di mobilitazione della spinta passiva nelle diverse fasi in condizione sismica

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 200 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

19.2.5 Reazione nel vincolo

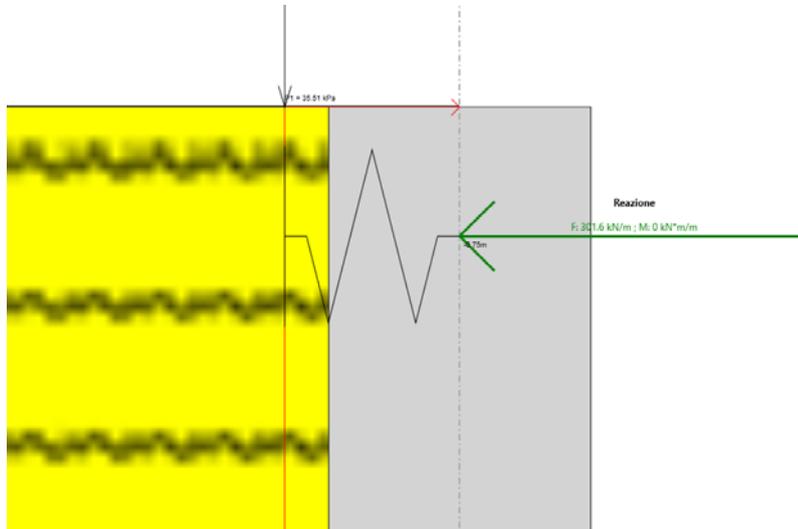


Figura 19-18 – Reazione nel vincolo elastico SLU

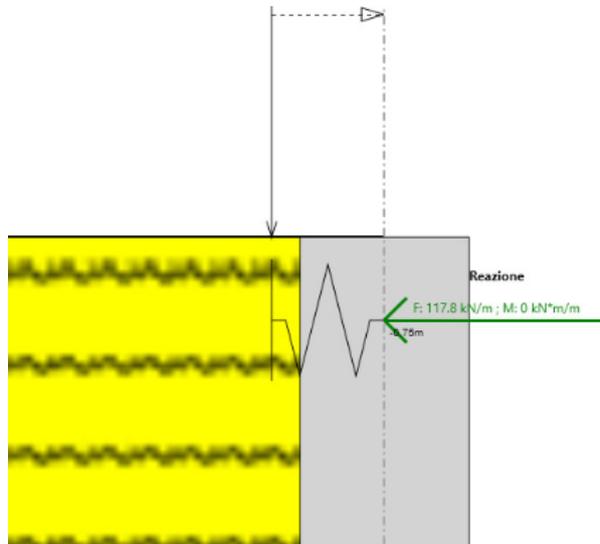


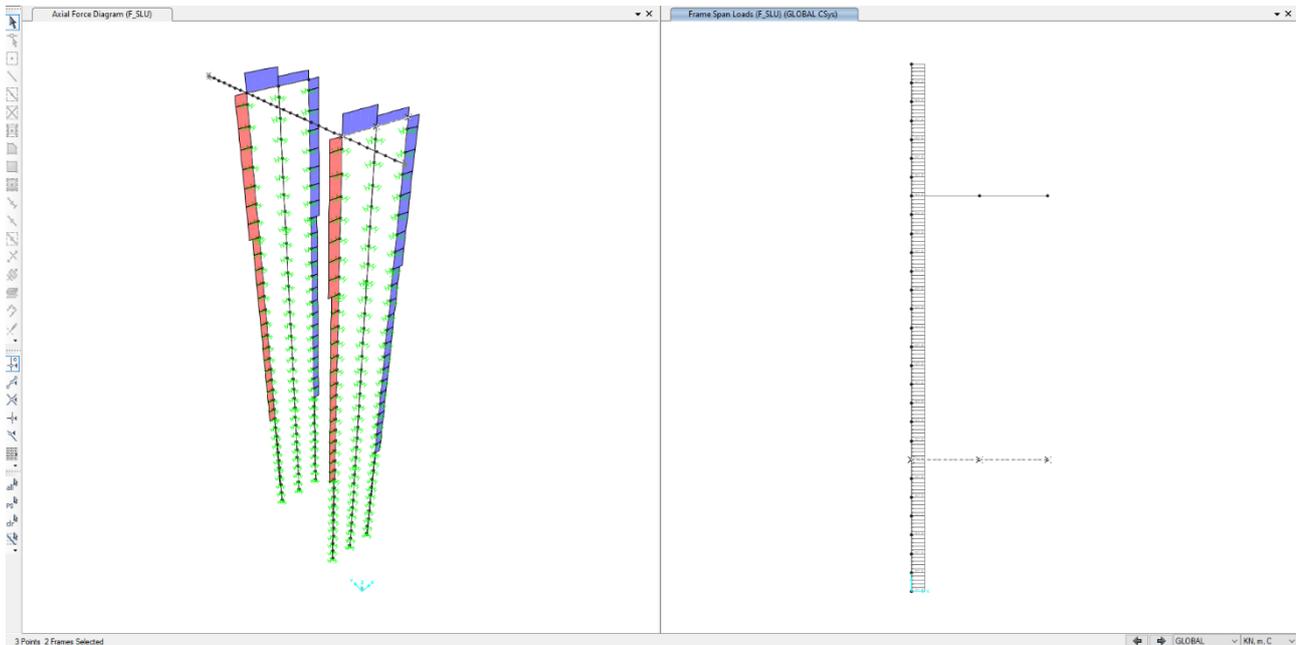
Figura 19-19 – Reazione nel vincolo elastico SLE

Le reazioni così determinate sono state applicate al modello Sap 2000 al fine di determinare le azioni nella trave di collegamento, nella trave tirante e nei pali. Di seguito si mostrano i risultati ottenuti.

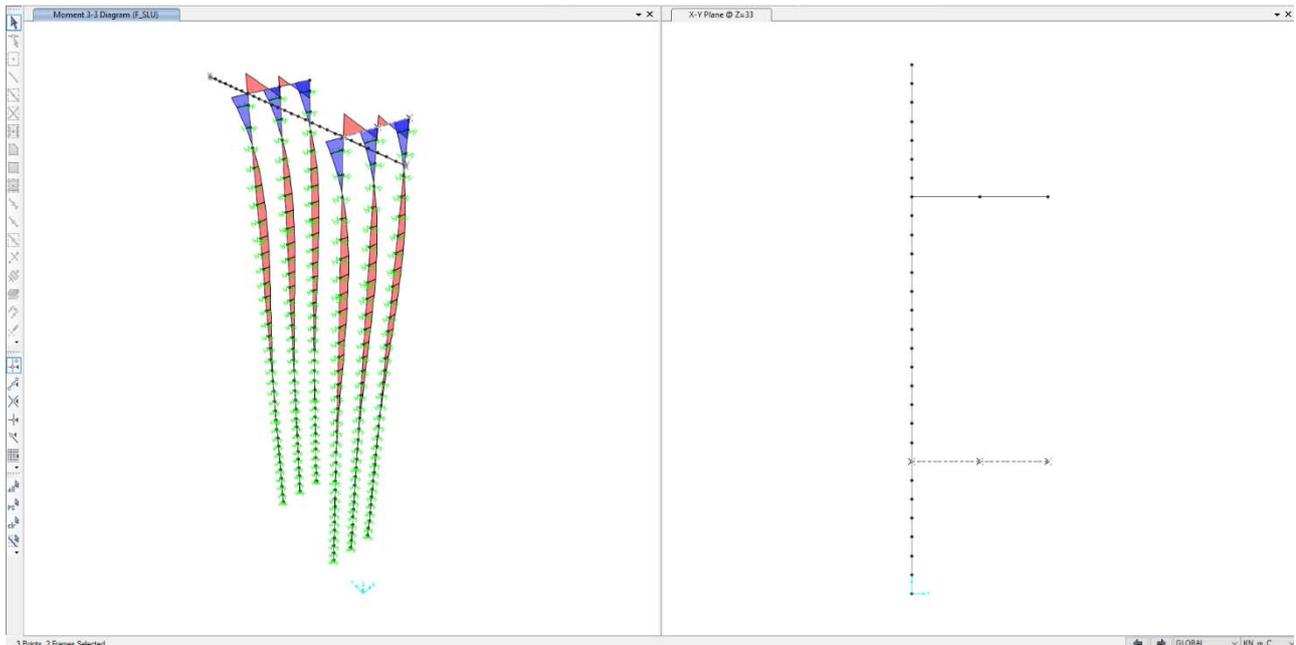
APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo					
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 201 di 368	

SOLLECITAZIONI SLU – F=301.60 kN/m

Sforzo normale

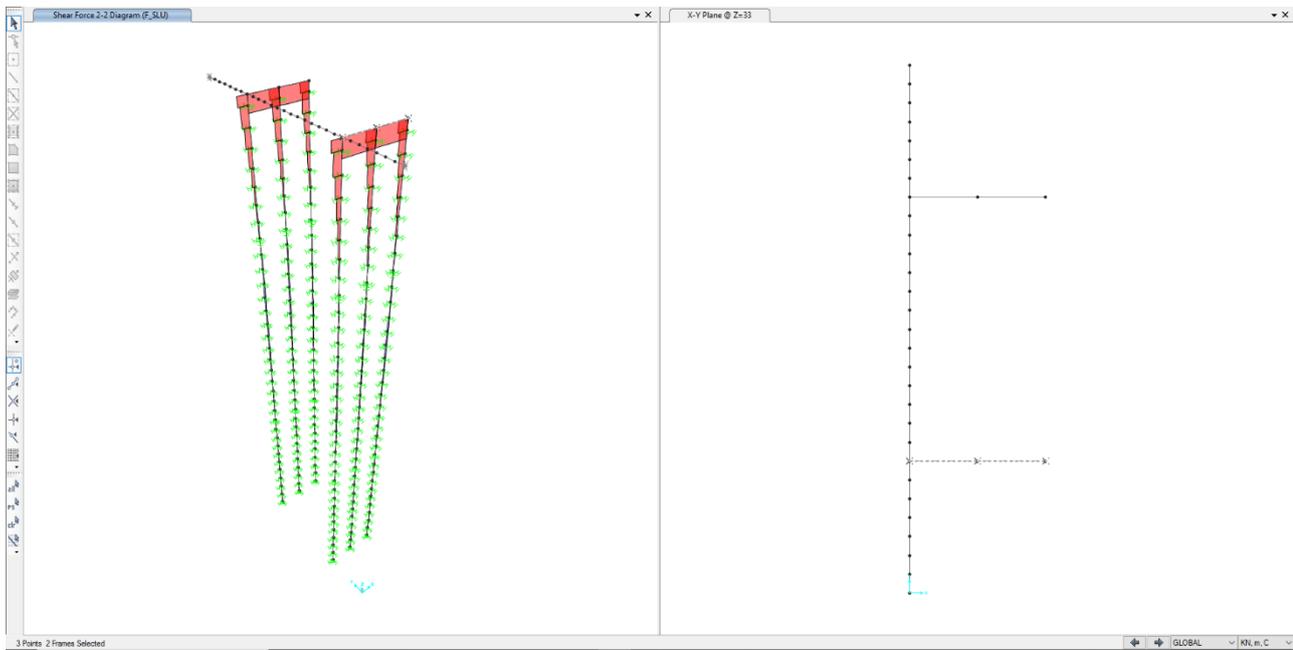


Momento flettente

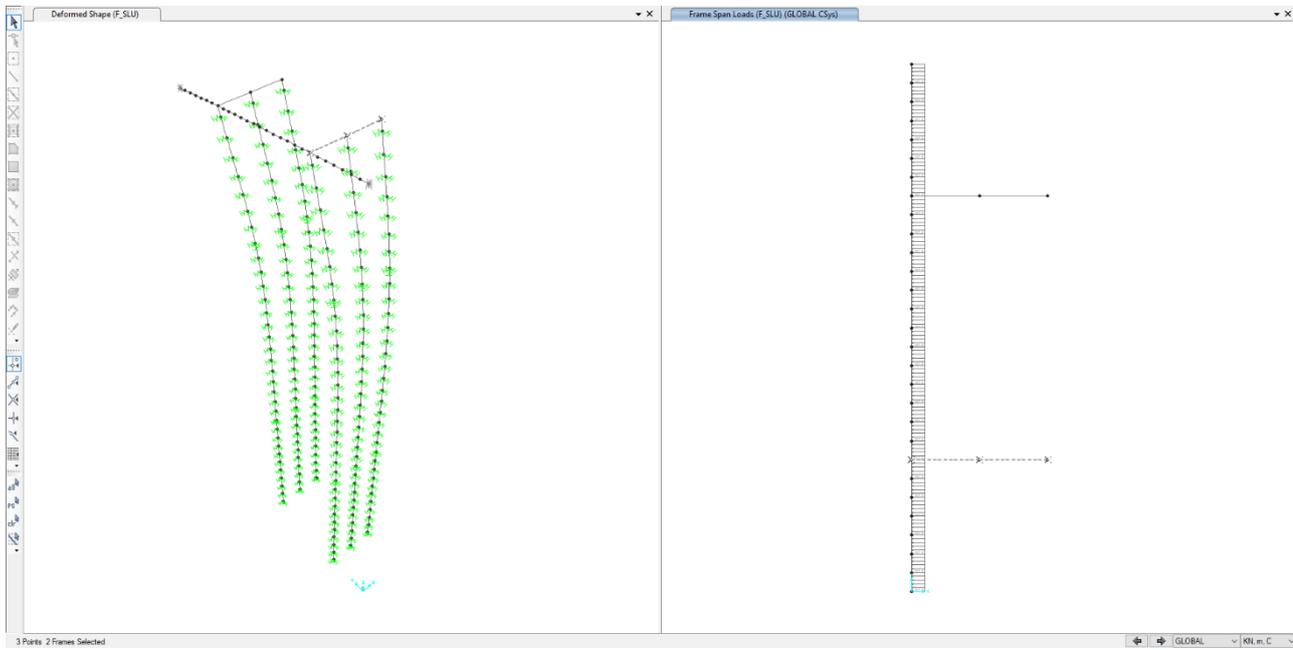


APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo					
	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 202 di 368

Taglio

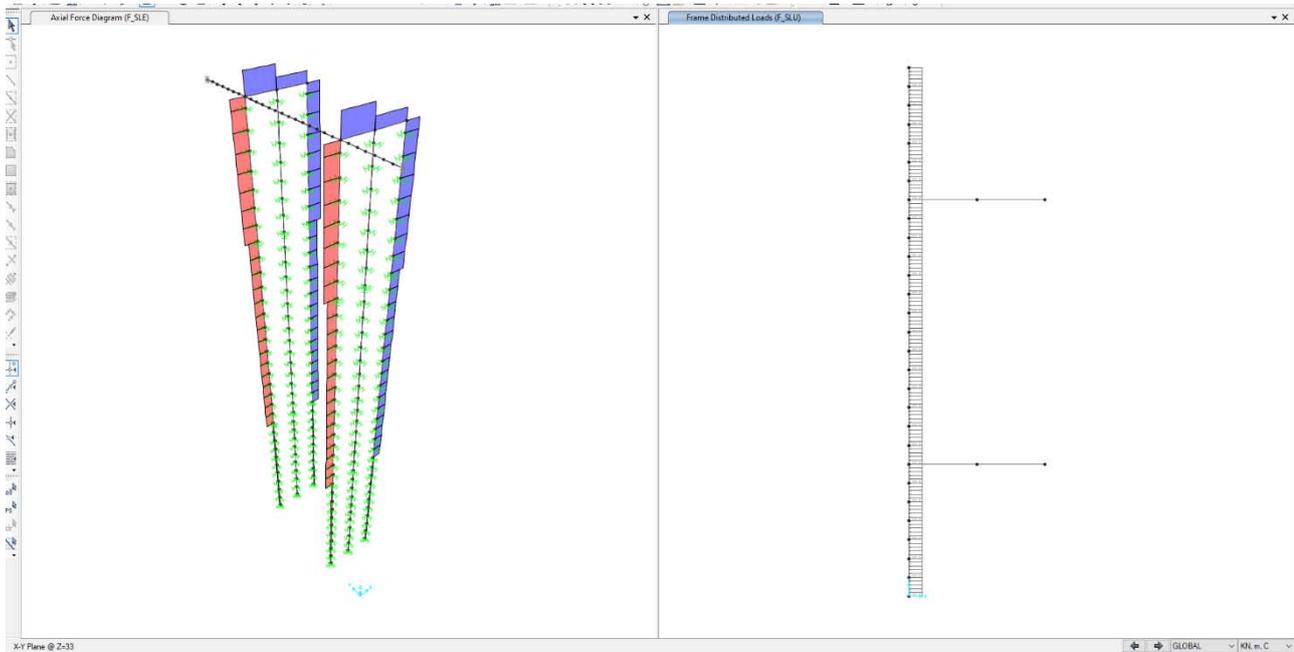


Deformata

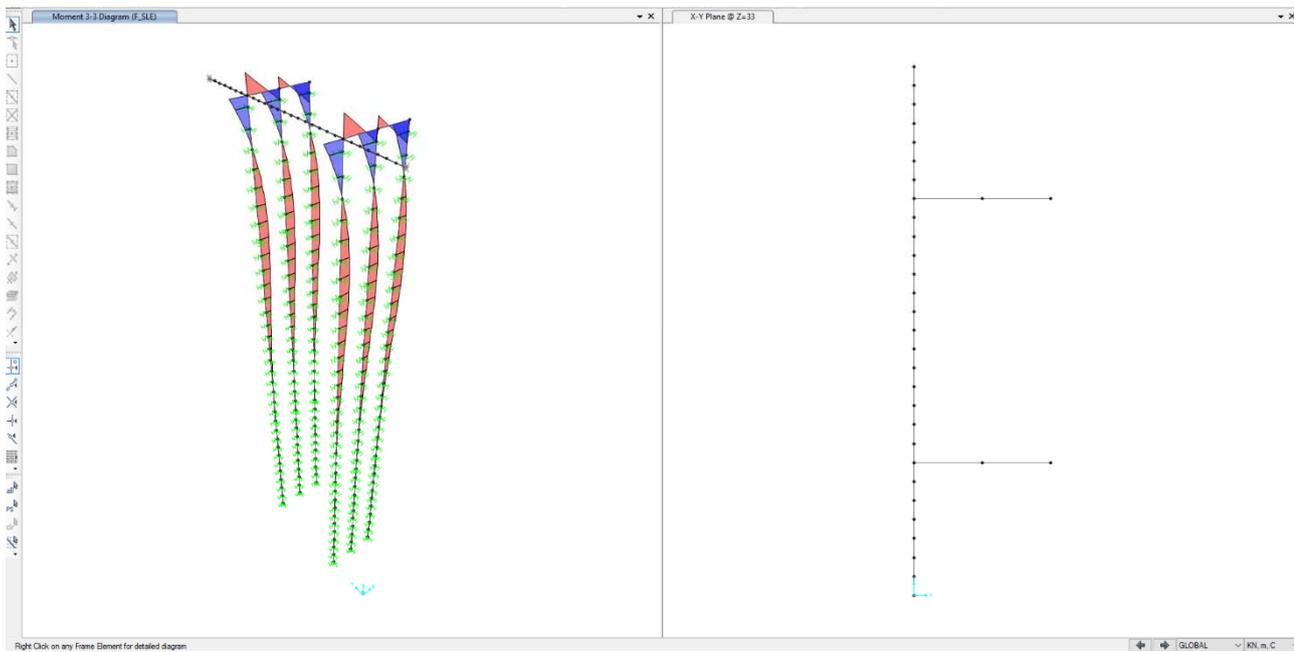


APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo					
SOLLECITAZIONI SLE – F=117.78 kN/m	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 203 di 368

Sforzo normale

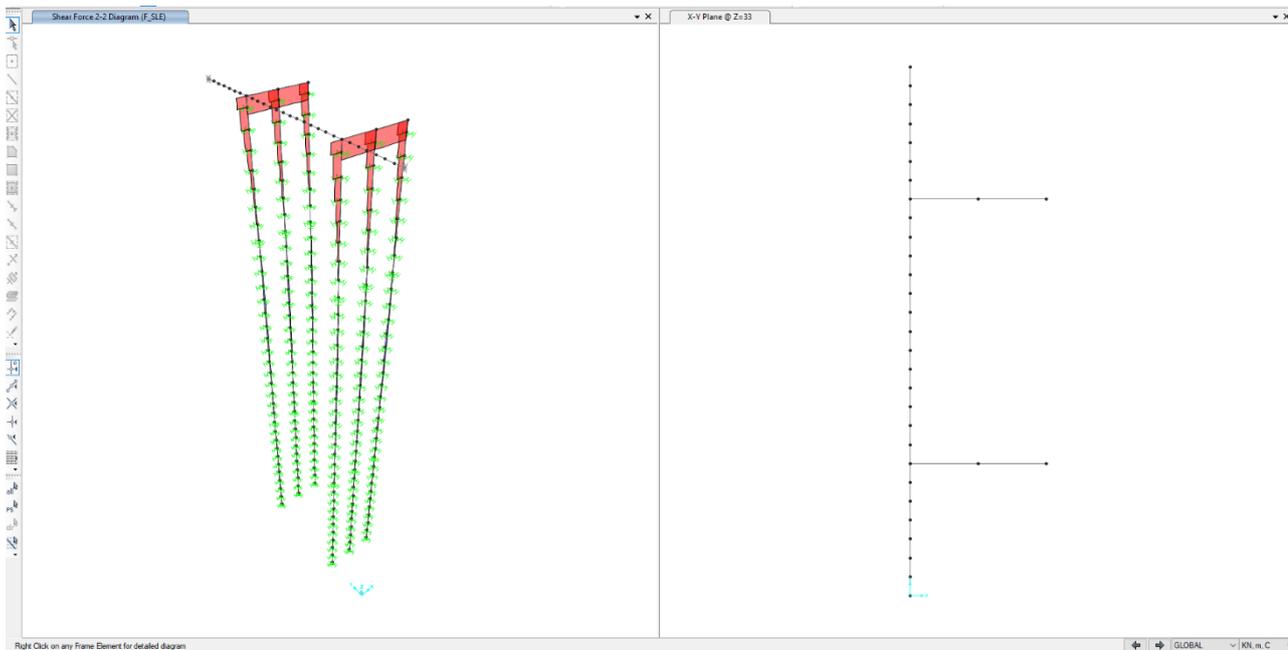


Momento flettente

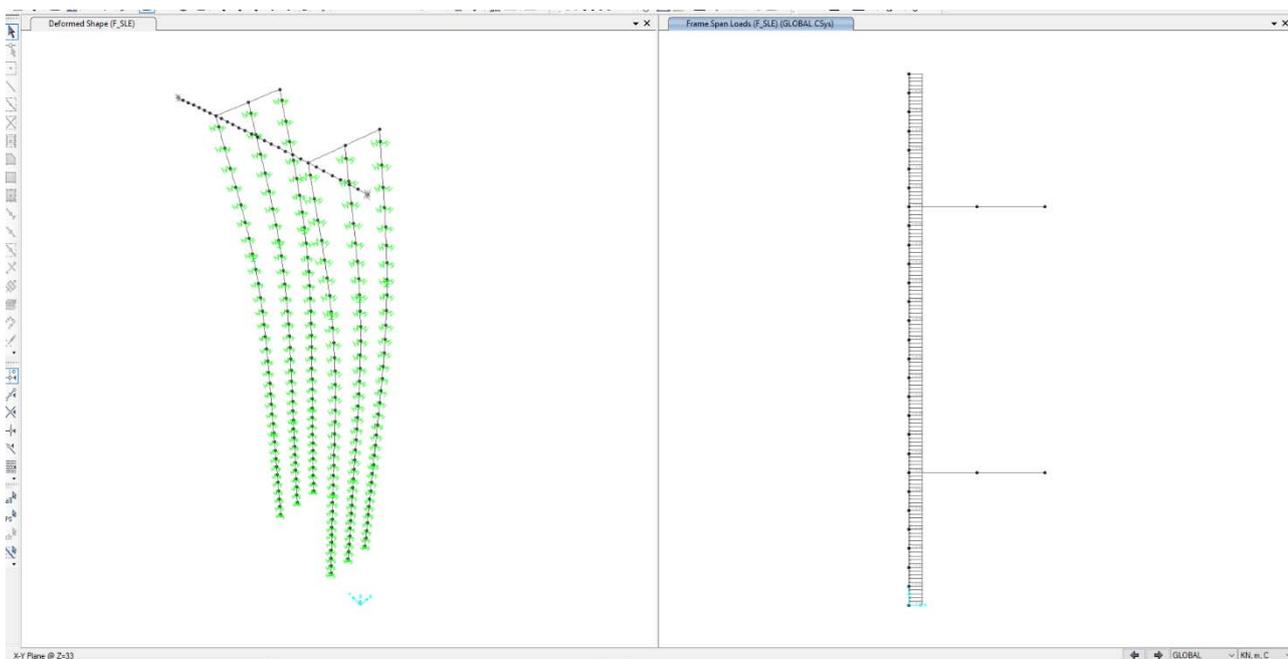


APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo					
	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 204 di 368

Taglio



Deformata



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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 205 di 368

19.3 VERIFICHE GEO

Sulla base dei risultati presentati nel precedente paragrafo e riassunti di seguito, la percentuale di spinta passiva massima mobilitata nella Combinazione 2 è tale da garantire la stabilità dell'opera alla rototraslazione ed il fattore di sicurezza calcolato con il metodo dell'equilibrio limite soddisfa i requisiti di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno sia in condizioni statiche che in quelle sismiche.

Le percentuali di utilizzo della resistenza passiva a valle ottenute dalle analisi sono di seguito elencate: 89% in condizione statica e 59% in condizione sismica, pertanto la verifica risulta soddisfatta.

Le verifiche effettuate mediante il codice VPS utilizzando il metodo di Morgestern e Price permettono di ricavare i coefficienti di sicurezza nei confronti della stabilità globale da confrontare con quelli minimi previsto da normativa:

FS > R2 = 1.2 in condizione statica
FS > R2 = 1.1 in condizione sismica

I fattori di sicurezza ottenuti sono i seguenti

- FS_{MIN} = 1.39 in condizione statica;
- FS_{MIN} = 1.13 in condizione sismica;

pertanto, la verifica risulta soddisfatta.

Inoltre, gli spostamenti ottenuti garantiscono i requisiti prestazionali dell'opera e, quindi, soddisfano le verifiche agli SLE. Il massimo spostamento ottenuto mediante analisi pari a 5.725mm è infatti minore del massimo spostamento ammissibile, definito come $U_s \leq 0.005 \cdot H$ (H = altezza della paratia).

19.4 VERIFICHE SLU (STR) E SLE ARMATURA DEI PALI

In questo capitolo si mostrano i risultati delle verifiche delle sezioni dei pali della paratia soggetti a flessione e taglio, le azioni interne sono state estratte dall'analisi eseguita mediante il software *ParatiePlus*.

Elemento	Profondità	Lunghezza	Armatura longitudinale	Staffe
Gabbia 1	1-12m	12m	52 Φ 26	Φ 10 / 20
Gabbia 2	10-16m	6m	18 Φ 26	Φ 10 / 20

Le verifiche SLU e SLE, mostrate nel seguente paragrafo, sono state svolte con il software di calcolo RC-SEC.

Le verifiche SLU sono state eseguite in riferimento alla condizione SLV che prevede le massime sollecitazioni di momento flettente e taglio (vedi Figura 19-11 e Figura 19-12). Gli andamenti delle sollecitazioni sono riportati nei grafici in Figura 19-20 e Figura 19-21 insieme alla copertura delle due gabbie di armatura previste.

La verifica agli Stati Limite di Esercizio è stata verificata nei confronti del massimo momento ottenuto in tale condizione:

$M_{MAX(SLE)} = 1200 \text{ kNm}$ Gabbia 1
 $M_{MAX(SLE)} = 800 \text{ kNm}$ Gabbia 2

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>Mandatara</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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>206 di 368</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	206 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	206 di 368													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																		

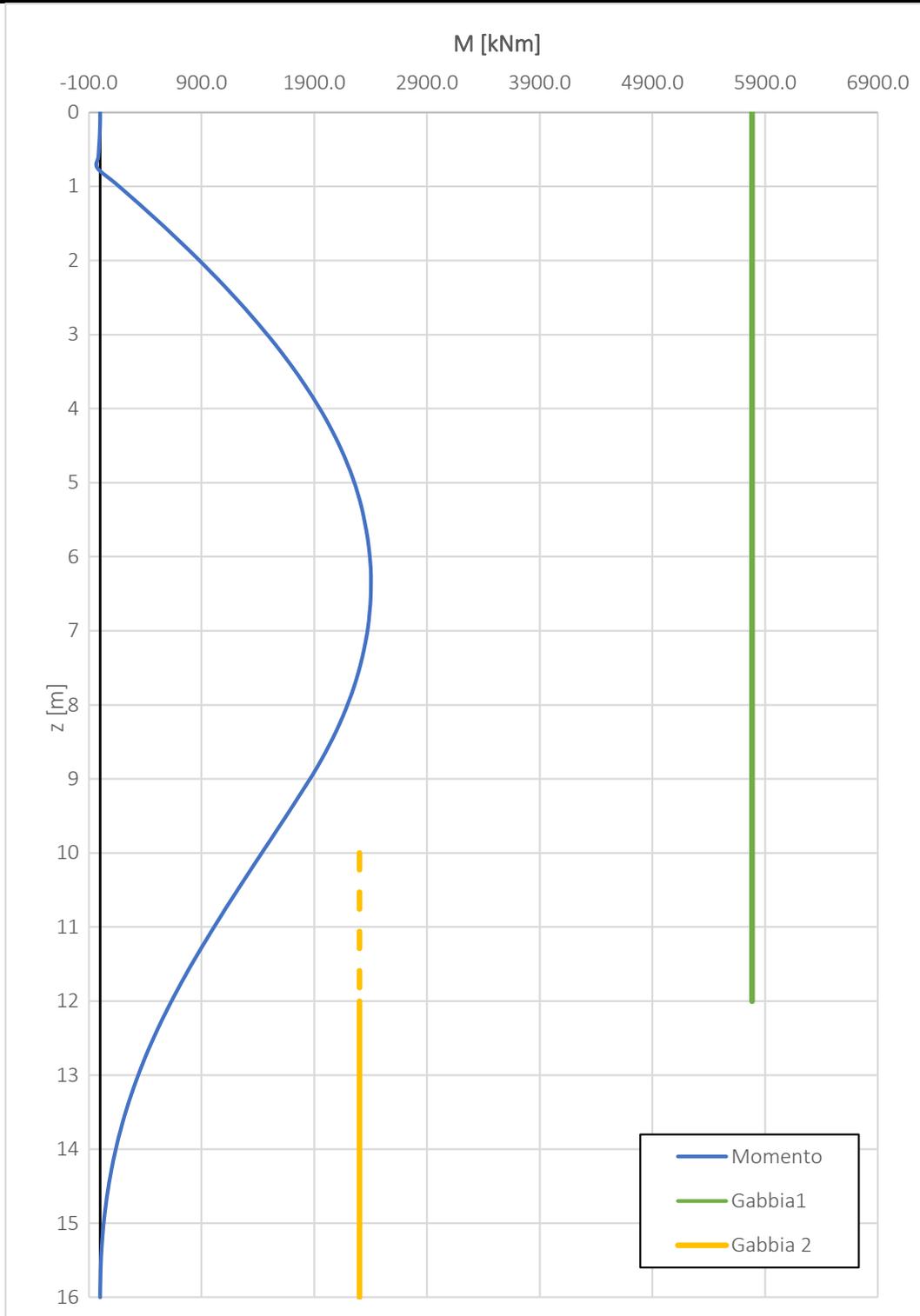


Figura 19-20 – Diagramma copertura del momento

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 207 di 368

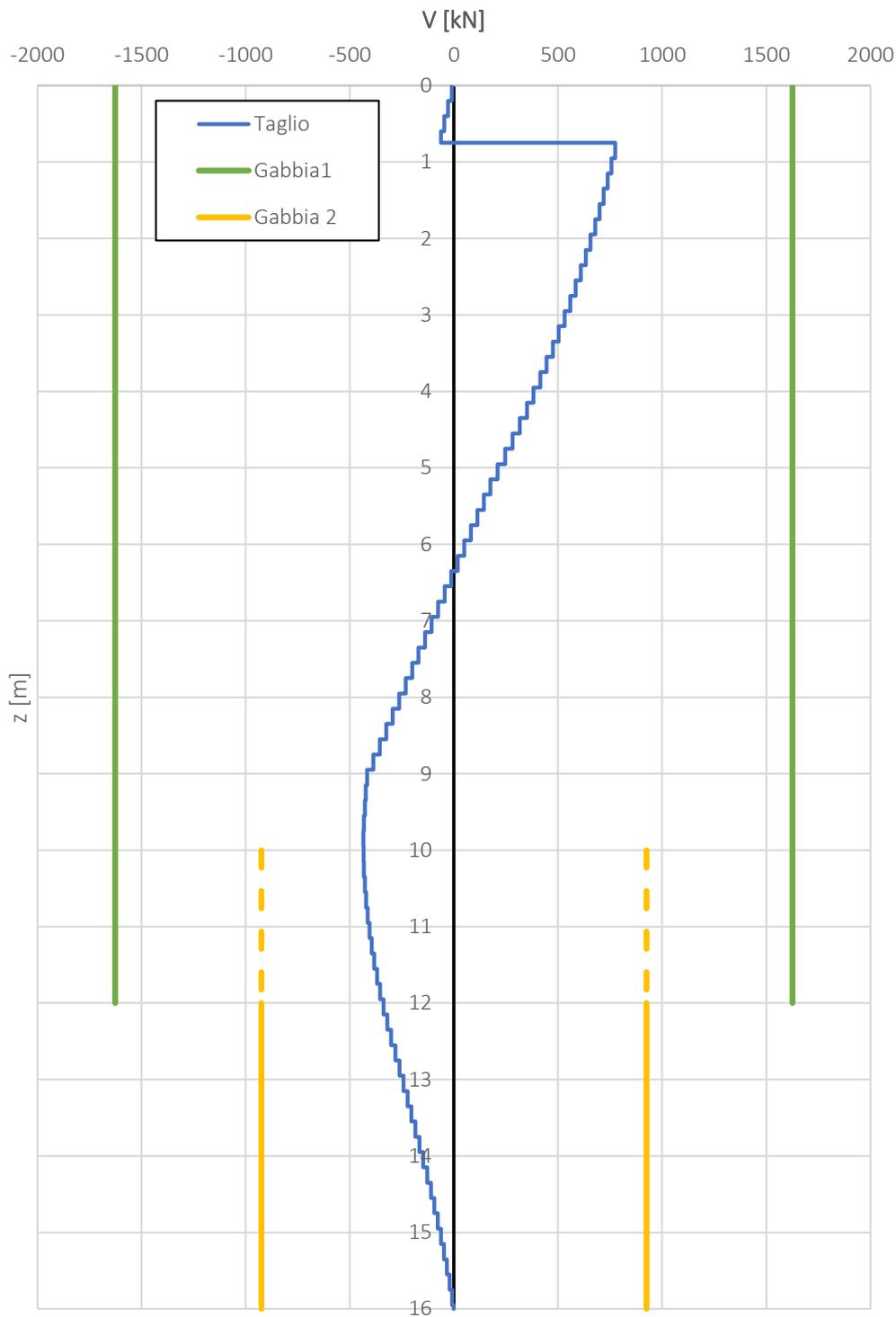


Figura 19-21 – Diagramma copertura del taglio

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.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - <u>Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo</u>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 208 di 368

19.4.1 Verifiche

19.4.1.1 GABBIA 1

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.1 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:	2.56 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.0 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.0 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.3 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.0 MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.0 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.3 MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.3 MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068
Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm 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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 209 di 368

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 CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Calcestruzzo: C25/30

Raggio circ.: 75.0 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
 \emptyset Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	\emptyset
1	0.0	0.0	66.7	26	26
2	0.0	0.0	61.8	26	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 10 mm
 Passo staffe: 20.0 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.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 210 di 368

Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	2400.00	780.00

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	0.00	1200.00	0.00

COMB. FREQUENTI (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	0.00	1200.00 (1140.41)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (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	0.00	1200.00 (1140.41)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL 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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 211 di 368

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.3	cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.0	cm

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 [cm ²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	0.00	2400.00	0.00	5785.24	2.41	276.1(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	75.0	0.00278	0.0	66.7	-0.00877	0.0	-66.7

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.
---------	--

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - 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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>212 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	212 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	212 di 368								

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	0.000086566	-0.002992463		

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 10 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 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 calcestruzzo [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]
La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna)
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
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 calcestruzzo
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.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	780.00	3490.31	1625.79122.3	109.8	130.2	2.500	1.000	7.3	15.1(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 213 di 368

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.18	0.0	0.0	-116.2	0.0	-66.7	2894	74.3

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta come fessurata solo se la trazione nel calcestruzzo supera f_{ctm} in almeno una combinazione

Ver.	Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area $A_{c\ eff}$
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e _{sm} - e _{cm}	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
M _{x\ fess.}	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
M _{y\ fess.}	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e _{sm} - e _{cm}	sr max	wk	M _{x\ fess.}	M _{y\ fess.}
1	S	-0.00063	0.00000	0.834	26.0	70	0.00035 (0.00035)	525 0.183 (990.00)	1140.41	0.00	

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.18	0.0	0.0	-116.2	0.0	-66.7	2894	74.3

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e _{sm} - e _{cm}	sr max	wk	M _{x\ fess.}	M _{y\ fess.}
1	S	-0.00063	0.00000	0.834	26.0	70	0.00035 (0.00035)	525 0.183 (0.20)	1140.41	0.00	

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA IF28</td> <td>LOTTO 01</td> <td>CODIFICA V ZZ CL</td> <td>DOCUMENTO RI5700 001</td> <td>REV. B</td> <td>FOGLIO 214 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 214 di 368
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 214 di 368		

N°Comb Ver Sc max Xc max Yc max Ss min Xs min Ys min Ac eff. As eff.

1 S 4.18 0.0 0.0 -116.2 0.0 -66.7 2894 74.3

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00063	0.00000	0.834	26.0	70	0.00035 (0.00035)	525	0.183 (0.20)	1140.41	0.00

19.4.1.2 GABBIA 2

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi

Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro

Normativa di riferimento: N.T.C.

Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante

Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive

Tipo di sollecitazione: Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)

Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia

Riferimento alla sismicità: Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.1 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:	2.56 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.0 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.3 MPa

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 215 di 368

Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C

Resist. caratt. snervam. fyk: 450.0 MPa

Resist. caratt. rottura ftk: 450.0 MPa

Resist. snerv. di progetto fyd: 391.3 MPa

Resist. ultima di progetto ftd: 391.3 MPa

Deform. ultima di progetto Epu: 0.068

Modulo Elastico Ef 2000000 daN/cm²

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

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Circolare

Classe Calcestruzzo: C25/30

Raggio circ.: 75.0 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	66.7	18	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 10 mm

Passo staffe: 20.0 cm

Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 216 di 368

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	0.00	1500.00	435.00

COMB. FREQUENTI (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	0.00	800.00 (957.07)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (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	0.00	800.00 (957.07)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

- Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.6 cm

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 217 di 368

Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm

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 [cm ²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	0.00	1500.00	0.00	2301.21	1.53	95.6(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	75.0	0.00235	0.0	66.7	-0.01611	0.0	-66.7

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.
--------	---	---	---	-----	--------

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 218 di 368
1 0.000000000 0.000138362 -0.006877134						

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 10 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 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 calcestruzzo [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]
La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna)
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
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 calcestruzzo
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.proiettata sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	435.00	3260.40	924.77128.7	120.4	111.0	2.500	1.000	3.7	7.9(0.0)

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.14	0.0	0.0	-28.5	0.0	-66.7	----	----

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - 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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>219 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	219 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	219 di 368								

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta come fessurata solo se la trazione nel calcestruzzo supera f_{ctm} in almeno una combinazione

Ver.	Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	957.07	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.14	0.0	0.0	-28.5	0.0	-66.7	----	----

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	957.07	0.00

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	<table border="0" 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;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">RI5700 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">220 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	220 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	220 di 368								

19.5 VERIFICHE SLU (STR) E SLE ARMATURA DELLA TRAVE DI COLLEGAMENTO

In questo capitolo si mostrano i risultati delle verifiche della sezione rettangolare della trave di collegamento soggetta a flessione e taglio, le azioni interne sono state estratte dal modello di interazione terreno-struttura Sap 2000.

Il dimensionamento prevede:

- Armatura longitudinale
 - o Barre superiori n°4 Φ 18
 - o Barre inferiori n°14 Φ 24
- Staffe Φ 12 / 20 + 2 spilli Φ 12 / 20

Le verifiche SLU e SLE, mostrate nel seguente paragrafo, sono state svolte con il software di calcolo RC-SEC.

19.5.1 Verifiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: [ValleS_Cordolo_SLU+SLE_SPILLI_generica](#)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.1 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:	2.56 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.0 MPa

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 221 di 368

Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.0	MPa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.3	MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 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 CALCESTRUZZO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Calcestruzzo:	C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-75.0	0.0
2	-75.0	200.0
3	75.0	200.0
4	75.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-66.6	8.4	24
2	-66.6	191.9	18
3	66.6	191.9	18
4	66.6	8.4	24
5	66.8	13.0	24
6	-66.8	13.0	24

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - 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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>222 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	222 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	222 di 368								

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	2	18
2	1	4	5	24
3	5	6	5	24

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
Passo staffe e legature: 20.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	1	2	3	4

N° Legature: 2
Diam. Legature: 12

Indicazione Barre Longitudinali di estremità delle legature:

N°Legat.	Barra 1	Barra 2
1	7	10
2	8	12

Coordinate Barre generate di estremità delle legature:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
7	-22.2	191.9
10	-22.2	8.4
8	22.2	191.9
12	22.2	8.4

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 223 di 368

- 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	0.00	1850.00	1060.00

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	0.00	722.00	0.00

COMB. FREQUENTI (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	0.00	722.00 (2847.68)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (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	0.00	722.00 (2847.68)	0.00 (0.00)

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 224 di 368

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.2	cm
Copriferro netto minimo staffe:	5.8	cm

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 Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1850.00	0.00	4550.96	2.46	63.3(60.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.067	-75.0	200.0	0.00130	-66.6	191.9	-0.04858	-66.6	8.4

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - 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;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">R15700 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">225 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	R15700 001	B	225 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	R15700 001	B	225 di 368								

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	0.000271825	-0.050864960	0.067	0.700

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Diam. Legature: 12 mm
Passo staffe e legature: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 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 calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
La resistenza delle travi è calcolata assumendo il valore di 0.9 Dmed come coppia interna.
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
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 calcestruzzo
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.proiettata sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1060.00	6314.87	3815.67	191.6	150.0	2.500	1.000	6.3	22.6(11.3)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 226 di 368

Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.68	-75.0	200.0	-8.9	0.0	8.4	----	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta come fessurata solo se la trazione nel calcestruzzo supera f_{ctm} in almeno una combinazione

Ver. Esito della verifica
 e1 Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k2 = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	2847.68	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.68	-75.0	200.0	-8.9	0.0	8.4	----	----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 227 di 368
1 S 0.00000 0.00000 ---- ---- ----				0.000 (0.30)	2847.68	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.68	-75.0	200.0	-8.9	0.0	8.4	----	----

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	2847.68	0.00

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 228 di 368

19.6 VERIFICHE SLU (STR) E SLE ARMATURA DEL TIRANTE

In questo capitolo si mostrano i risultati delle verifiche della sezione rettangolare della trave di tirante soggetta a flessione e taglio, le azioni interne sono state estratte dal modello di interazione terreno-struttura Sap 2000.

Si sottolinea che per far fronte alle azioni di trazione a cui l'elemento strutturale è sottoposto, è stato considerato nelle analisi l'utilizzo di un calcestruzzo di classe C32/40.

Il dimensionamento prevede:

- Armatura longitudinale
 - o Barre superiori n°12 Φ 30
 - o Barre inferiori n°12 Φ 30
- Staffe Φ 12 / 20 + 2 spilli Φ 12 / 20

Le verifiche SLU e SLE, mostrate nel seguente paragrafo, sono state svolte con il software di calcolo RC-SEC.

19.6.1 Verifiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: [ValleS_Tirante_SLU+SLE_SPILLI_generica](#)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.1 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	9.1 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.00 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>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 229 di 368

Coef. Omogen. S.L.E.:	15.00
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.2 MPa
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.2 MPa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.4 MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coef. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coef. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-75.0	0.0
2	-75.0	200.0
3	75.0	200.0
4	75.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-66.6	8.4	30
2	-66.6	191.6	30
3	66.6	191.6	30
4	66.6	8.4	30

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 230 di 368

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	10	30
2	1	4	10	30

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
Passo staffe e legature: 20.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	1	2	3	4

N° Legature: 2
Diam. Legature: 12

Indicazione Barre Longitudinali di estremità delle legature:

N°Legat.	Barra 1	Barra 2
1	7	17
2	12	22

Coordinate Barre generate di estremità delle legature:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
7	-30.3	191.6
17	-30.3	8.4
12	30.3	191.6
22	30.3	8.4

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 231 di 368

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	-1409.00	1250.00	1052.00

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	-1409.00	486.50	0.00

COMB. FREQUENTI (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	-1409.00	486.50 (1750.33)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (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	-1409.00	486.50 (1750.33)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL 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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 232 di 368

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	9.1 cm
Copriferro netto minimo staffe:	5.7 cm

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 Tesa	Area armature trave [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-1409.00	1250.00	-1409.08	4879.64	3.90	84.8(60.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00315	0.045	-75.0	200.0	0.00005	-66.6	191.6	-0.06750	-66.6	8.4

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	<table border="0"> <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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>233 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	233 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	233 di 368								

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	0.000368718	-0.070597227	0.045	0.700

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Diam. Legature: 12 mm
Passo staffe e legature: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 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 calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
La resistenza delle travi è calcolata assumendo il valore di 0.9 Dmed come coppia interna.
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
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 calcestruzzo
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.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1052.00	8071.98	3815.67	191.6	150.0	2.500	1.000	6.2	22.6(11.3)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - 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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>234 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	234 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	234 di 368								

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.00	-75.0	200.0	-12.0	-18.2	8.4	----	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta come fessurata solo se la trazione nel calcestruzzo supera f_{ctm} in almeno una combinazione

Ver.	Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	1750.33	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.00	-75.0	200.0	-12.0	-18.2	8.4	----	----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	1750.33	0.00

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA IF28</td> <td style="text-align: center;">LOTTO 01</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO R15700 001</td> <td style="text-align: center;">REV. B</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO 235 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 235 di 368
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 235 di 368		

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.00	-75.0	200.0	-12.0	-18.2	8.4	----	----

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	1750.33	0.00

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 236 di 368

20 DIMENSIONAMENTO DELLE ARMATURE DEI PALI

Il presente capitolo presenta le verifiche strutturali necessarie per il dimensionamento delle armature dei pali di FASE I e FASE II installati per il monitoraggio del movimento franoso descritti nei precedenti paragrafi.

In funzione delle sollecitazioni agenti sugli stessi e della posizione rispetto alle opere di sostegno previste, quali la paratia di valle ed il muro di sostegno, i pali sono stati suddivisi in 4 gruppi di seguito elencati.

A partire da valle a monte del piazzale, i pali sono così raggruppati:

- Pali 13, 14, 15 di FASE II, adiacenti alla paratia di valle, denominati Pali FASEII – LatoValle (vedi Par.20.1);
- Pali dal n° 4 al n° 12 di FASE II, denominati Pali FASEII – centro (vedi Par. 20.2);
- Pali 1, 2, 3 di FASE II, adiacenti al muro di sostegno (lato Valle), denominati Pali FASEII – Muro (vedi Par. 20.3);
- Pali dal n°16 al n° 20 di FASE I, adiacenti al muro di sostegno (lato Monte), denominati Pali FASEI – Muro (vedi Par. 20.4);
- Pali dal n° 1 al n° 15 di FASE I, denominati Pali FASEI (vedi Par. 20.5).

Il dimensionamento delle armature è stato eseguito in riferimento alle sollecitazioni massime agenti sui gruppi di pali considerati e, ove necessario, è stato calcolato l'involuppo delle azioni sui pali ottenuti dal modello Plaxis che modella i pali di FASE I e FASE II ed i diagrammi di momento e taglio ottenuti mediante l'analisi delle due opere di sostegno citate, paratia di valle e muro di sostegno.

Più precisamente, nel caso dei Pali FASEII - Muro è stato considerato il palo di valle del muro di sostegno previsto, mentre per i Pali FASEI - Muro l'involuppo ha preso in conto le azioni agenti sul palo di monte dello stesso muro.

20.1 VERIFICHE SLU (STR) ARMATURA DEI PALI FASE II – LATO VALLE

In questo capitolo si mostrano i risultati delle verifiche delle sezioni dei pali 13, 14, 15 di FASE II, adiacenti alla paratia di valle, soggetti a flessione e taglio. Le azioni interne sono state estratte dall'analisi eseguita mediante il software *Plaxis*, mentre il contributo dovuto alla presenza della paratia di valle è stato analizzato mediante l'analisi di interazione struttura terreno eseguita con *SAP* e precedentemente descritta.

Elemento	Profondità	Lunghezza	Armatura longitudinale	Staffe
Gabbia 1	1-12m	12m	16 Φ 26	Φ 12 / 20
Gabbia 2	10.5-22.5m	12m	44 Φ 32	Φ 14 / 20
Gabbia 3	21-33m	12m	44 Φ 32	Φ 14 / 20

Le verifiche agli Stati Limite Ultimi sono state svolte con il software di calcolo RC-SEC.

Le verifiche sono state eseguite in riferimento alle azioni in condizioni SLU agenti sui pali ottenute mediante analisi Plaxis in Figura 20-1 (vedi Cap.15) ed alle azioni agenti sul palo della paratia di valle in Figura 20-2 (vedi paragrafo 19.2.5).

Le massime sollecitazioni sono state ricavate dall'involuppo degli andamenti di momento flettente e taglio considerati, mostrati in Figura 20-3 e Figura 20-4. Gli andamenti delle sollecitazioni sono riportati nei grafici in Figura 20-5 e Figura 20-6 insieme alla copertura delle due gabbie di armatura previste.

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.	<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 style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">RI5700 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">237 di 368</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	237 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	237 di 368													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																		

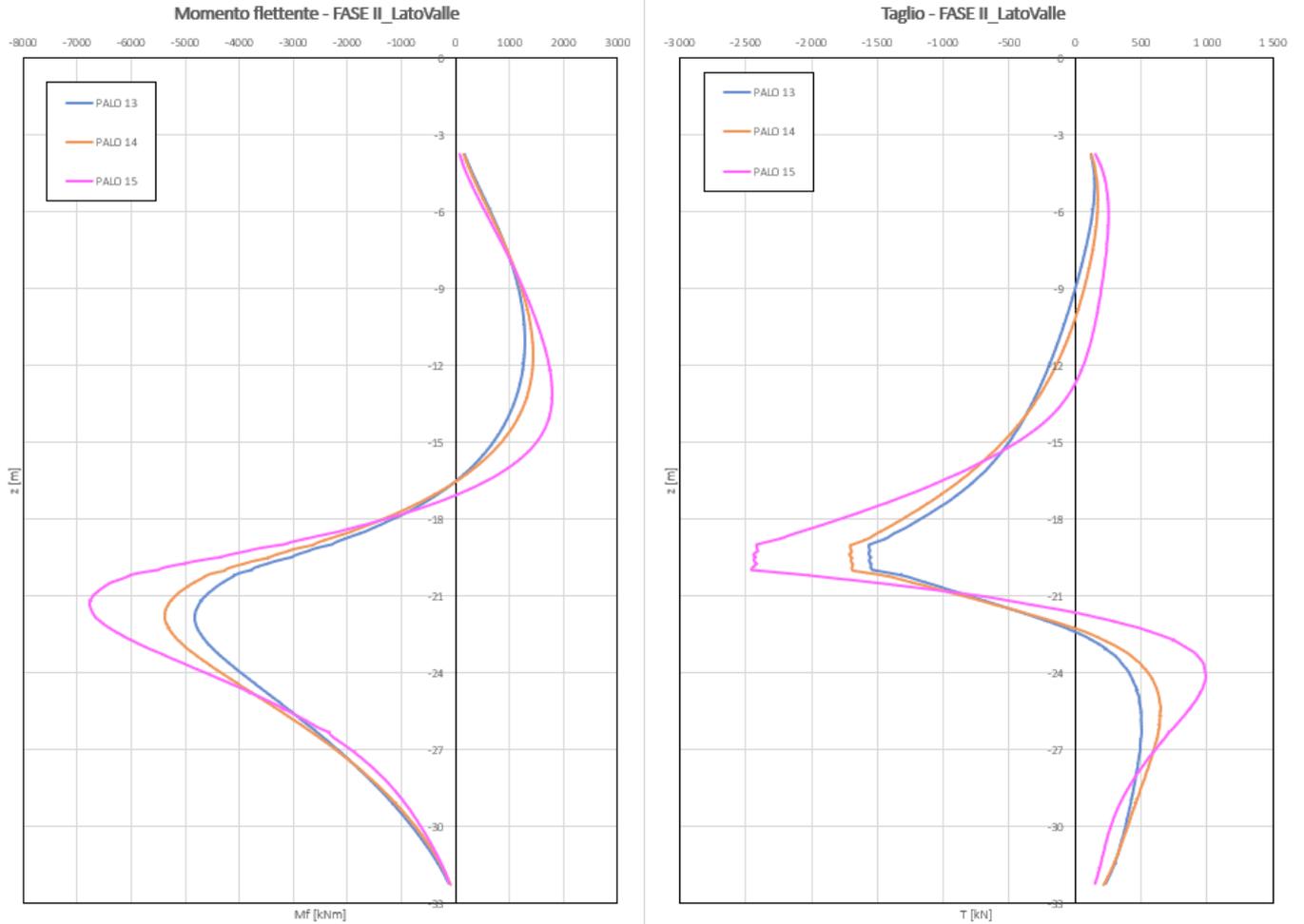


Figura 20-1 – Momento flettete e taglio agente sui pali, da analisi Plaxis

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.	<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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>238 di 368</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	238 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	238 di 368													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																		

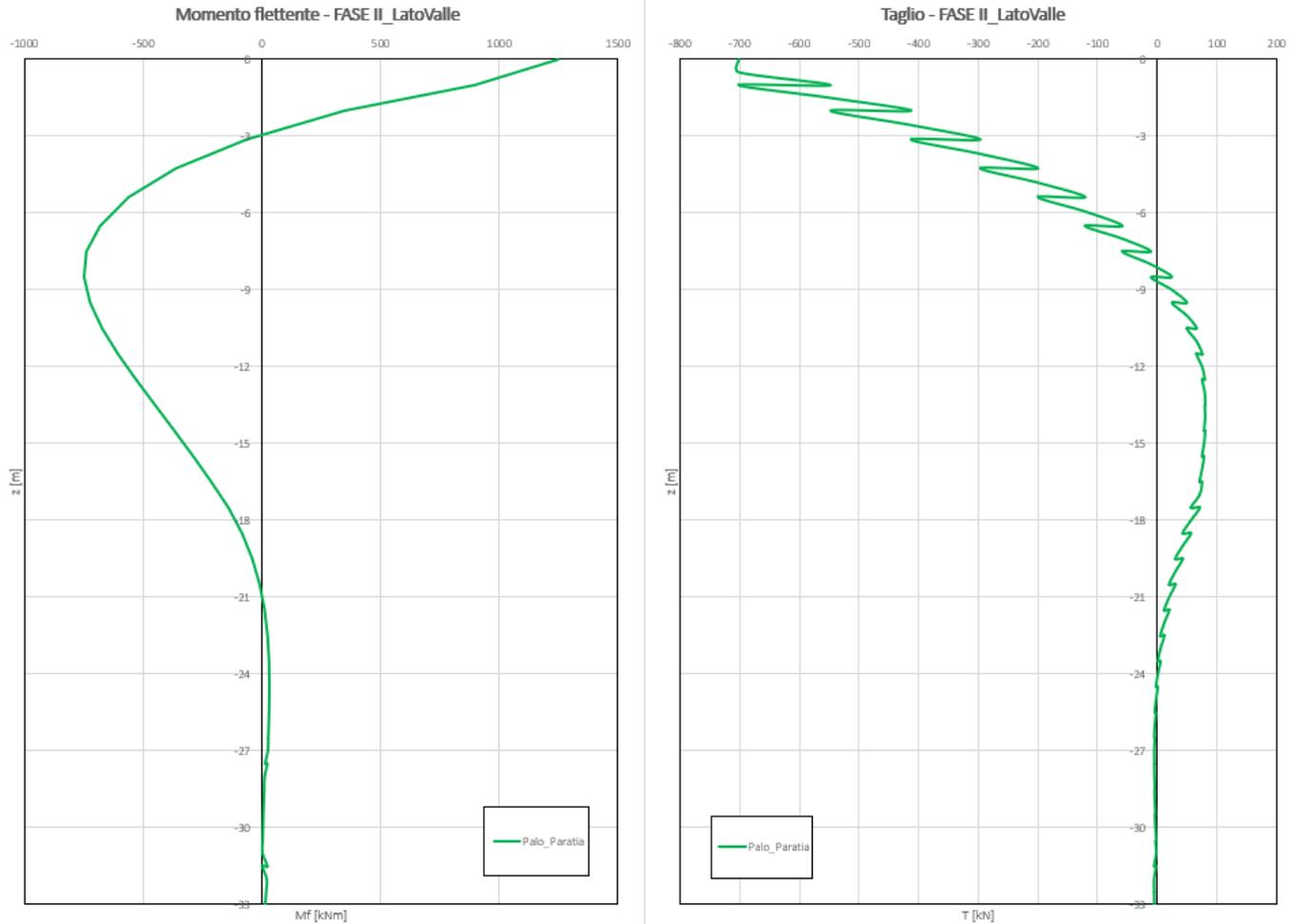


Figura 20-2 – Momento flettete e taglio agente in condizioni SLU sul palo della paratia di valle

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo				
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 239 di 368

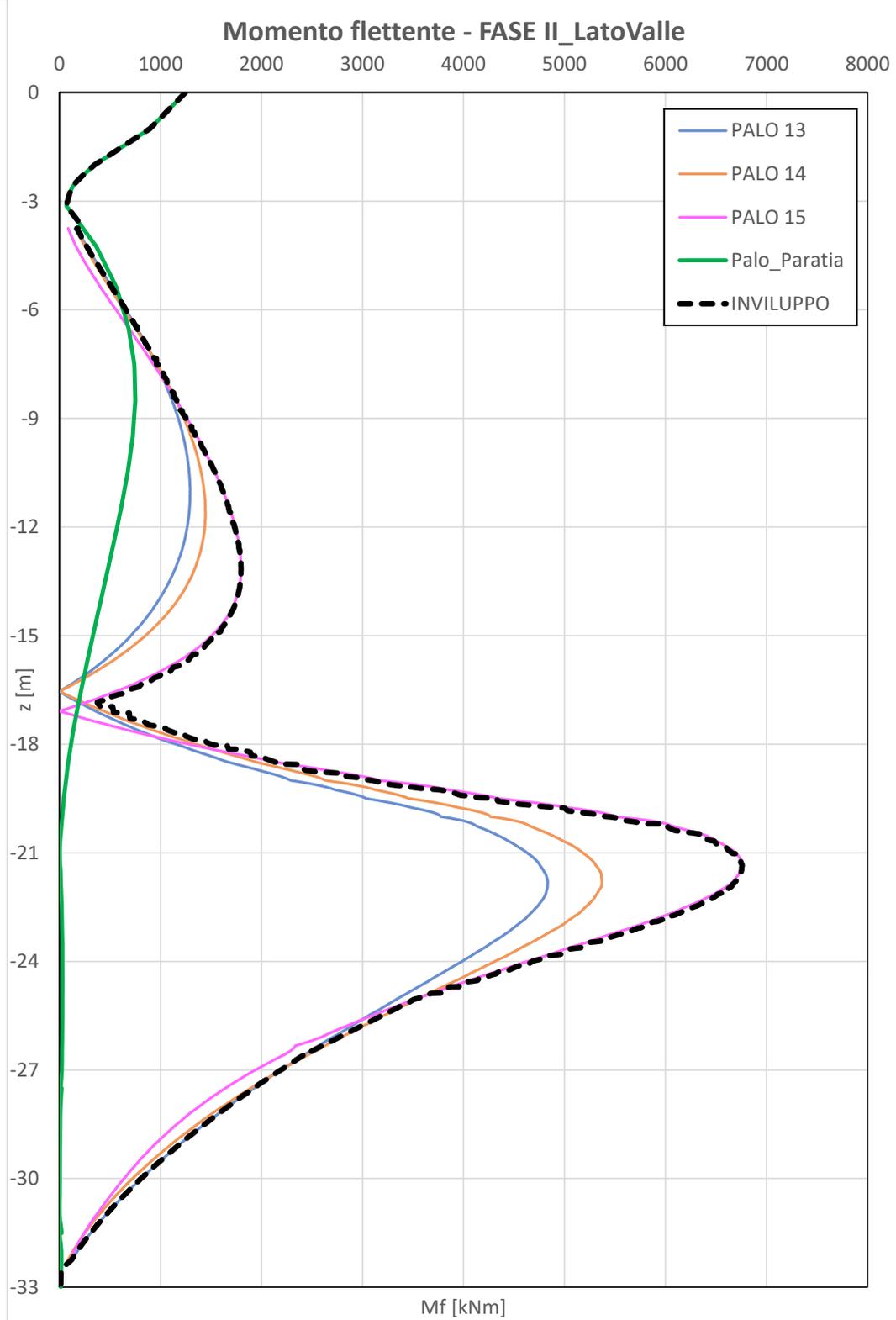


Figura 20-3 – Involuppo del momento flettente agente sui pali

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo					
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 240 di 368	

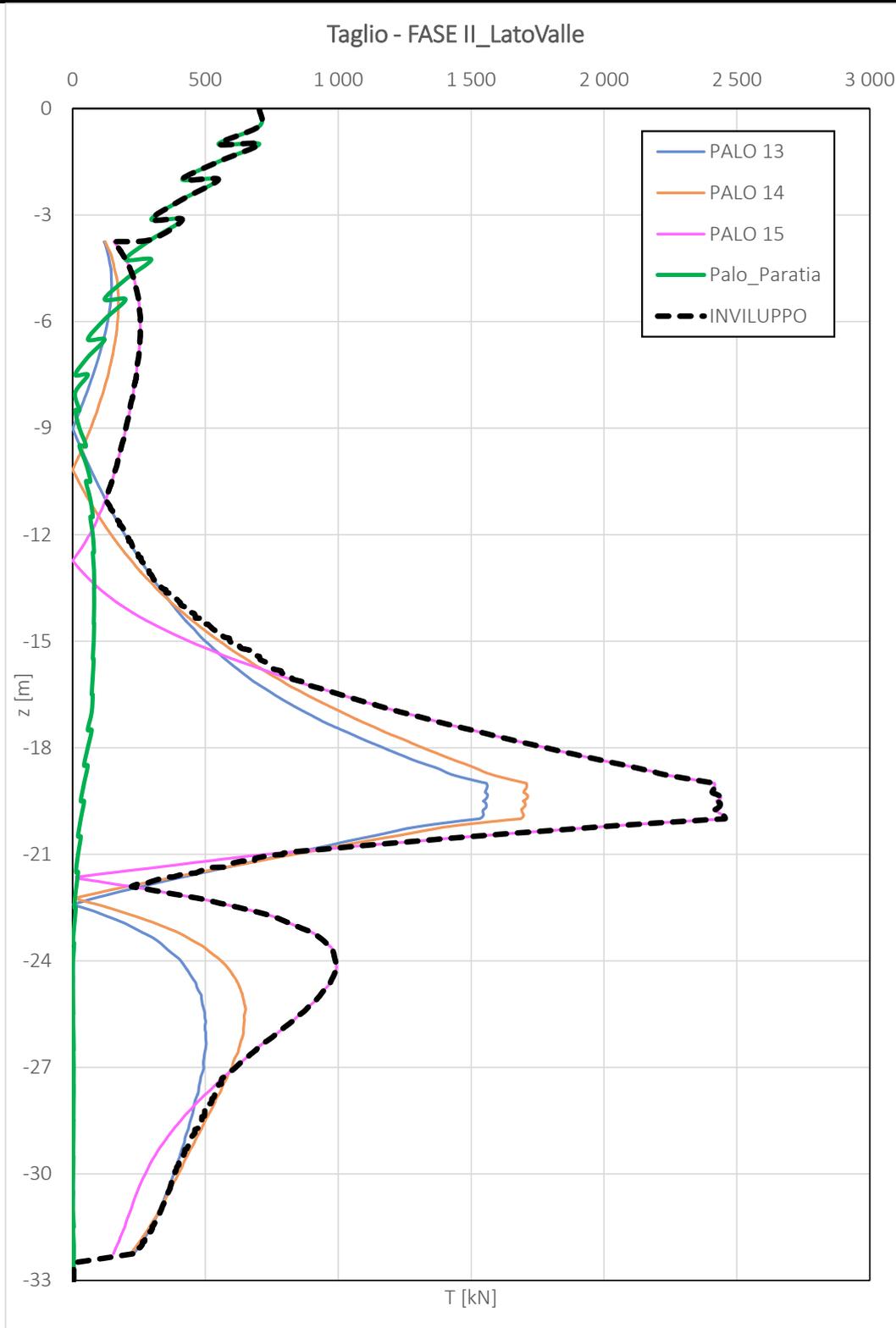


Figura 20-4 – Inviluppo del taglio agente sui pali

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 241 di 368

20.1.1 Momento flettente

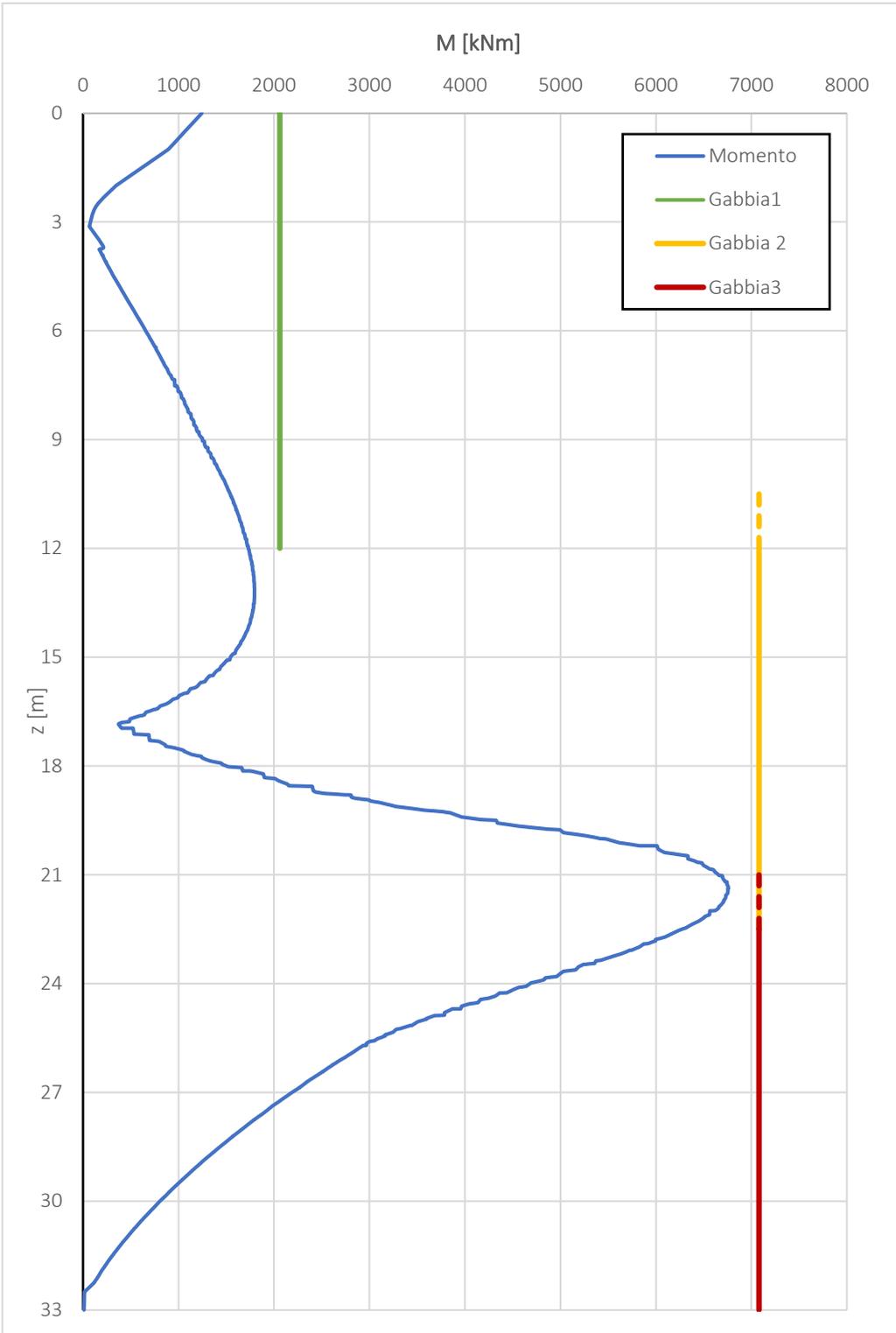


Figura 20-5 – Diagramma copertura del momento

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="0" 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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>242 di 368</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	242 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	242 di 368													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																		

20.1.2 Taglio

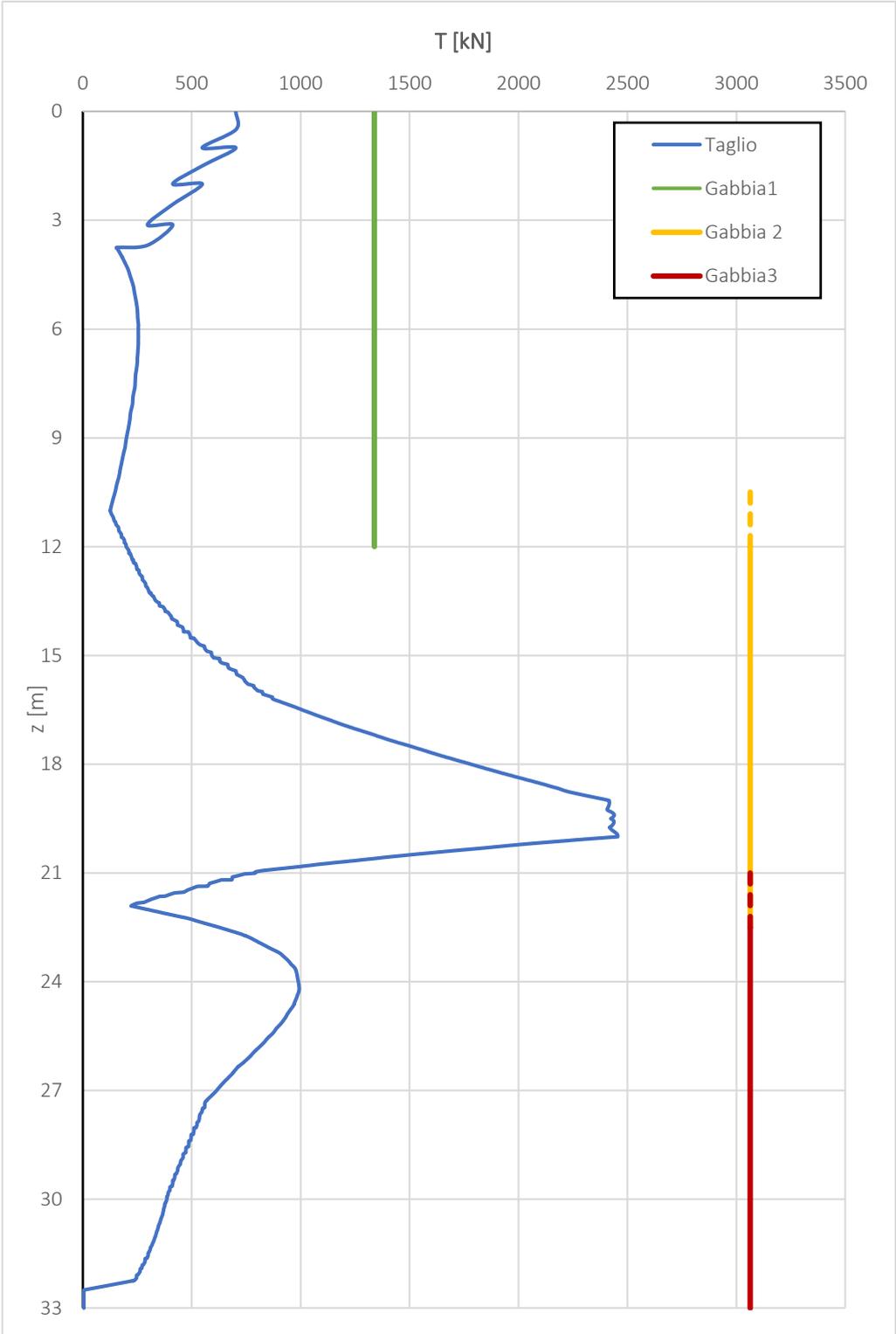


Figura 20-6 – Diagramma copertura del taglio

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.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 243 di 368

20.1.3 Verifiche

20.1.3.1 GABBIA 1

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.1 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:	2.56 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Calcestruzzo:	C25/30

Raggio circ.: 75.0 cm

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 244 di 368

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	66.3	16	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm

Passo staffe: 20.0 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	0.00	1800.00	1155.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm

Interferro netto minimo barre longitudinali: 23.3 cm

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 245 di 368

Copriferro netto minimo staffe: 6.2 cm

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 [cm ²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	0.00	1800.00	0.00	2051.52	1.14	84.9(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	75.0	0.00222	0.0	66.3	-0.01726	0.0	-66.3

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.
--------	---	---	---	-----	--------

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 246 di 368
1	0.000000000	0.000146950	-0.007521272			

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 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 calcestruzzo [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]
La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna)
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
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 calcestruzzo
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.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1155.00	3220.48	1338.12129.6	120.9	109.1	2.500	1.000	9.8	11.3(0.0)

20.1.3.2 GABBIA 2-3

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Tipo di sollecitazione: Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Comb. non sismiche

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 247 di 368

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.1 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:	2.56 MPa

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Calcestruzzo:	C25/30

Raggio circ.:	75.0 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
--------	---------	---------	--------	---------	---

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 248 di 368

1	0.0	0.0	66.0	22	32
2	0.0	0.0	59.8	22	32

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm
Passo staffe: 20.0 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	0.00	6760.00	2456.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm
Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm

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
--------	-----	---	----	-------	--------	----------	-----------

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 249 di 368

1 S 0.00 6760.00 0.00 7080.63 1.05 353.9(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	75.0	0.00279	0.0	66.0	-0.00757	0.0	-66.0

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	0.000078546	-0.002390934		

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 14 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 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 calcestruzzo [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]
La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna))

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 250 di 368

I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse).

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 calcestruzzo
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.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	2456.00	3465.88	3063.86	120.6 106.7	133.0	2.500	1.000	23.5	29.3(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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 251 di 368

20.2 VERIFICHE SLU (STR) ARMATURA DEI PALI FASEII – CENTRO

In questo capitolo si mostrano i risultati delle verifiche delle sezioni dei pali dal n° 4 al n° 12 di FASE II soggetti a flessione e taglio. Le azioni interne sono state estratte dall'analisi eseguita mediante il software *Plaxis*.

Elemento	Profondità	Lunghezza	Armatura longitudinale	Staffe
Gabbia 1	1-12m	12m	20 Φ 26	Φ 10 / 20
Gabbia 2	10.5-22.5m	12m	36 Φ 30	Φ 12 / 20
Gabbia 3	21-33m	12m	36 Φ 30	Φ 12 / 20

Le verifiche agli Stati Limite Ultimi sono state svolte con il software di calcolo RC-SEC.

Le verifiche sono state eseguite in riferimento alle azioni in condizioni SLU agenti sui pali ottenute mediante analisi *Plaxis* in Figura 20-1 (vedi Cap.15).

Le massime sollecitazioni sono state ricavate dall'involuppo degli andamenti di momento flettente e taglio considerati, mostrati in Figura 20-8 e Figura 20-9. Gli andamenti delle sollecitazioni sono riportati nei grafici in Figura 20-10 e Figura 20-11 insieme alla copertura delle due gabbie di armatura previste.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 252 di 368

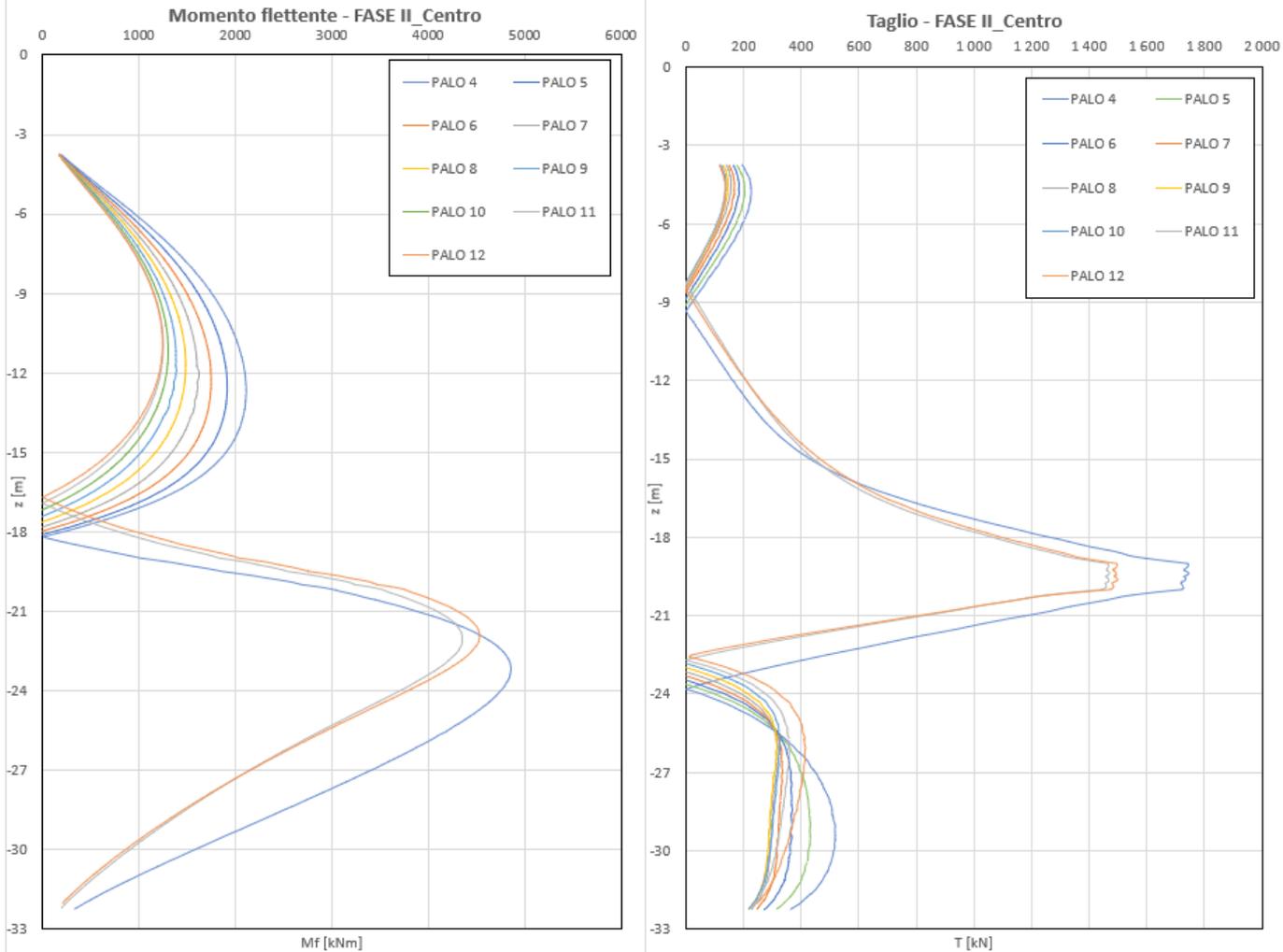


Figura 20-7 – Momento flettete e taglio agente sui pali, da analisi Plaxis

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 253 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

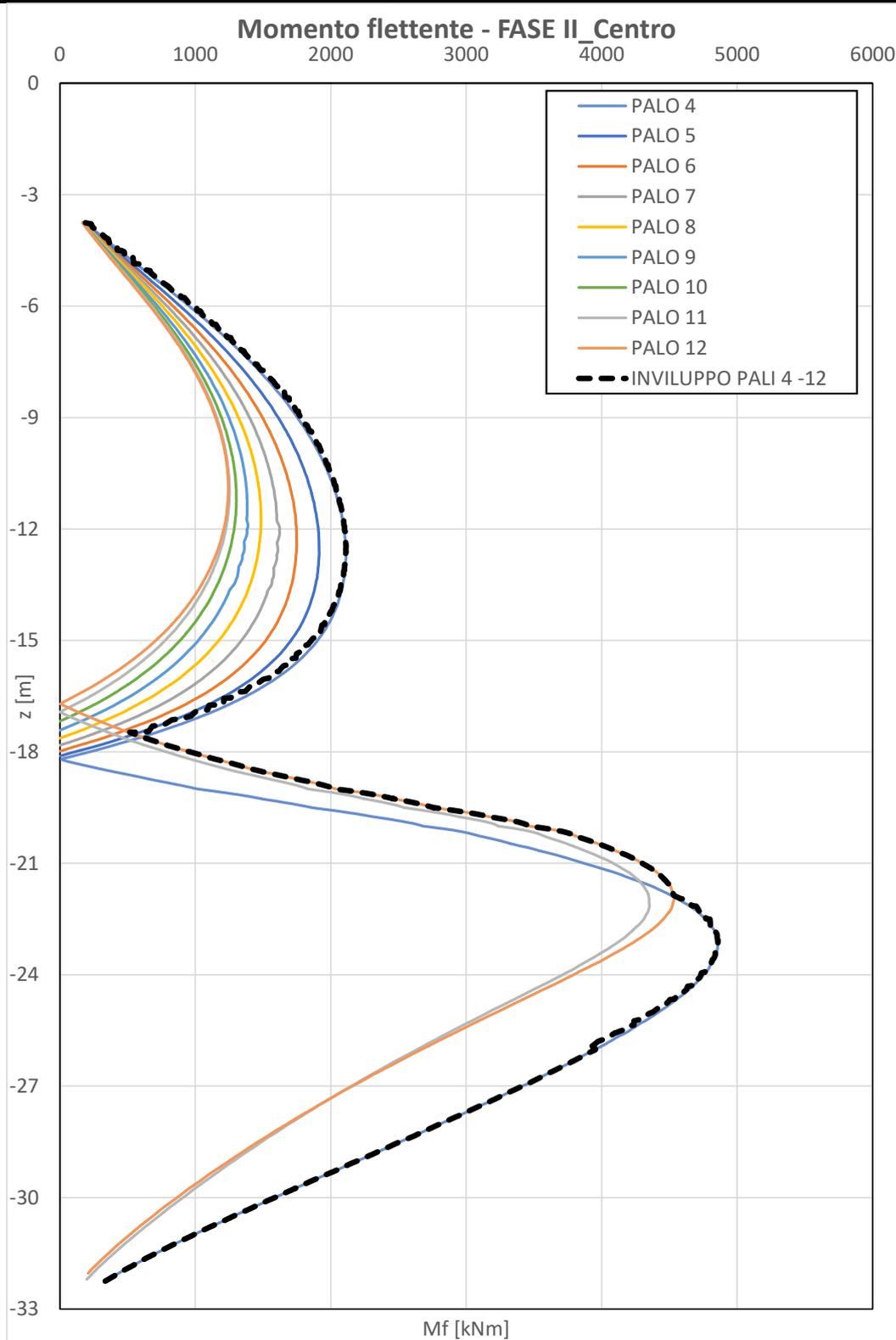


Figura 20-8 – Inviluppo del momento flettente agente sui pali

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo					
	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 254 di 368

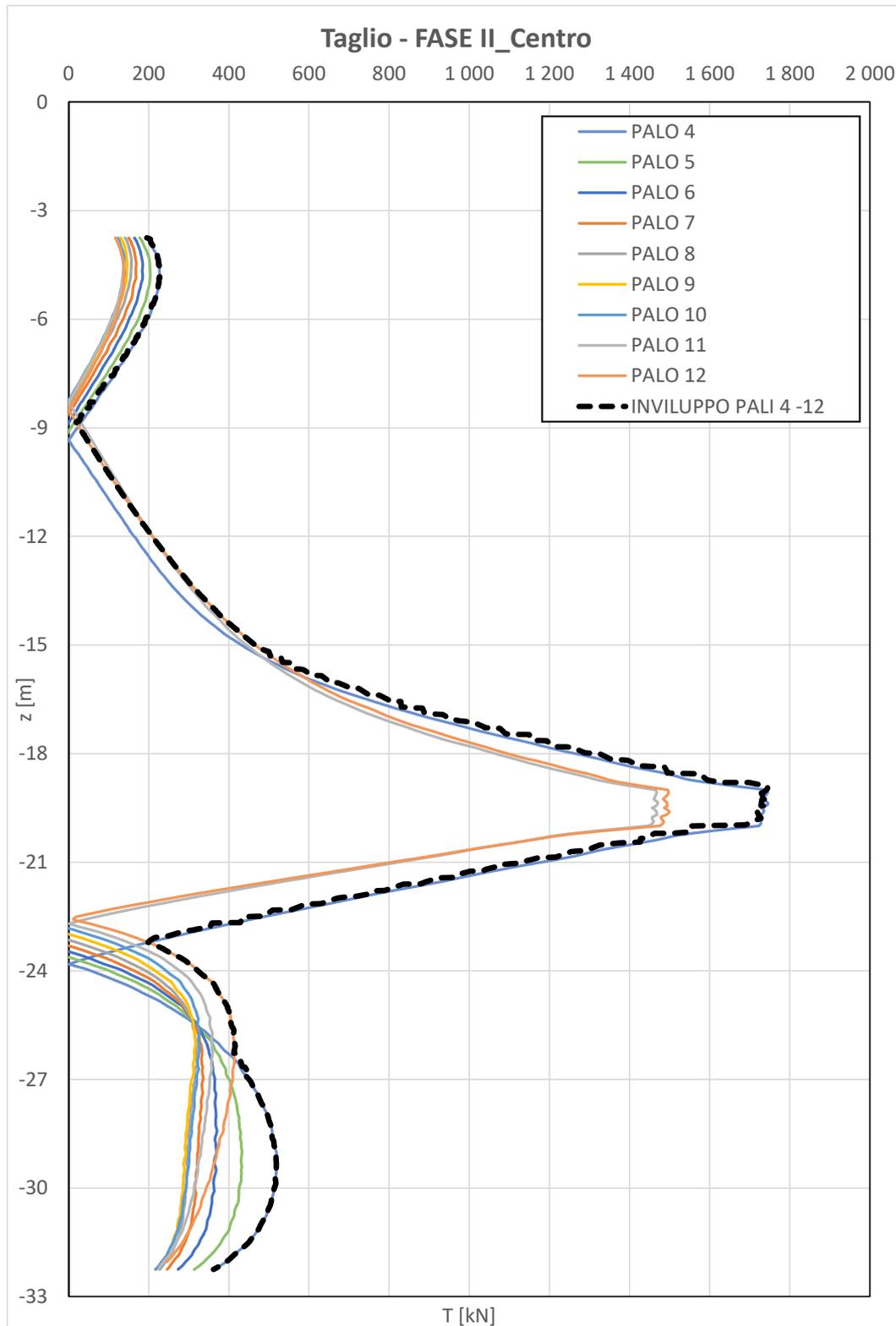


Figura 20-9 – Inviluppo del taglio agente sui pali

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 255 di 368

20.2.1 Momento flettente

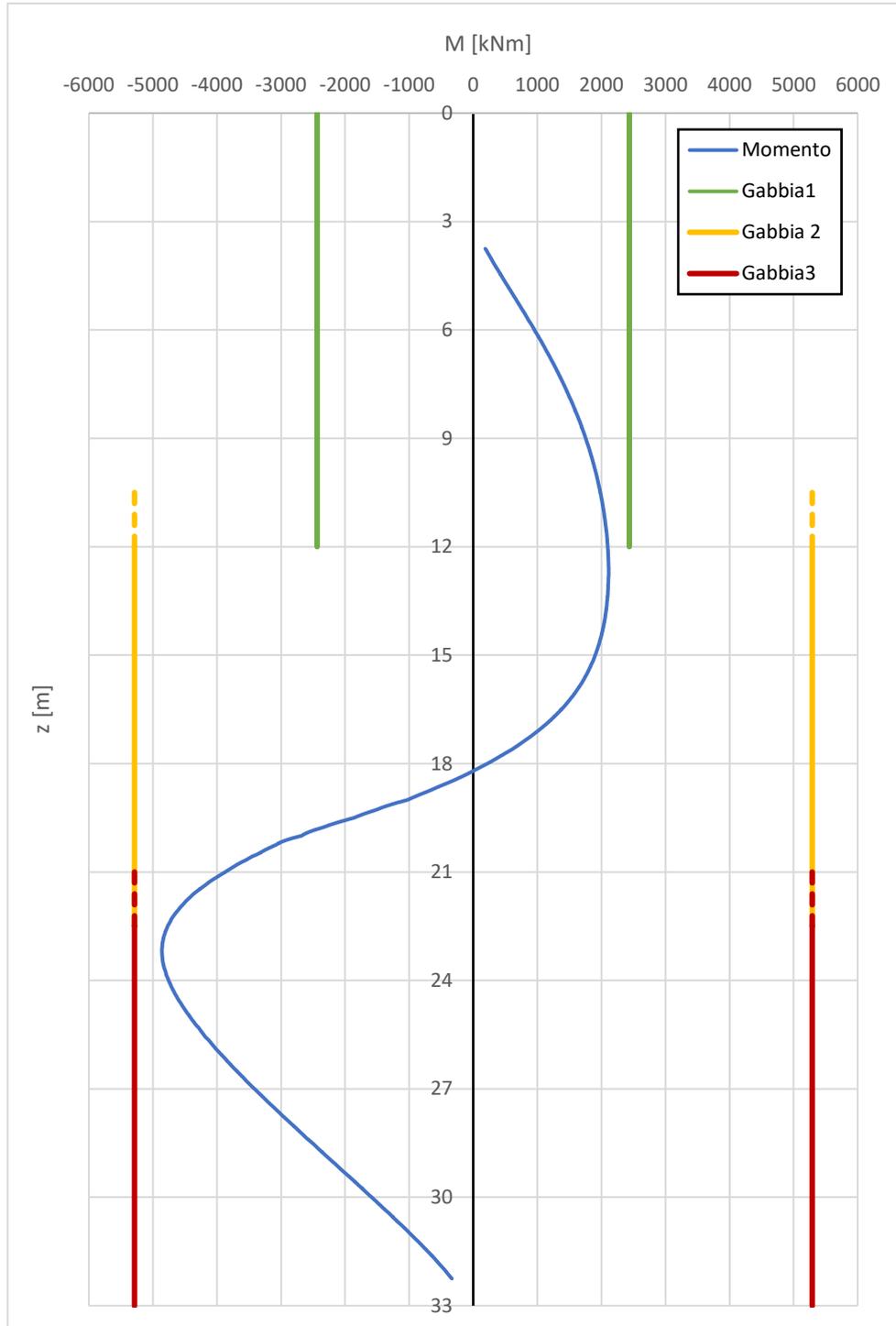


Figura 20-10 – Diagramma copertura del momento

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 256 di 368

20.2.2 Taglio

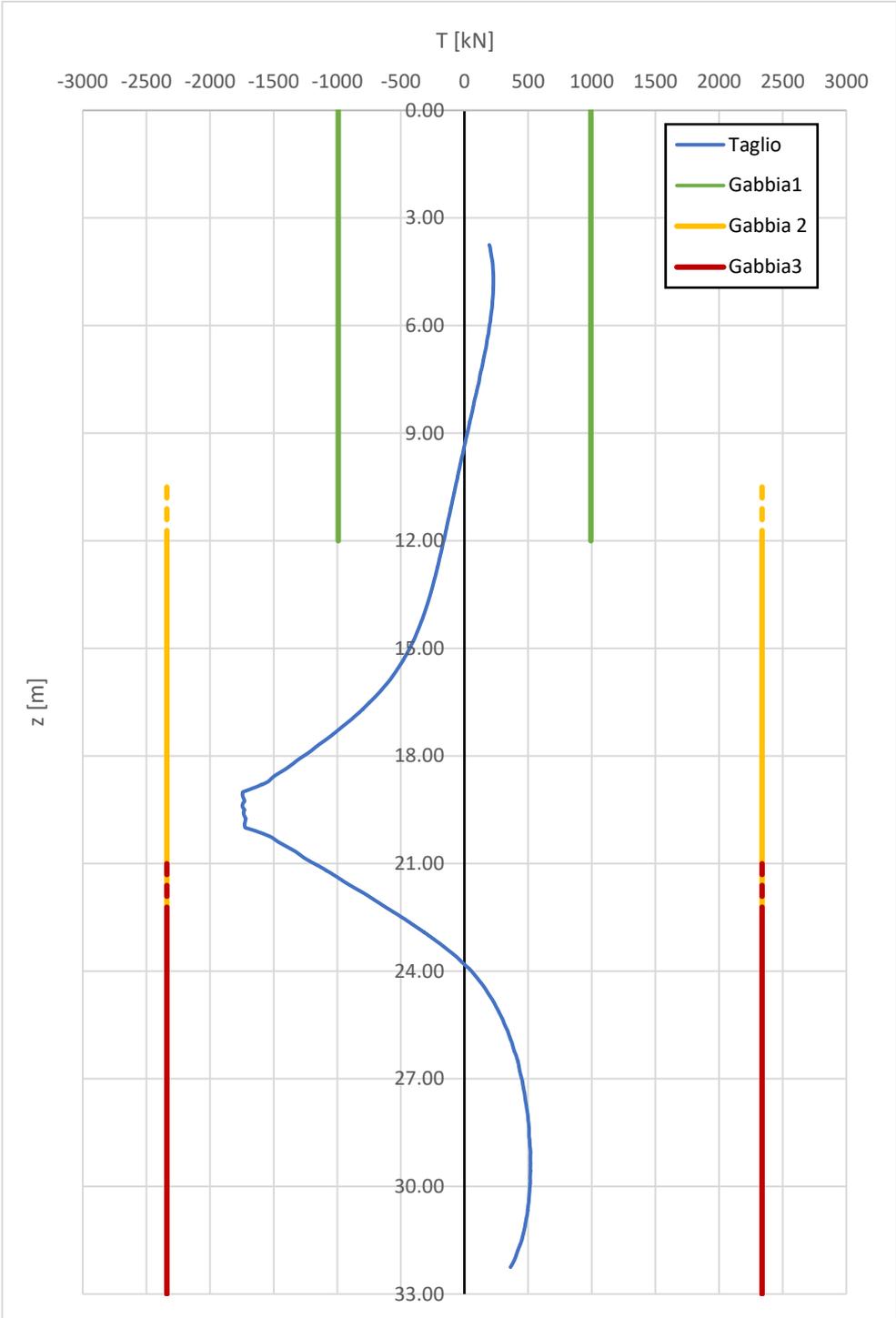


Figura 20-11 – Diagramma copertura del taglio

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.													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - <u>Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo</u>	<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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>257 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	257 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	257 di 368								

20.2.3 Verifiche

20.2.3.1 GABBIA 1

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.1 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:	2.56 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Calcestruzzo:	C25/30

Raggio circ.: 75.0 cm

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 258 di 368

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	66.5	20	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 10 mm

Passo staffe: 20.0 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	-171.00	2366.00	559.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm

Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.2 cm

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 259 di 368

Copriferro netto minimo staffe: 6.2 cm

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 [cm ²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	-171.00	2366.00	-171.10	2433.81	1.03	106.2(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	75.0	0.00233	0.0	66.5	-0.01591	0.0	-66.5

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.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 260 di 368
1	0.000000000	0.000137160	-0.006786988	----	----	

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 10 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 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 calcestruzzo [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]
La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna)
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
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 calcestruzzo
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.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	559.00	3252.51	922.57128.6	120.1	110.9	2.500	1.000	4.8	7.9(0.0)

20.2.3.2 GABBIA 2-3

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Tipo di sollecitazione: Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Comb. non sismiche

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA IF28</td> <td style="text-align: center;">LOTTO 01</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO RI5700 001</td> <td style="text-align: center;">REV. B</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO 261 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 261 di 368
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 261 di 368		

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.1 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:	2.56 MPa

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura flk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Calcestruzzo:	C25/30

Raggio circ.:	75.0 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
--------	---------	---------	--------	---------	---

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 262 di 368

1	0.0	0.0	66.3	18	30
2	0.0	0.0	60.6	18	30

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 20.0 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	-171.00	5143.00	1818.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.7 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm

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]

APPALTATORE: Conorzio 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: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 263 di 368

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	-171.00	5143.00	-171.27	5287.80	1.03	254.5(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	75.0	0.00272	0.0	66.3	-0.00919	0.0	-66.3

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	0.000089828	-0.003237120	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	12 mm
Passo staffe:	20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 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 calcestruzzo [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]

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 264 di 368

La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna))

I pesi della media sono le lunghezze delle strisce.(Sono escluse le strisce totalmente non compresse).

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 calcestruzzo

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.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1818.00	3466.55	2338.70122.4	110.4	128.6	2.500	1.000	16.8	21.6(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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 265 di 368

20.3 VERIFICHE SLU (STR) ARMATURA DEI PALI FASEII – MURO

In questo capitolo si mostrano i risultati delle verifiche delle sezioni dei pali 1, 2, 3 di FASE II, adiacenti al muro di sostegno (lato Valle), soggetti a flessione e taglio. Le azioni interne sono state estratte dall'analisi eseguita mediante il software *Plaxis*, mentre il contributo dovuto alla presenza del muro di sostegno è stato analizzato mediante il modello 3D descritto precedentemente.

Elemento	Profondità	Lunghezza	Armatura longitudinale	Staffe
Gabbia 1	1-6m	6m	44 Φ 30	Φ 14 / 20
Gabbia 2	4-16m	12m	32 Φ 26	Φ 14 / 20
Gabbia 3	14-26m	12m	48 Φ 30	Φ 14 / 20
Gabbia 4	24-30m	6m	48 Φ 26	Φ 12 / 20

Le verifiche agli Stati Limite Ultimi sono state svolte con il software di calcolo RC-SEC.

Le verifiche sono state eseguite in riferimento alle azioni in condizioni SLU agenti sui pali ottenute mediante analisi *Plaxis* in Figura 20-12 (vedi Cap.15) ed alle azioni agenti sul palo di valle del muro in Figura 20-13 del quale si riporta solamente il caso con altezza $H_2 = 12.16m$, poiché risulta sempre dimensionante rispetto al muro con altezza minore (vedi Cap.16).

Le massime sollecitazioni sono state ricavate dall'involuppo degli andamenti di momento flettente e taglio considerati, mostrati in Figura 20-14 e Figura 20-15. Gli andamenti delle sollecitazioni sono riportati nei grafici in Figura 20-16 e Figura 20-17 insieme alla copertura delle due gabbie di armatura previste.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo					
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 266 di 368	

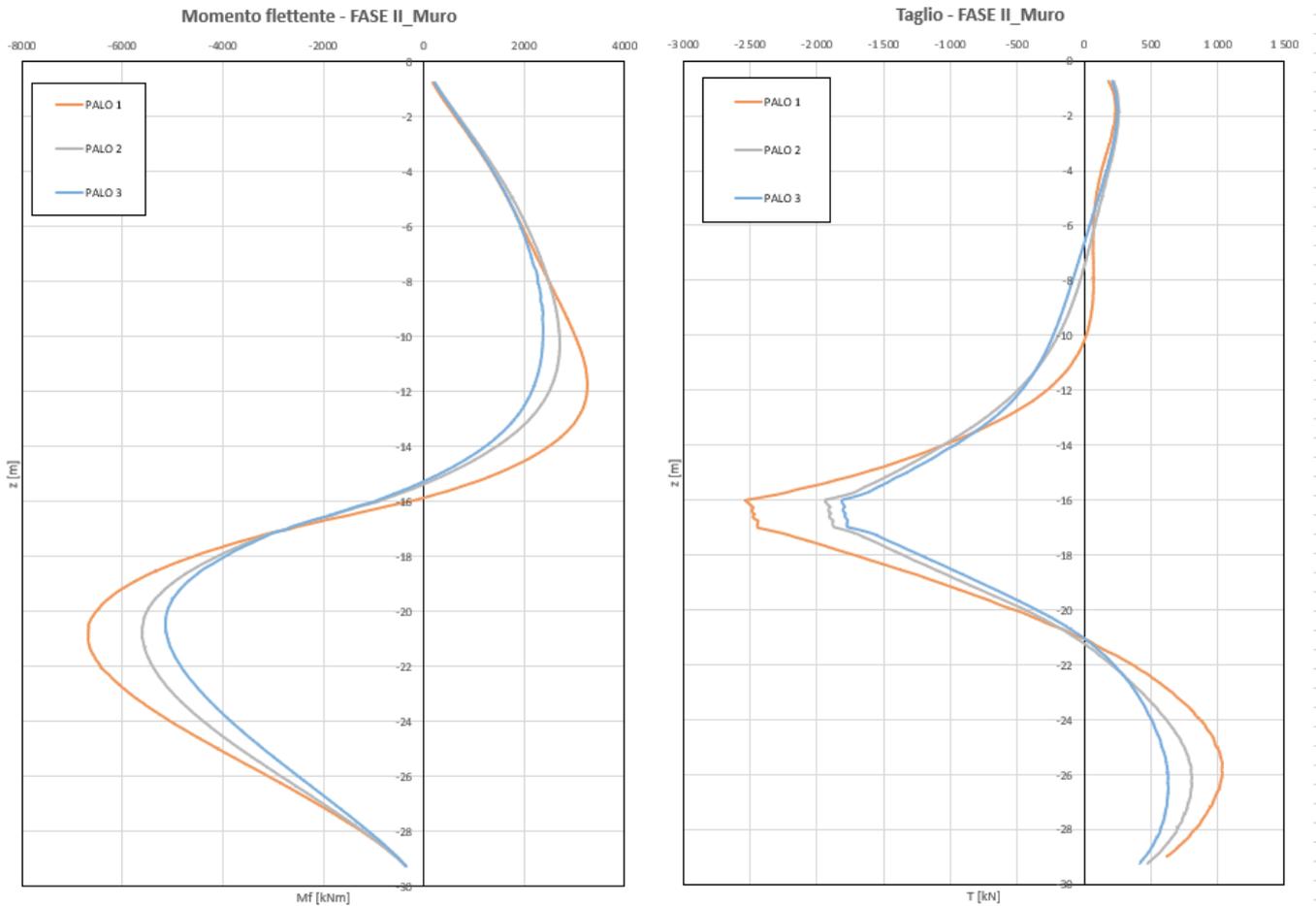


Figura 20-12 – Momento flettete e taglio agente sui pali, da analisi Plaxis

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 267 di 368

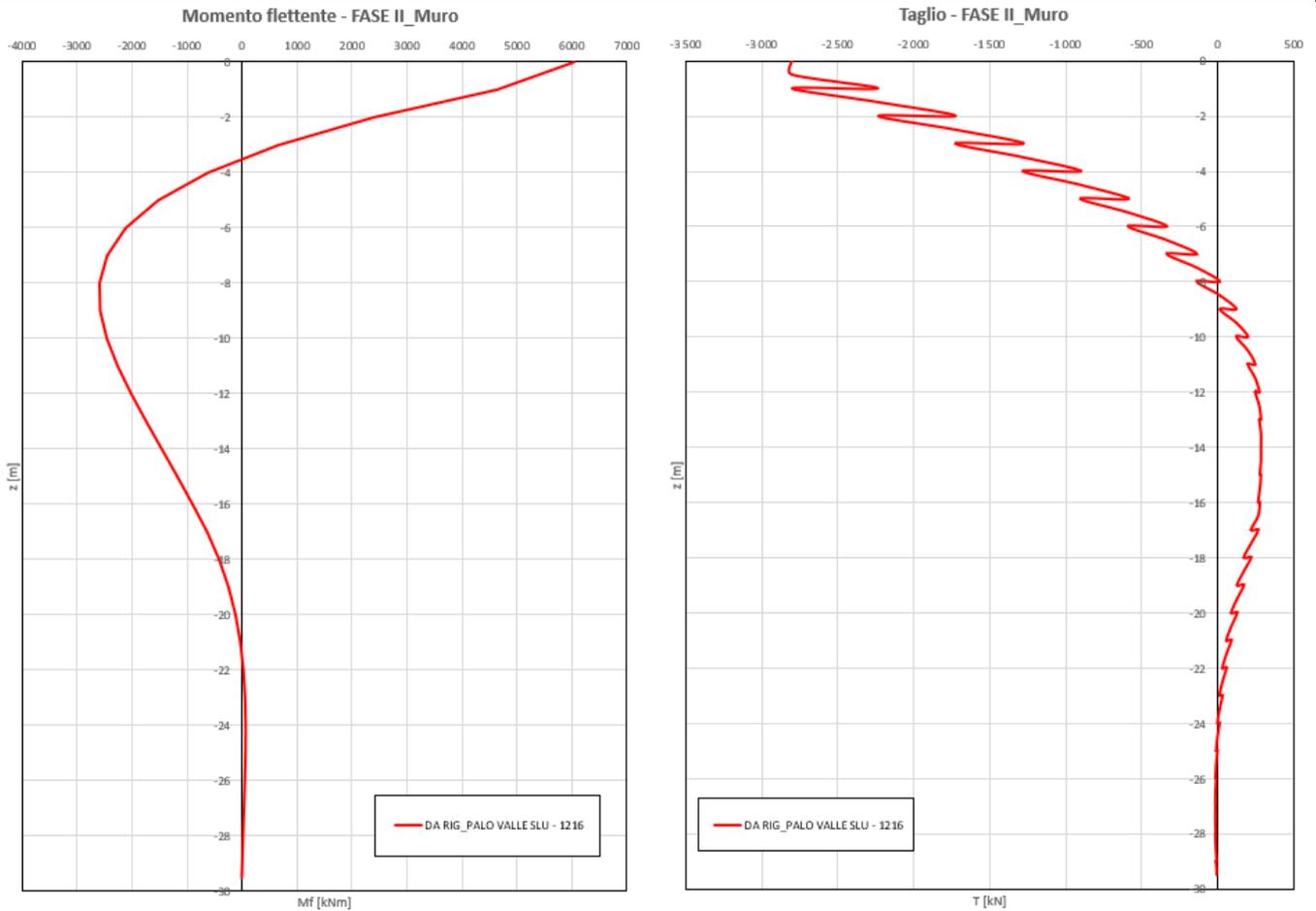


Figura 20-13 – Momento flettete e taglio agente in condizioni SLU sul palo di valle del muro di sostegno

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 268 di 368

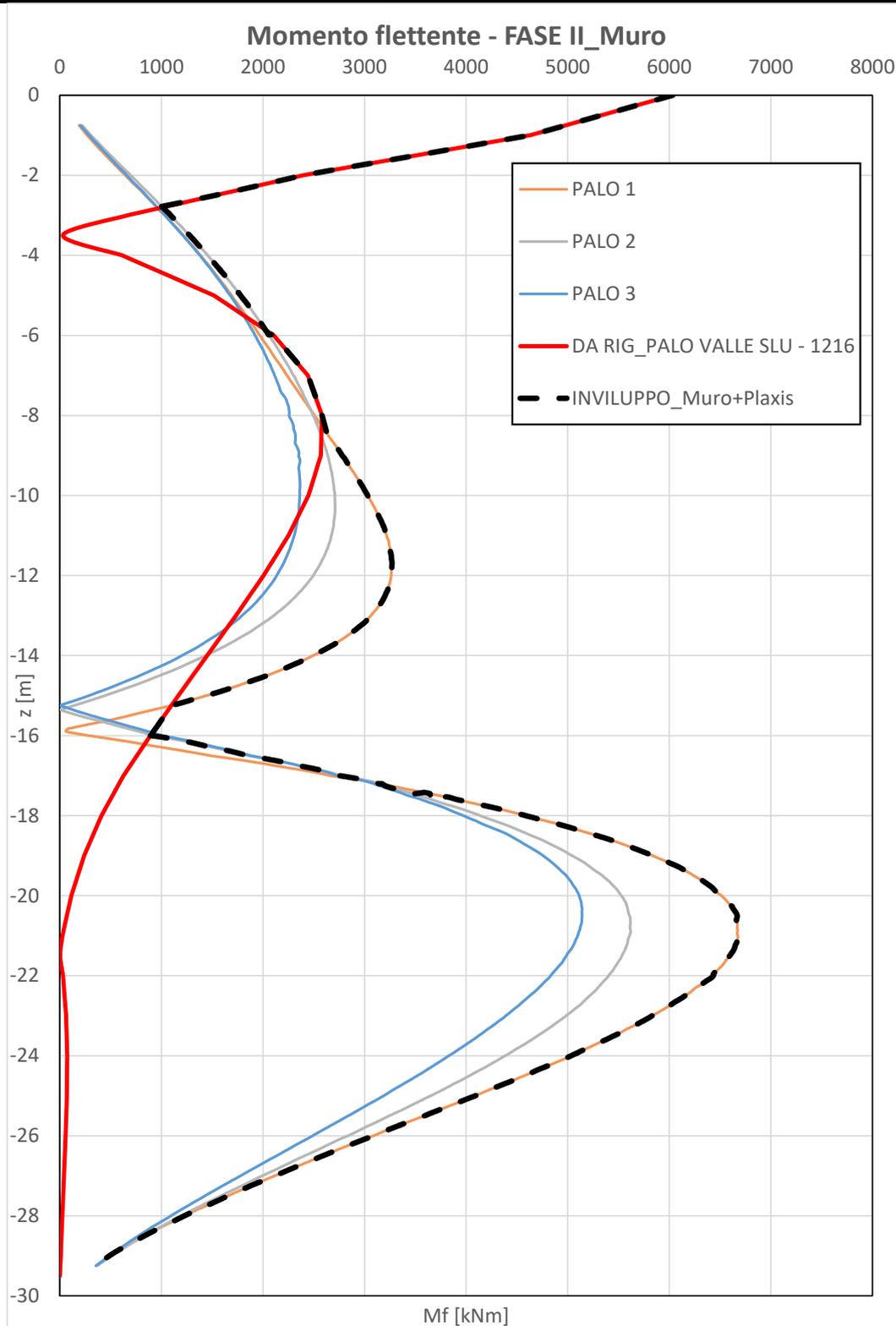


Figura 20-14 – Involuppo del momento flettente agente sui pali

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 269 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

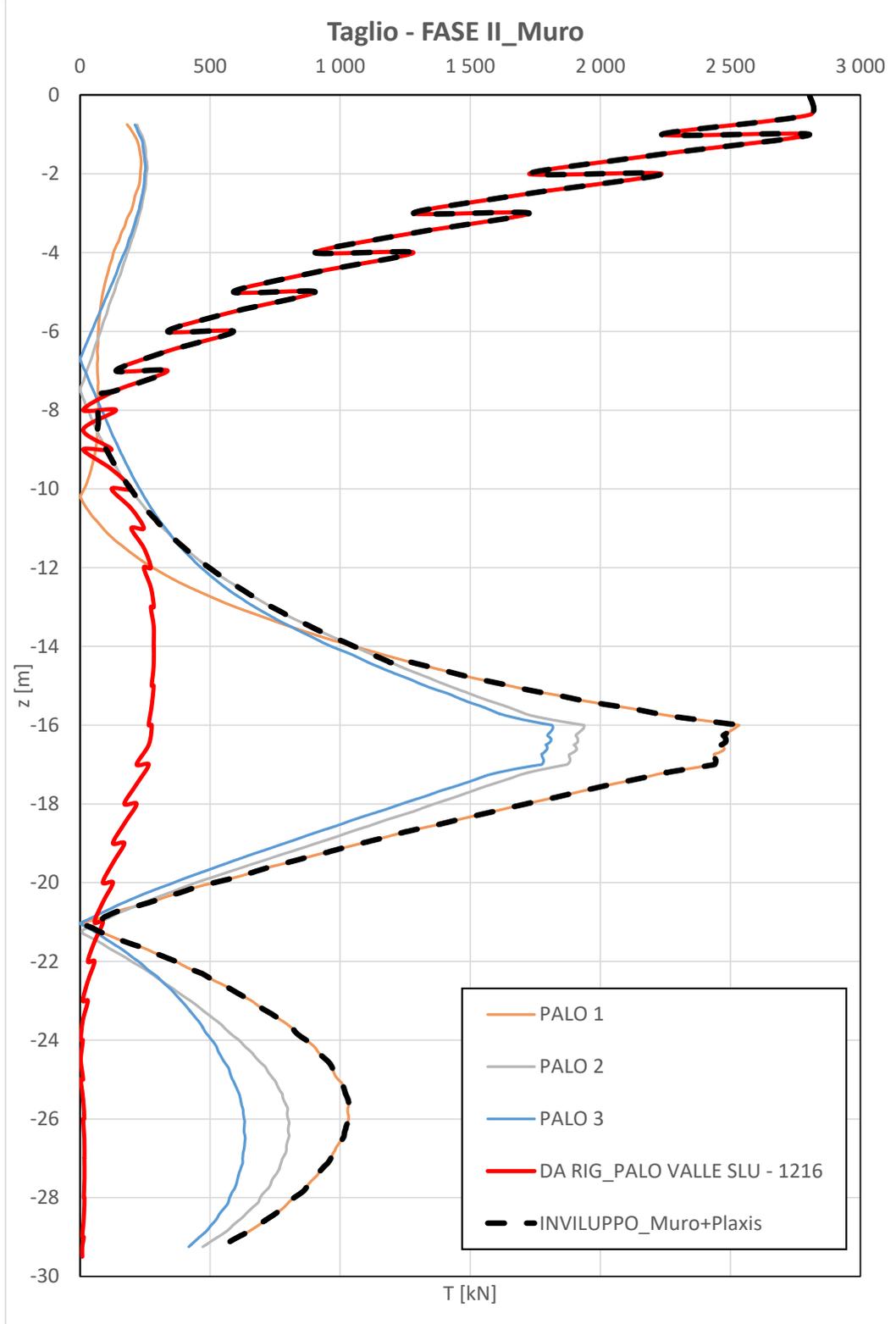


Figura 20-15 – Inviluppo del taglio agente sui pali

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 270 di 368

20.3.1 Momento flettente

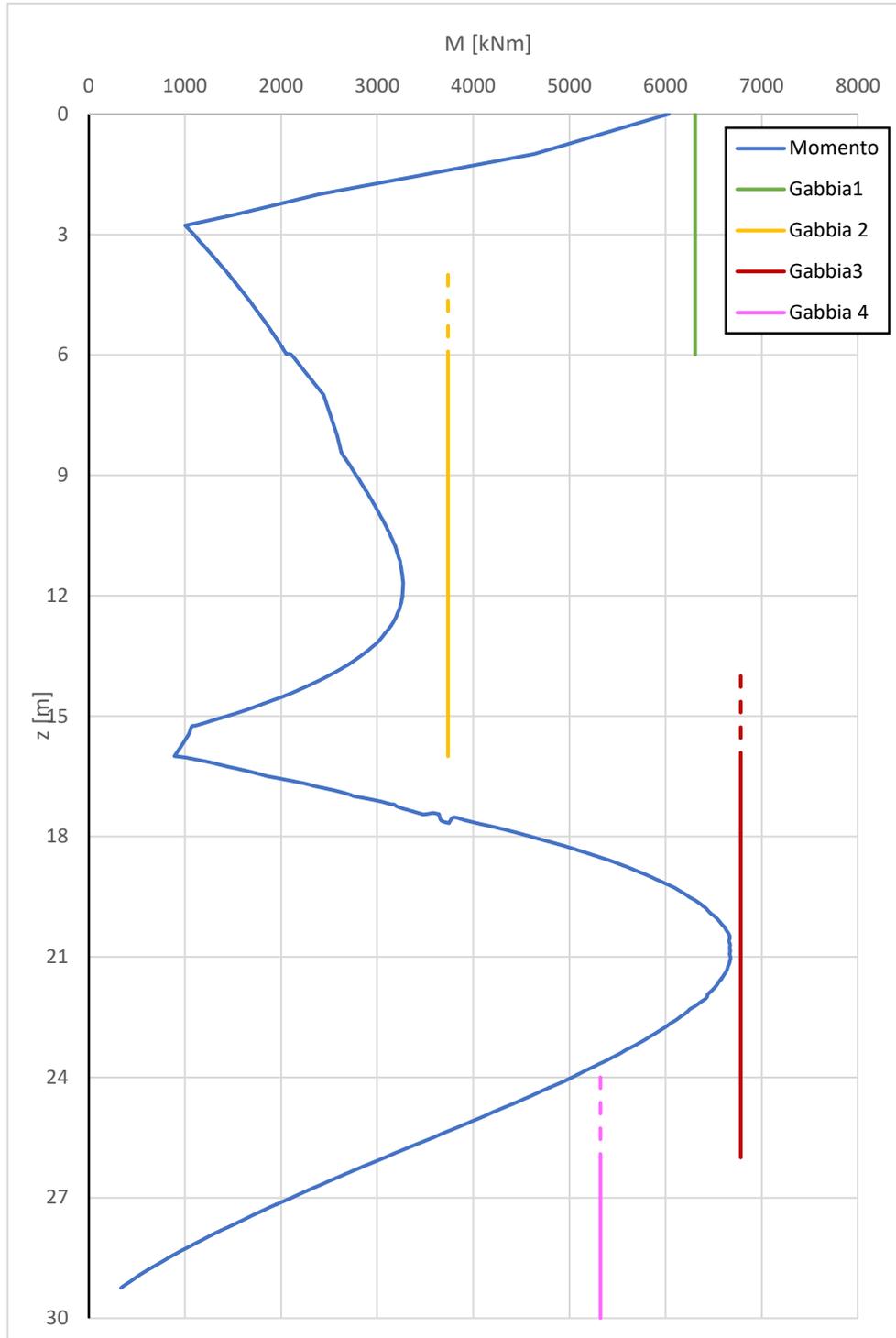


Figura 20-16 – Diagramma copertura del momento

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 271 di 368

20.3.2 Taglio

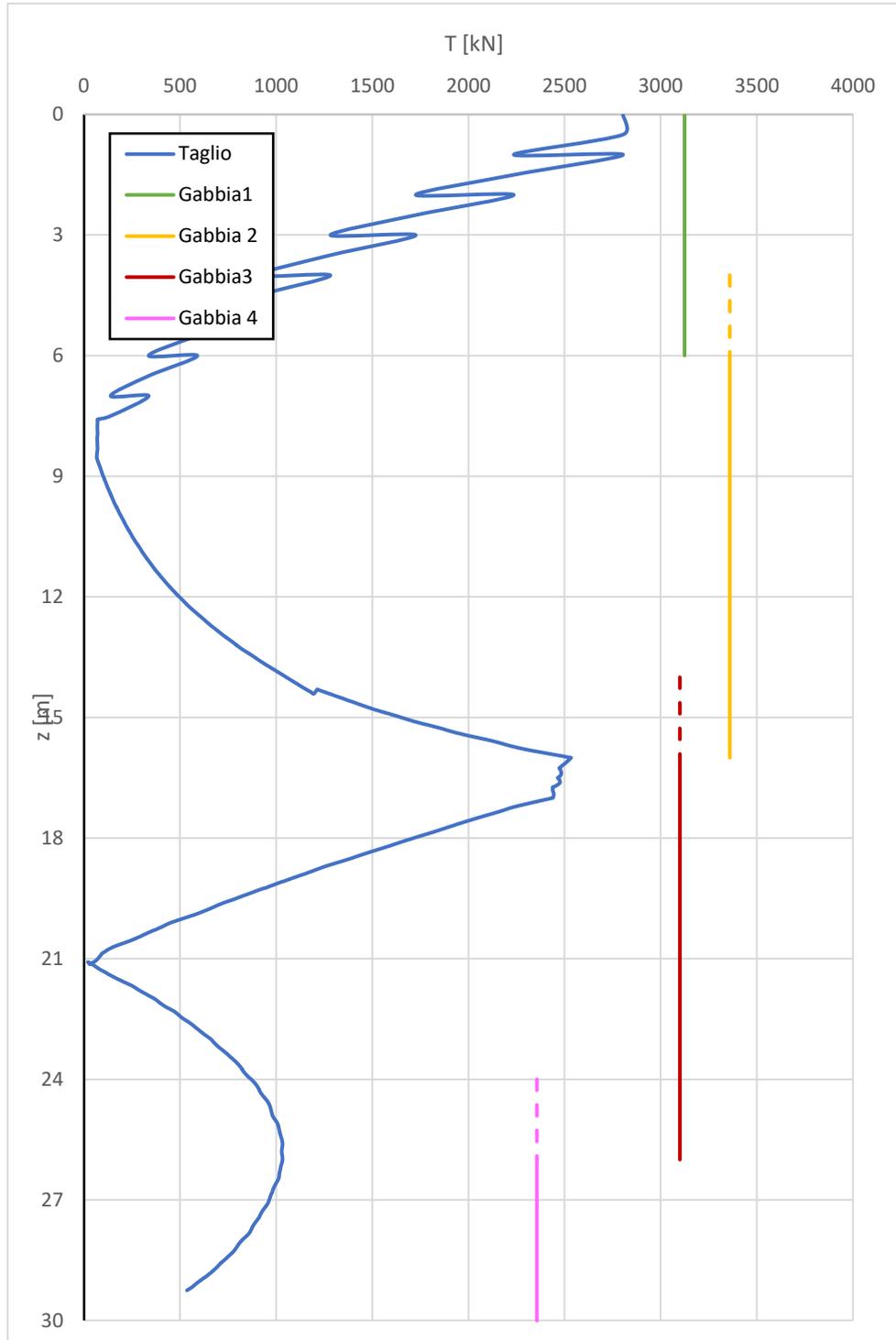


Figura 20-17 – Diagramma copertura del taglio

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>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - 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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>272 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	272 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	272 di 368								

20.3.3 Verifiche

20.3.3.1 GABBIA 1

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.1 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:	2.56 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Calcestruzzo:	C25/30

Raggio circ.: 75.0 cm

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 273 di 368

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	66.1	22	30
2	0.0	0.0	60.2	22	30

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm

Passo staffe: 20.0 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	-158.00	6200.00	2900.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 274 di 368

Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.9 cm

Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm

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	-158.00	6200.00	-157.83	6308.86	1.02	311.0(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	75.0	0.00276	0.0	66.1	-0.00820	0.0	-66.1

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

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 275 di 368

N°Comb a b c x/d C.Rid.

1 0.000000000 0.000082913 -0.002718446 ---- ----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 14 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 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 calcestruzzo [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]
La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna)
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
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 calcestruzzo
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-
sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	2900.00	3447.36	3123.78121.7	108.6	130.1	2.500	1.000	27.3	29.4(0.0)

20.3.3.2 GABBIA 2

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Tipo di sollecitazione: Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 276 di 368

Riferimento alla sismicità: Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C25/30
Resis. compr. di progetto fcd: 14.2 MPa
Resis. compr. ridotta fcd': 7.1 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: 2.56 MPa

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk: 450.0 MPa
Resist. caratt. rottura ftk: 450.0 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd: 391.3 MPa
Resist. ultima di progetto ftd: 391.3 MPa
Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
Modulo Elastico Ef 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Calcestruzzo: C25/30

Raggio circ.: 75.0 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

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 277 di 368

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	66.7	16	26
2	0.0	0.0	62.8	16	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm
 Passo staffe: 20.0 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	-158.00	3300.00	2560.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 1.3 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 5.6 cm

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]

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA IF28</td> <td style="text-align: center;">LOTTO 01</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO R15700 001</td> <td style="text-align: center;">REV. B</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO 278 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 278 di 368
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 278 di 368		

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	-158.00	3300.00	-157.95	3735.74	1.13	169.9(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	75.0	0.00261	0.0	66.7	-0.01161	0.0	-66.7

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	0.000106652	-0.004498931	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	14 mm
Passo staffe:	20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 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 calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - 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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>279 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	279 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	279 di 368								

d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna))
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce.(Sono escluse le strisce totalmente non compresse).

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 calcestruzzo

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.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	2560.00	3419.91	3360.27	114.9	121.9	2.500	1.000	22.8	29.9(0.0)

20.3.3.3 GABBIA 3

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Tipo di sollecitazione: Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.1 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:	2.56 MPa

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 280 di 368

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Calcestruzzo:	C25/30

Raggio circ.:	75.0 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	66.1	24	30
2	0.0	0.0	60.2	24	30

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	14 mm
Passo staffe:	20.0 cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA IF28</td> <td>LOTTO 01</td> <td>CODIFICA V ZZ CL</td> <td>DOCUMENTO RI5700 001</td> <td>REV. B</td> <td>FOGLIO 281 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 281 di 368
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 281 di 368		

- 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	-158.00	6700.00	2560.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

- Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
- Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.9 cm
- Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm

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	-158.00	6700.00	-157.77	6783.50	1.01	339.3(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

- ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Deform. unit. massima del calcestruzzo 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.)

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 282 di 368

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	75.0	0.00278	0.0	66.1	-0.00791	0.0	-66.1

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	0.000080892	-0.002566880	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 14 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = Vy ortogonale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [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]
La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna)
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce.(Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
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 calcestruzzo
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-
sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del 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.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 283 di 368

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	2560.00	3460.95	3100.16	121.2 107.7	131.6	2.500	1.000	24.3	29.4(0.0)

20.3.3.4 GABBIA 4

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.1 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:	2.56 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 284 di 368

Forma del Dominio: Circolare

Classe Calcestruzzo: C25/30

Raggio circ.: 75.0 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	66.5	24	26
2	0.0	0.0	61.4	24	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm

Passo staffe: 20.0 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	-158.00	5100.00	1100.00

RISULTATI DEL 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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 285 di 368

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.2	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.5	cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.0	cm

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 [cm ²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	-158.00	5100.00	-158.08	5323.47	1.04	254.8(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	75.0	0.00273	0.0	66.5	-0.00927	0.0	-66.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 286 di 368

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	0.000090226	-0.003266959	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = Vy ortogonale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [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]
La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna))
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce.(Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
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 calcestruzzo
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.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1100.00	3475.21	2355.61122.6	110.7	128.6	2.500	1.000	10.2	21.8(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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - 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;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">RI5700 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">287 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	287 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	287 di 368								

20.4 VERIFICHE SLU (STR) ARMATURA DEI PALI FASEI – MURO

In questo capitolo si mostrano i risultati delle verifiche delle sezioni dei pali dal n°16 al n° 20 di FASE I, adiacenti al muro di sostegno (lato Monte), soggetti ad azione assiale, flessione e taglio. Le azioni interne sono state estratte dall'analisi eseguita mediante il software *Plaxis*, mentre il contributo dovuto alla presenza del muro di sostegno è stato analizzato mediante il modello 3D descritto precedentemente.

Elemento	Profondità	Lunghezza	Armatura longitudinale	Staffe
Gabbia 1	1-6m	6m	52 Φ 32	Φ 12 / 20
Gabbia 2	4-16m	12m	32 Φ 26	Φ 10 / 20
Gabbia 3	13.5-25m	12m	64 Φ 32	Φ 14 / 15
Gabbia 4	23-35m	12m	64 Φ 32	Φ 10 / 20

Le verifiche agli Stati Limite Ultimi sono state svolte con il software di calcolo RC-SEC.

Le verifiche sono state eseguite in riferimento alle azioni in condizioni SLU agenti sui pali ottenute mediante analisi *Plaxis* in Figura 20-18 (vedi Cap.15) ed alle azioni agenti sul palo di valle del muro in Figura 20-19 del quale si riporta solamente il caso con altezza $H_2 = 12.16m$, poiché risulta sempre dimensionante rispetto al muro con altezza minore (vedi Cap.16).

Le massime sollecitazioni sono state ricavate dall'involuppo degli andamenti di momento flettente e taglio considerati, mostrati in Figura 20-20 e Figura 20-21. Gli andamenti delle sollecitazioni sono riportati nei grafici in Figura 20-22 e Figura 20-23 insieme alla copertura delle due gabbie di armatura previste.

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 288 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

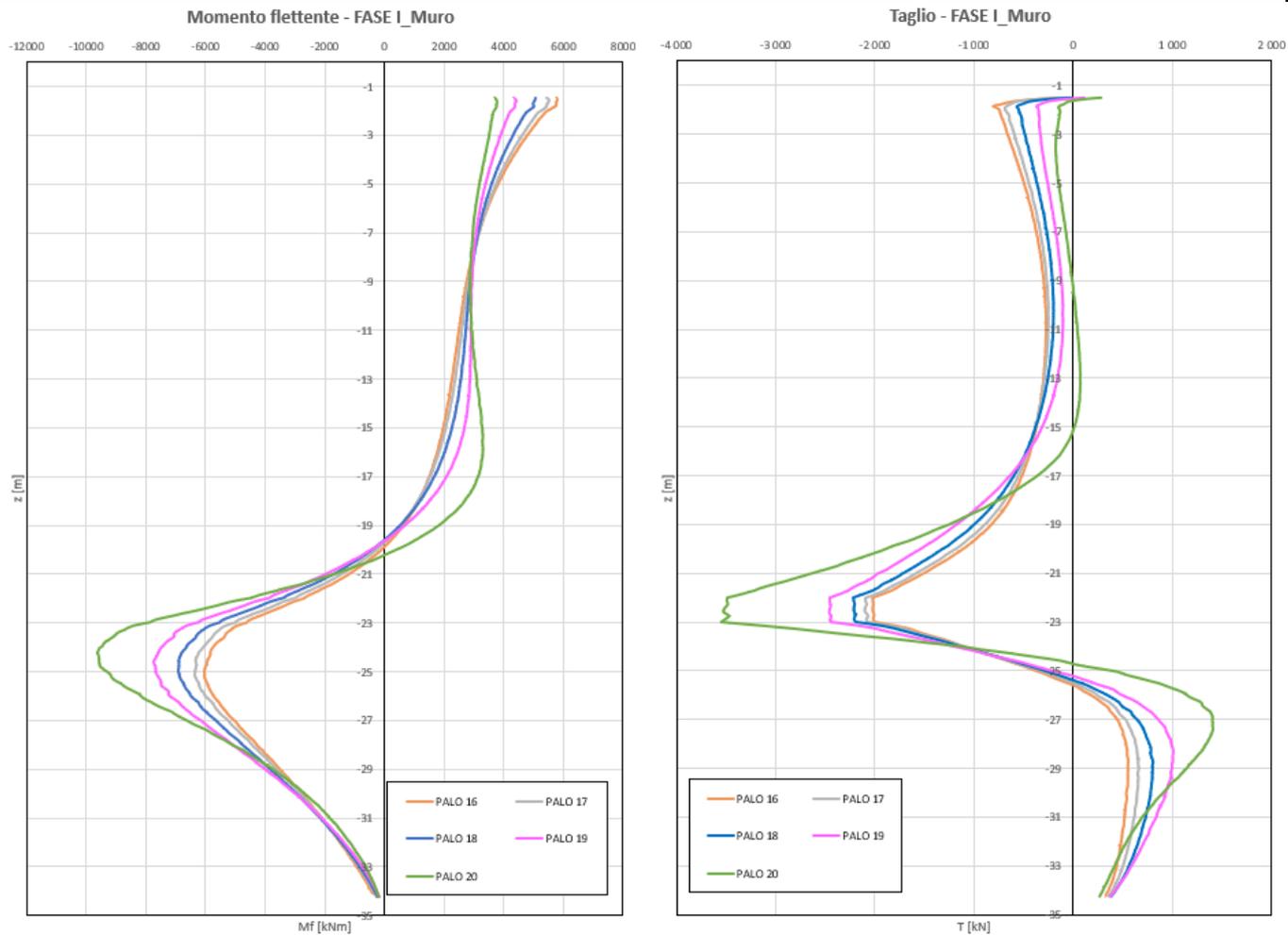


Figura 20-18 – Momento flettente e taglio agente sui pali, da analisi Plaxis

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 289 di 368

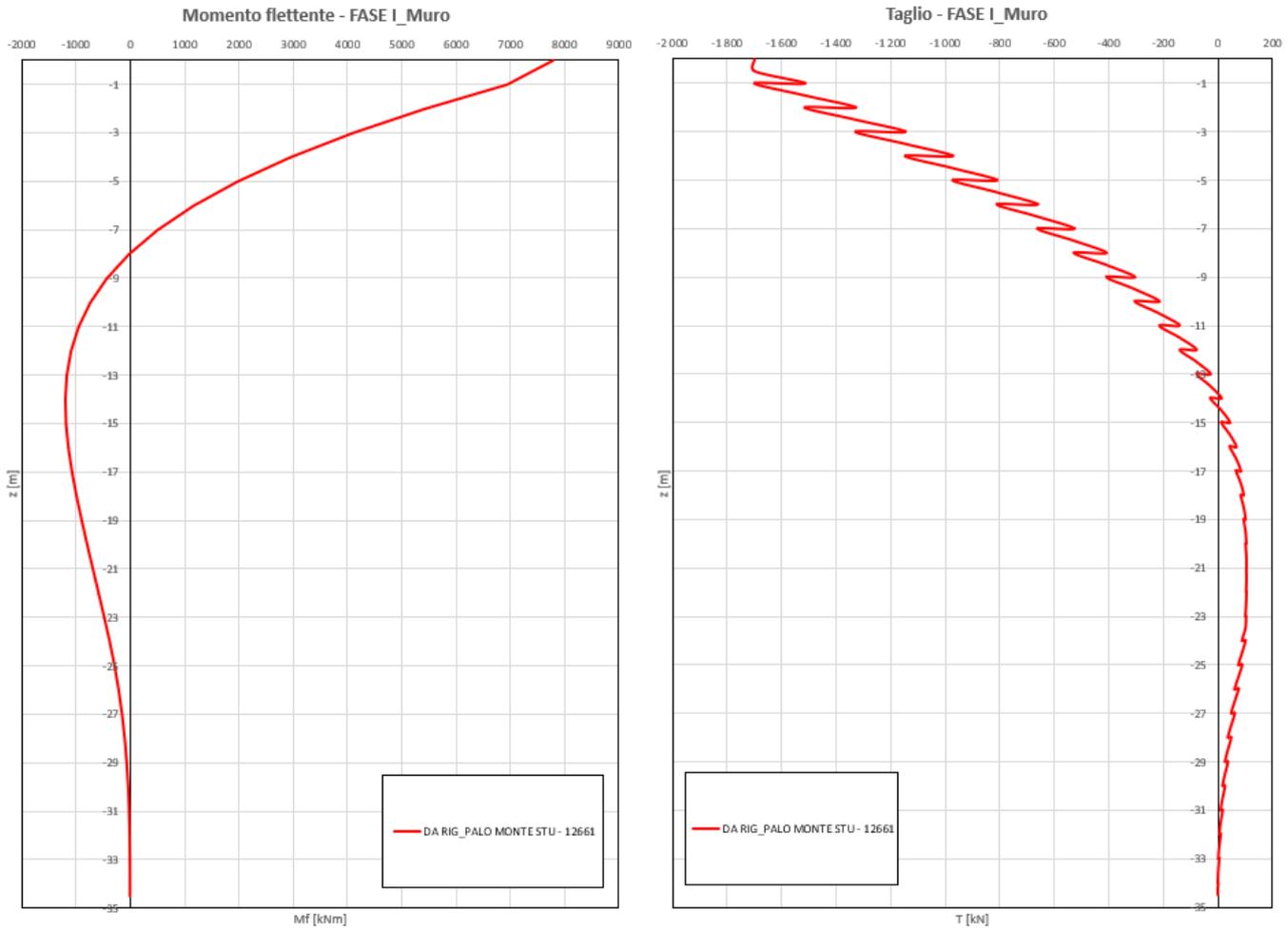


Figura 20-19 – Momento flettete e taglio agente in condizioni SLU sul palo di monte del muro di sostegno

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 290 di 368

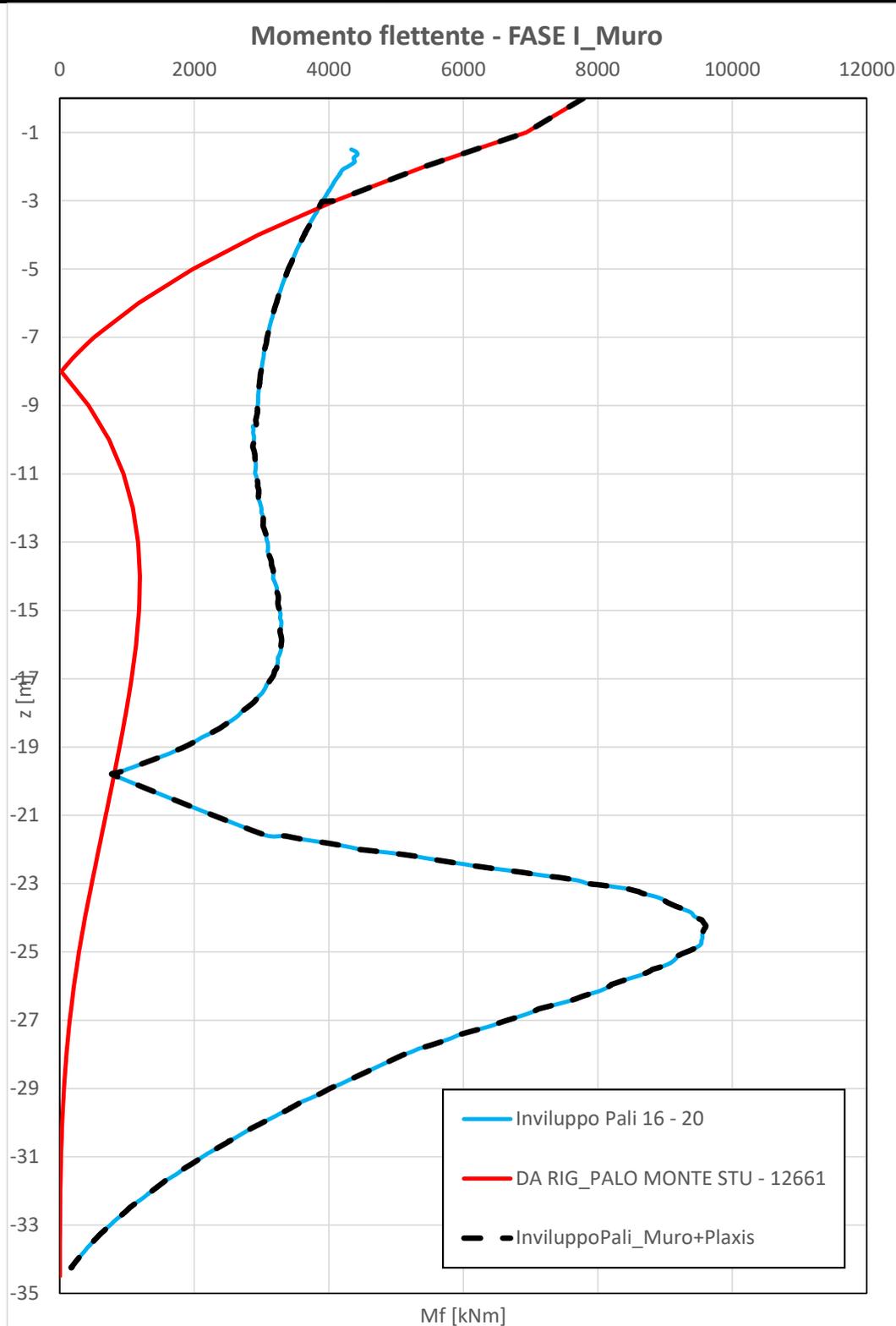


Figura 20-20 – Involuppo del momento flettente agente sui pali

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 291 di 368

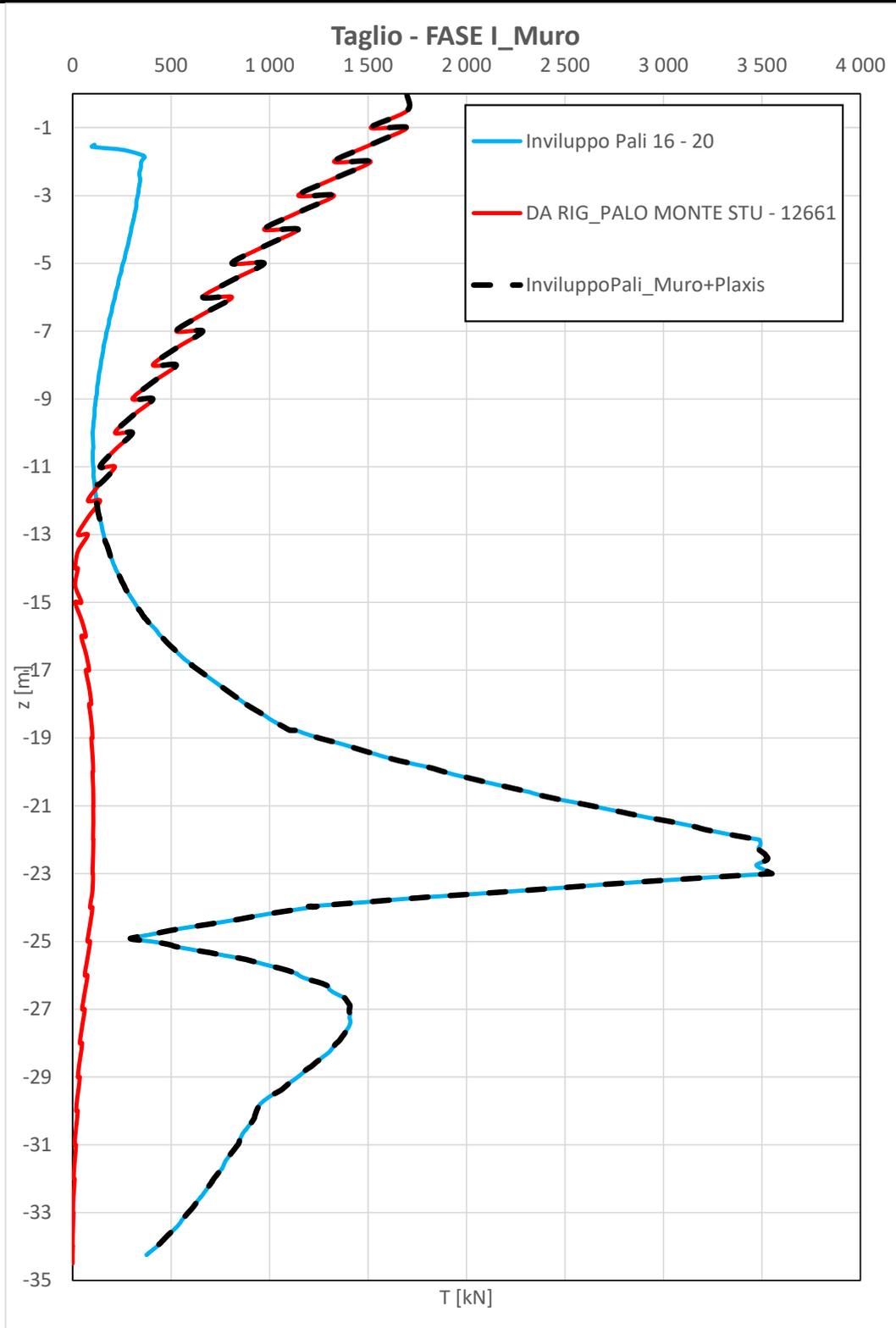


Figura 20-21 – Inviluppo del taglio agente sui pali

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="0" 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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>292 di 368</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	292 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	292 di 368													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																		

20.4.1 Momento flettente

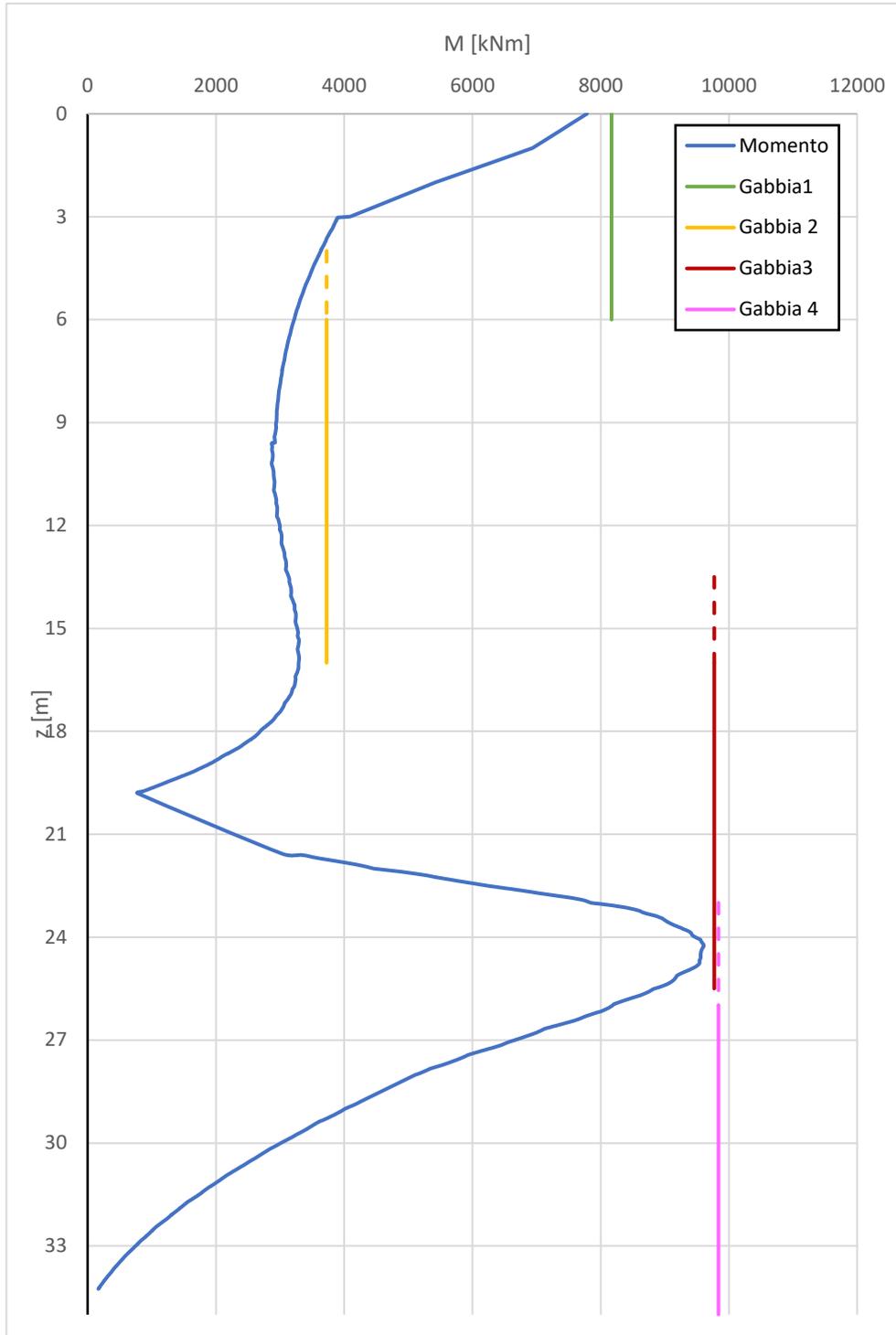


Figura 20-22 – Diagramma copertura del momento

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 293 di 368

20.4.2 Taglio

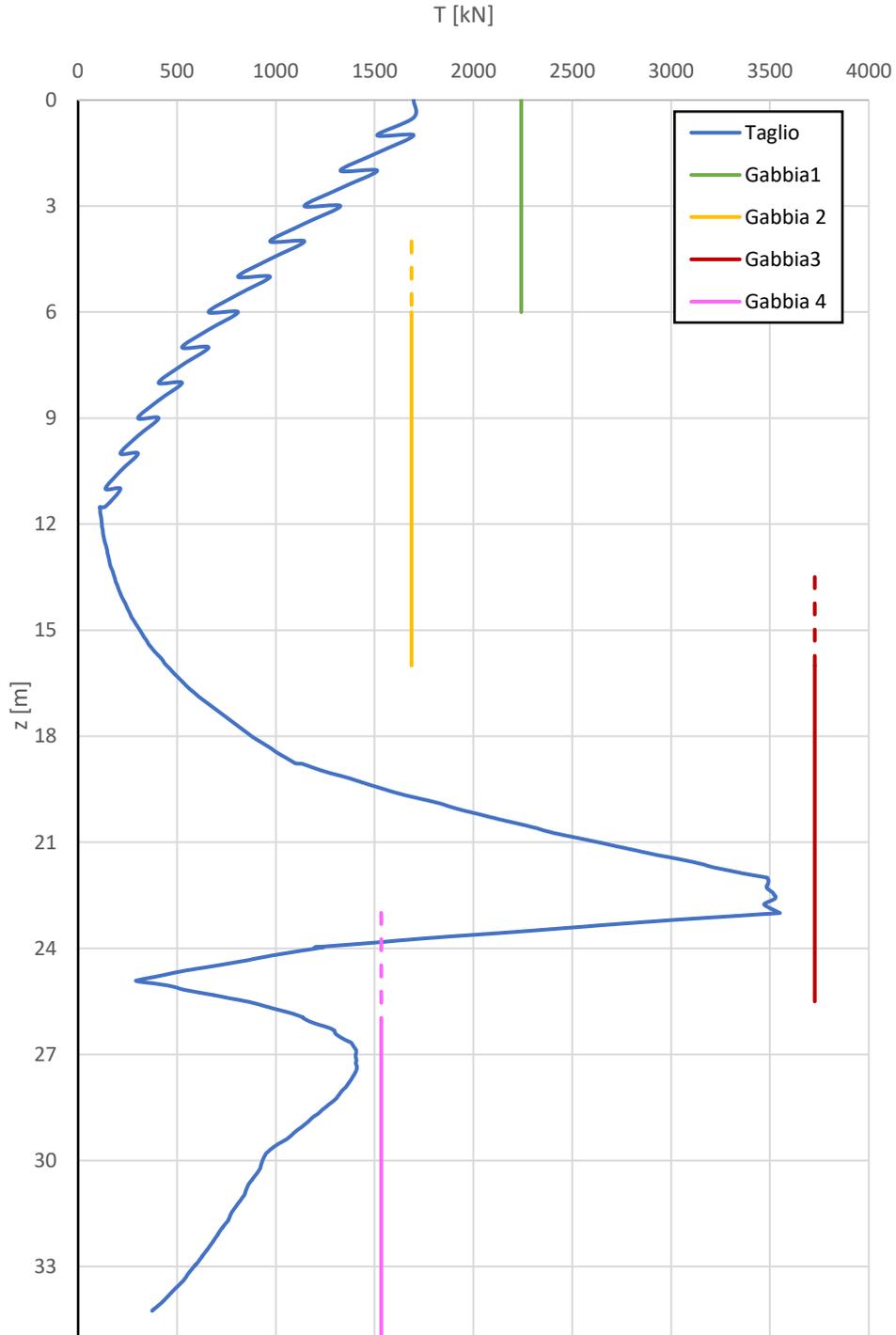


Figura 20-23 – Diagramma copertura del taglio

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.													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - 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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>294 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	294 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	294 di 368								

20.4.3 Verifiche

20.4.3.1 GABBIA 1

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.1 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:	2.56 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Calcestruzzo:	C25/30

Raggio circ.: 75.0 cm

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 295 di 368

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	66.2	26	32
2	0.0	0.0	60.2	26	32

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm

Passo staffe: 20.0 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	-98.00	8000.00	1700.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 296 di 368

Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.8 cm

Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm

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	-98.00	8000.00	-98.05	8169.81	1.02	418.2(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	75.0	0.00284	0.0	66.2	-0.00710	0.0	-66.2

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

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 297 di 368

N°Comb a b c x/d C.Rid.

1 0.000000000 0.000075040 -0.002127971 ---- ----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 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 calcestruzzo [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]
La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna)
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
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 calcestruzzo
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-
sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1700.00	3444.56	2242.04	120.8 106.1	132.9	2.500	1.000	16.4	21.6(0.0)

20.4.3.2 GABBIA 2

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Tipo di sollecitazione: Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 298 di 368

Riferimento alla sismicità: Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C25/30
Resis. compr. di progetto fcd: 14.2 MPa
Resis. compr. ridotta fcd': 7.1 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: 2.56 MPa

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk: 450.0 MPa
Resist. caratt. rottura ftk: 450.0 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd: 391.3 MPa
Resist. ultima di progetto ftd: 391.3 MPa
Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
Modulo Elastico Ef 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Calcestruzzo: C25/30

Raggio circ.: 75.0 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

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 299 di 368

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	66.3	16	26
2	0.0	0.0	61.0	16	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 10 mm
 Passo staffe: 20.0 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	-98.00	3700.00	1300.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.7 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 6.4 cm

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]

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA IF28</td> <td>LOTTO 01</td> <td>CODIFICA V ZZ CL</td> <td>DOCUMENTO R15700 001</td> <td>REV. B</td> <td>FOGLIO 300 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 300 di 368
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 300 di 368		

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	-98.00	3700.00	-98.02	3724.40	1.01	169.9(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	75.0	0.00259	0.0	66.3	-0.01130	0.0	-66.3

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	0.000104750	-0.004356274	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	10 mm
Passo staffe:	20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 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 calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 302 di 368

Modulo Elastico Normale Ec: 31475.0 MPa

Resis. media a trazione fctm: 2.56 MPa

ACCIAIO -

Tipo: B450C

Resist. caratt. snervam. fyk: 450.0 MPa

Resist. caratt. rottura ftk: 450.0 MPa

Resist. snerv. di progetto fyd: 391.3 MPa

Resist. ultima di progetto ftd: 391.3 MPa

Deform. ultima di progetto Epu: 0.068

Modulo Elastico Ef 2000000 daN/cm²

Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Circolare

Classe Calcestruzzo: C25/30

Raggio circ.: 75.0 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	66.0	32	32
2	0.0	0.0	59.8	32	32

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm

Passo staffe: 15.0 cm

Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 303 di 368

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	-98.00	9600.00	3600.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

- Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm
Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm

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	-98.00	9600.00	-98.27	9759.71	1.02	514.7(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

- ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Deform. unit. massima del calcestruzzo 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.)

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	<table border="0"> <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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>304 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	304 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	304 di 368								

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	75.0	0.00287	0.0	66.0	-0.00640	0.0	-66.0

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	0.000070200	-0.001764985	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	14 mm
Passo staffe:	15.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 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 calcestruzzo [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] La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna) I pesi della media sono le lunghezze delle strisce.(Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
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 calcestruzzo
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- ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del 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>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo					
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 305 di 368

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	3600.00	3600.00	3727.01119.7	103.9	135.5	2.342	1.000	37.8	39.1(0.0)

20.4.3.4 GABBIA 4

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.1 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:	2.56 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura flk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 306 di 368

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Calcestruzzo: C25/30

Raggio circ.: 75.0 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	66.4	32	32
2	0.0	0.0	60.6	32	32

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 10 mm
Passo staffe: 20.0 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

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 307 di 368

1	-98.00	9600.00	1450.00
---	--------	---------	---------

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.6 cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.0 cm

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	-98.00	9600.00	-97.87	9834.39	1.02	514.7(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	75.0	0.00289	0.0	66.4	-0.00646	0.0	-66.4

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA IF28</td> <td style="text-align: center;">LOTTO 01</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO R15700 001</td> <td style="text-align: center;">REV. B</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO 308 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 308 di 368
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 308 di 368		

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	0.000070428	-0.001782092	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 20 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 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 calcestruzzo [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]
La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna)
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce.(Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
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 calcestruzzo
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.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1450.00	3453.64	1534.02	120.1 104.4	135.5	2.500	1.000	14.2	15.0(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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 309 di 368

20.5 VERIFICHE SLU (STR) ARMATURA DEI PALI FASE I

In questo capitolo si mostrano i risultati delle verifiche delle sezioni dei pali dal n° 1 al n° 15 di FASE I soggetti a flessione e taglio. Le azioni interne sono state estratte dall'analisi eseguita mediante il software *Plaxis*.

Al fine del dimensionamento delle armature i pali sono stati suddivisi in 3 sottogruppi soggetti ad azioni comparabili:

- Palo 1
- Pali 2-8
- Pali 9-15

La seguente tabella riassume le armature calcolate per i 3 gruppi di pali.

PALO 1	Elemento	Lunghezza	Armatura longitudinale	Staffe	
	Gabbia 1	12m	28 Φ 30	L = 6m	Φ 14 / 20
	Gabbia 2	12m	70 Φ 30	L = 14m	Φ 12 / 20
	Gabbia 3	12m	28 Φ 30	L = 6m	2* Φ 12 / 09
	Gabbia 4	5m	28 Φ 30	L = 9m	Φ 12 / 20
PALI 2-8	Elemento	Lunghezza	Armatura longitudinale	Staffe	
	Gabbia 1	10m	28 Φ 30	L = 18m	Φ 12 / 15
	Gabbia 2	12m	64 Φ 30	L = 9m	2* Φ 12 / 10
	Gabbia 3	12m	64 Φ 30	L = 8m	Φ 12 / 15
	Gabbia 4	7m	64 Φ 30		
PALI 9-15	Elemento	Lunghezza	Armatura longitudinale	Staffe	
	Gabbia 1	8m	50 Φ 30	L = 20m	Φ 12 / 15
	Gabbia 2	12m	28 Φ 30	L = 6m	Φ 12 / 15
	Gabbia 3	6m	28 Φ 30	L = 9m	Φ 12 / 20
	Gabbia 4	12m	50 Φ 30		
	Gabbia 5	6m	28 Φ 30		

Le verifiche agli Stati Limite Ultimi sono state svolte con il software di calcolo RC-SEC.

Le verifiche sono state eseguite in riferimento alle azioni in condizioni SLU

Le verifiche SLU sono state eseguite in riferimento all'involuppo delle azioni assiale, momento flettente e taglio agli Stati Limite Ultimi agenti sui pali ottenute mediante analisi *Plaxis* in Figura 20-24, Figura 20-25 e Figura 20-26 (vedi Cap.15). Gli andamenti delle sollecitazioni sono riportati nei grafici al par. 20.5.1, insieme alla copertura delle gabbie di armatura longitudinale ed alle staffe previste per i 4 gruppi di pali considerati. Si sottolinea che le coperture dell'armatura longitudinale e delle staffe sono state calcolate separatamente.

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.	<table border="0" 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 style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">RI5700 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">310 di 368</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	310 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	310 di 368													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																		

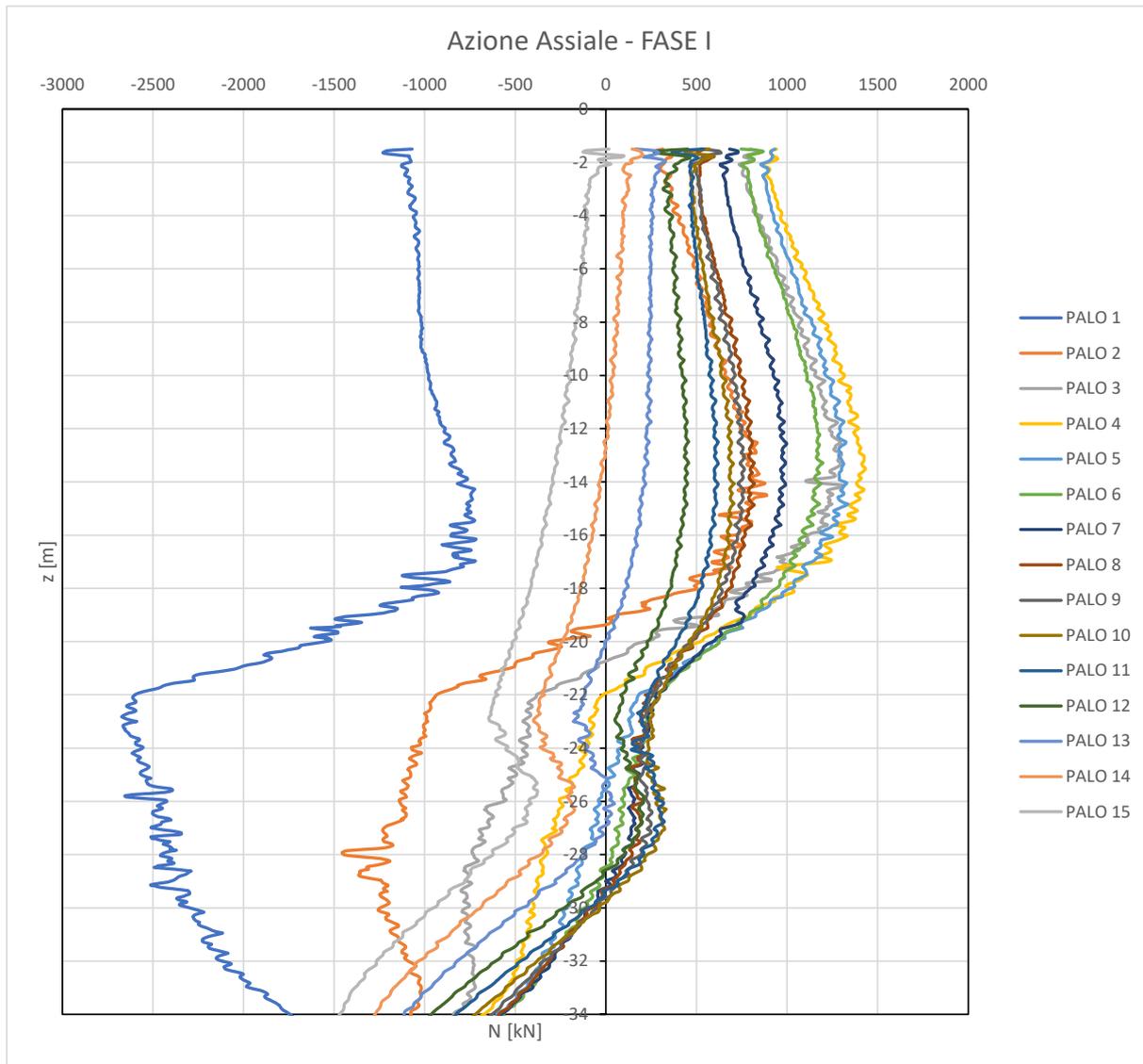


Figura 20-24 – Azione assiale agente sui pali, da analisi Plaxis

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="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;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">RI5700 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">311 di 368</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	311 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	311 di 368													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																		

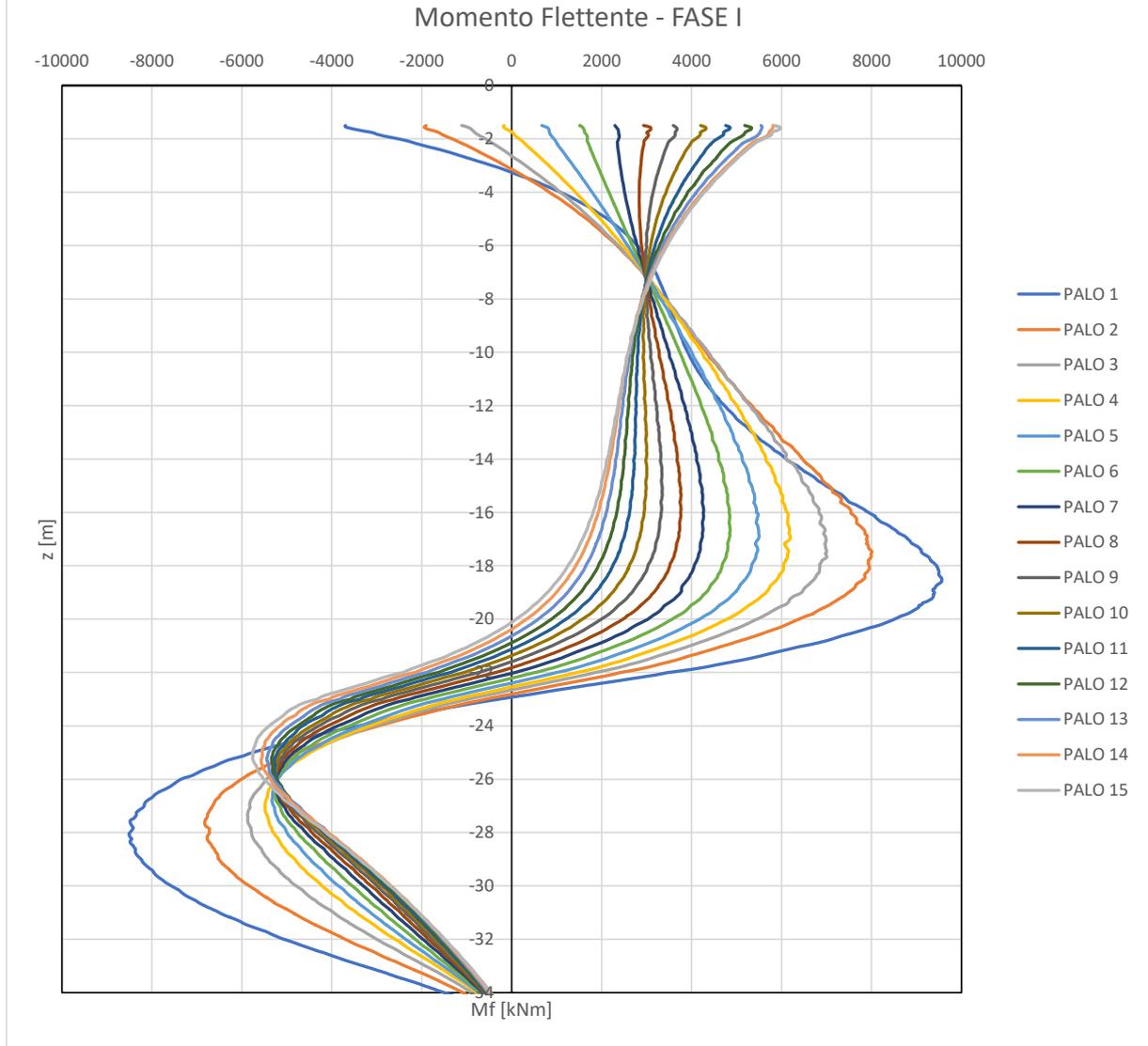


Figura 20-25 – Momento flettente agente sui pali, da analisi Plaxis

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 style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">RI5700 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">312 di 368</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	312 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	312 di 368													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																		

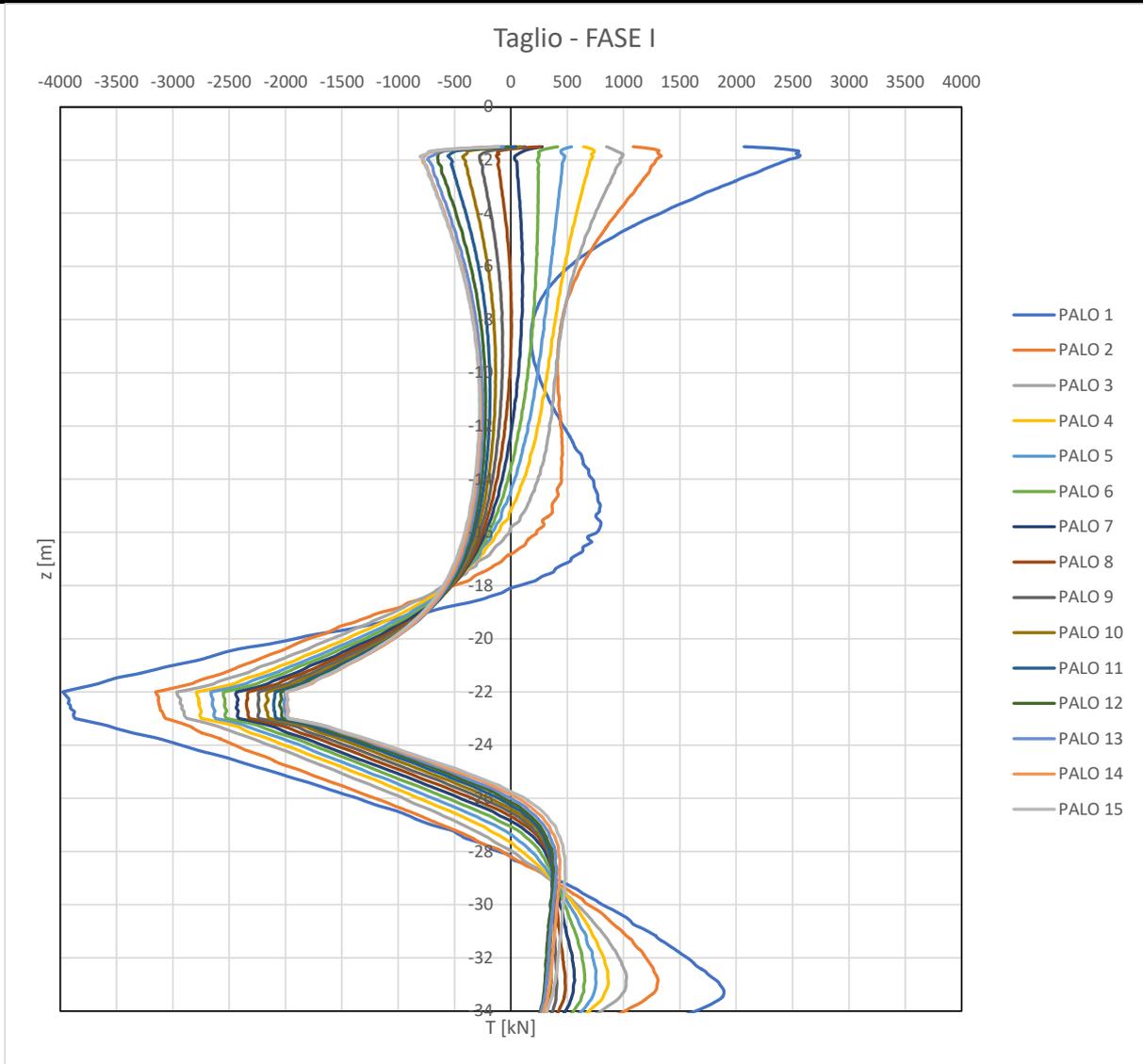


Figura 20-26 – Taglio agente sui pali, da analisi Plaxis

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 313 di 368

20.5.1 Diagrammi copertura delle azioni sollecitanti

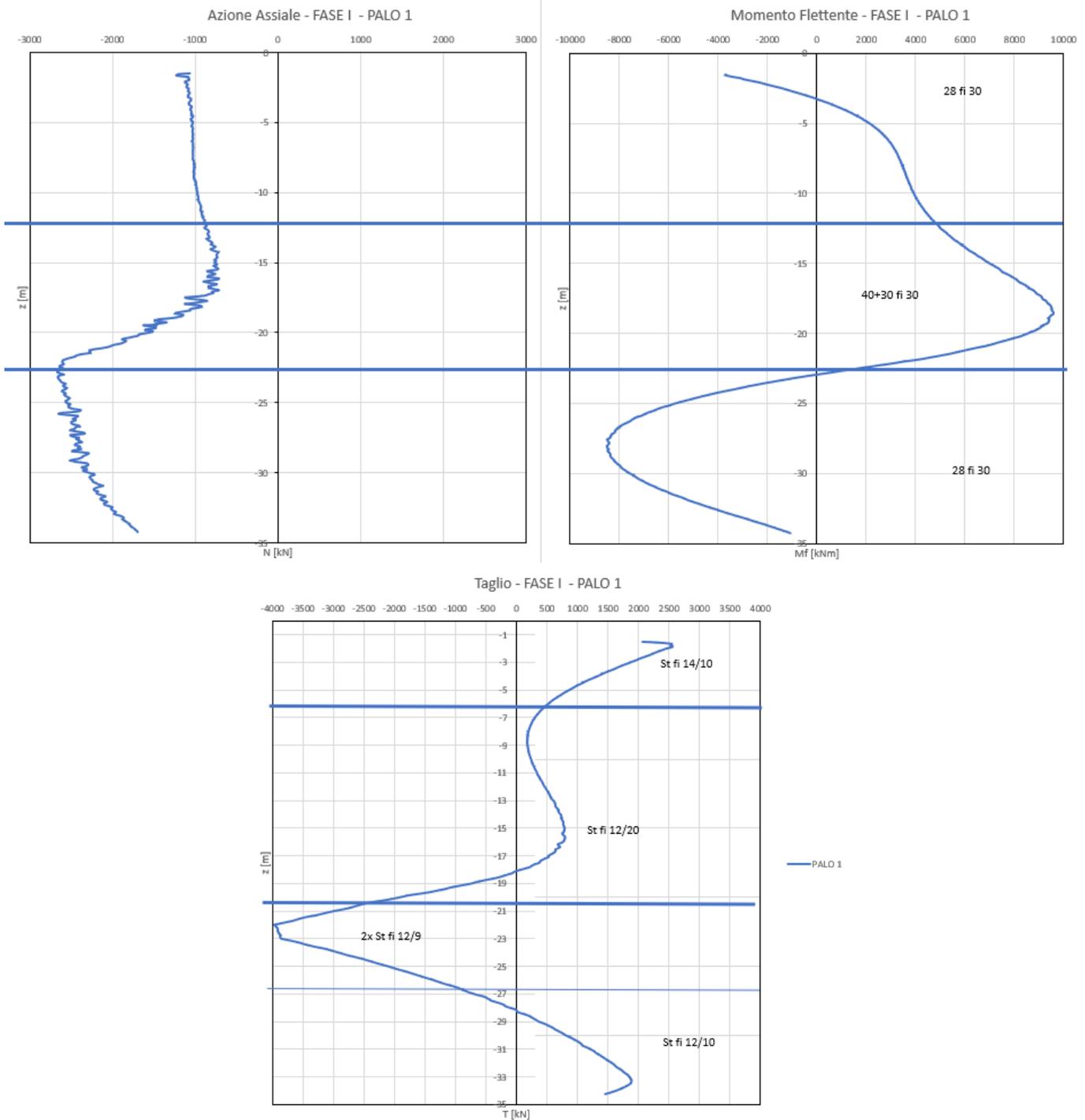


Figura 20-27 – Diagramma di azione assiale e copertura di momento e taglio PALO 1

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	

ITINERARIO NAPOLI – BARI					
RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 314 di 368

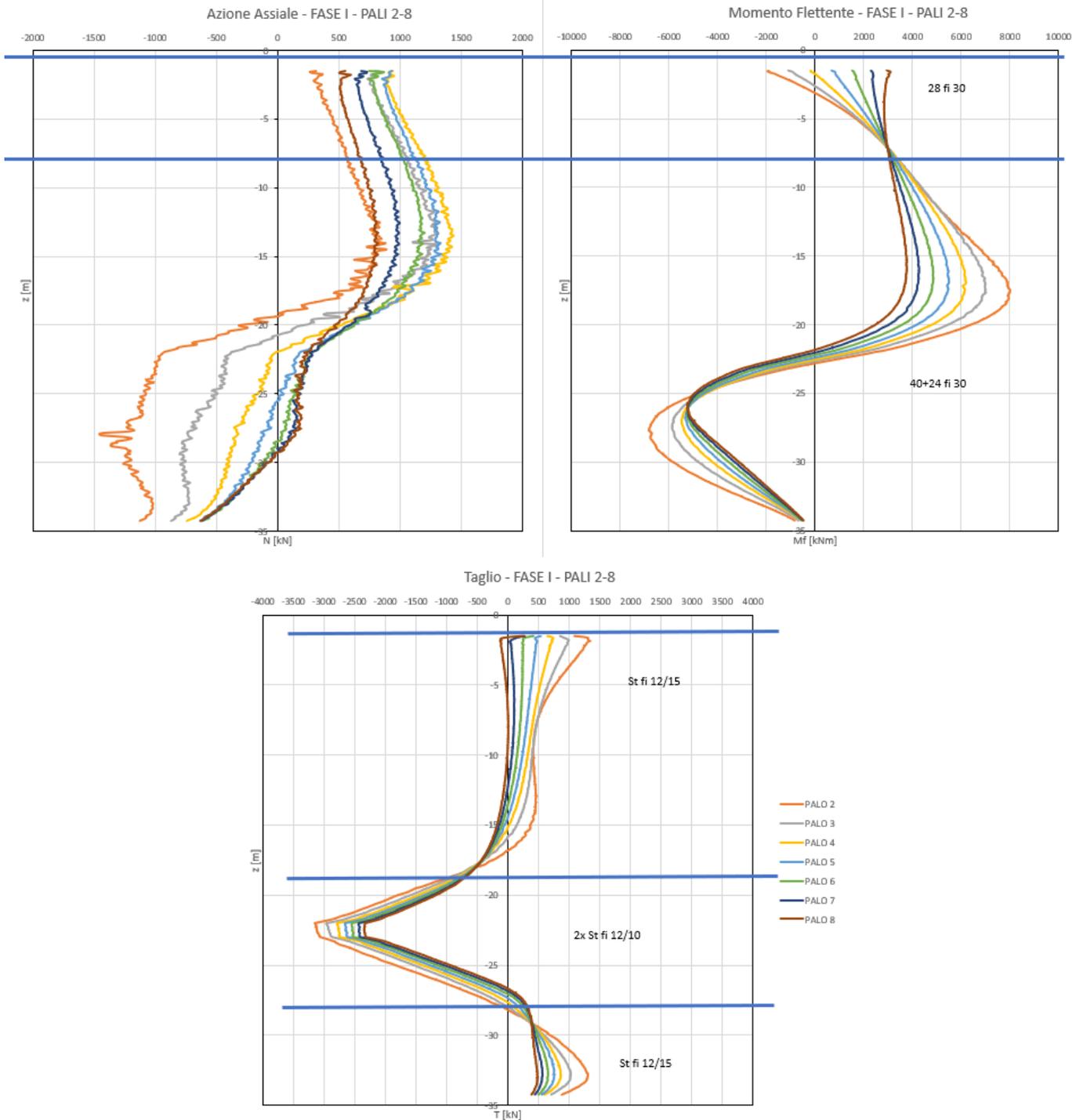


Figura 20-28 – Diagramma di azione assiale e copertura di momento e taglio PALI 2-8

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 V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 315 di 368
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo						

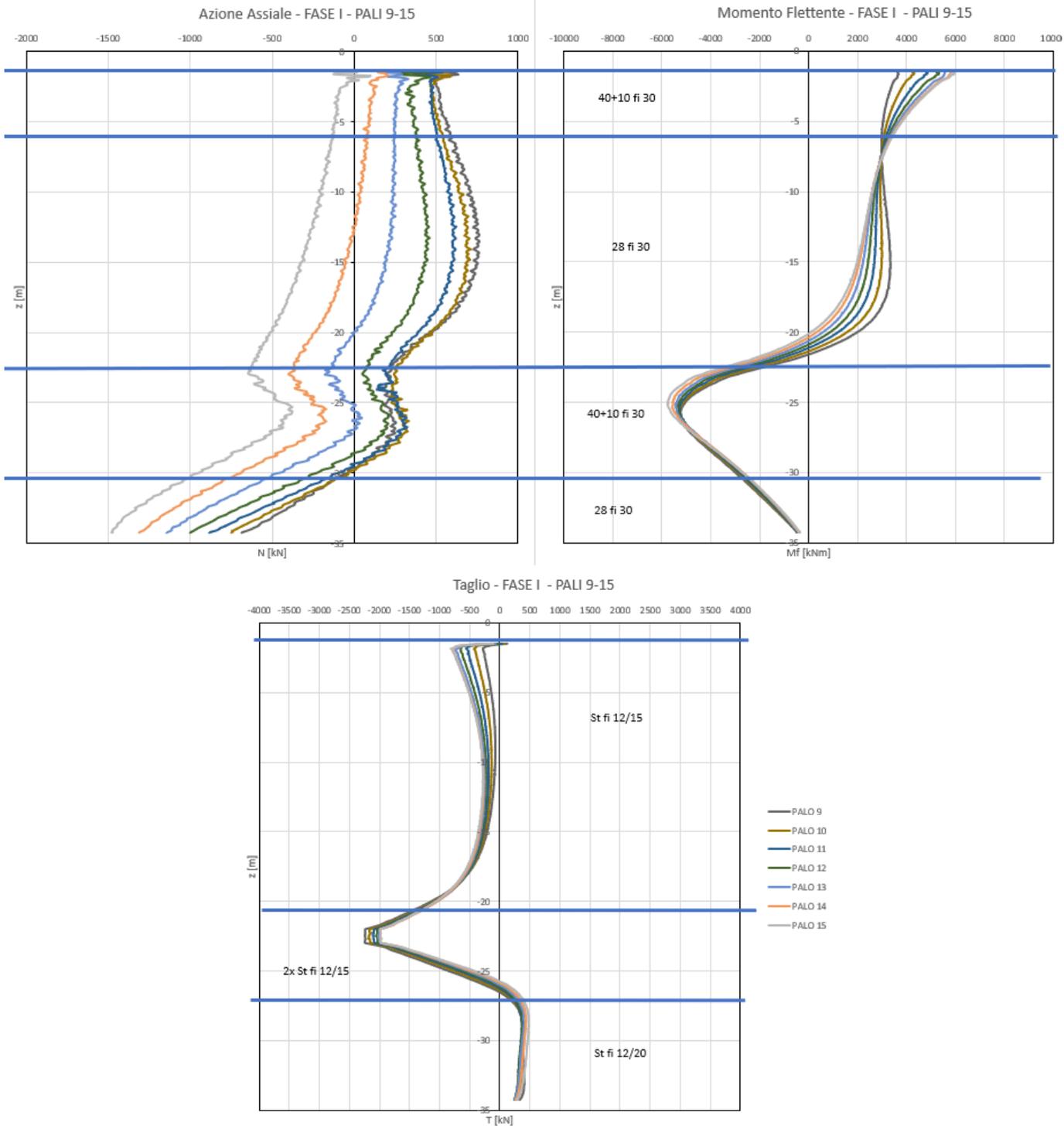


Figura 20-29 – Diagramma di azione assiale e copertura di momento e taglio PALI 9-15

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - <u>Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo</u>	<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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>316 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	316 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	316 di 368								

20.5.2 Verifiche

20.5.2.1 PALO 1

20.5.2.1.1 Gabbia 1

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.1 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:	2.56 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Calcestruzzo:	C25/30

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 317 di 368

Raggio circ.: 75.0 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	66.0	28	30

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 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 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	1000.00	4000.00	2580.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.5 cm

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA IF28</td> <td>LOTTO 01</td> <td>CODIFICA V ZZ CL</td> <td>DOCUMENTO R15700 001</td> <td>REV. B</td> <td>FOGLIO 318 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 318 di 368
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 318 di 368		

Interferro netto minimo barre longitudinali: 11.8 cm
Copriferro netto minimo staffe: 6.1 cm

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	1000.00	4000.00	1000.00	4799.44	1.20	197.9(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	75.0	0.00270	0.0	66.0	-0.00902	0.0	-66.0

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

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 319 di 368

N°Comb a b c x/d C.Rid.

1 0.000000000 0.000088775 -0.003158119 ---- ----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 14 mm
Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 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 calcestruzzo [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]
La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna)
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
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 calcestruzzo
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-
sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	2580.00	3588.83	3312.00122.1	110.0	128.5	2.500	1.040	24.0	30.8(0.0)

20.5.2.1.2 Gabbia 2

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Tipo di sollecitazione: Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 320 di 368

CALCESTRUZZO - Classe: C25/30
Resis. compr. di progetto fcd: 14.2 MPa
Resis. compr. ridotta fcd': 7.1 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: 2.56 MPa

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk: 450.0 MPa
Resist. caratt. rottura flk: 450.0 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd: 391.3 MPa
Resist. ultima di progetto ftd: 391.3 MPa
Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
Modulo Elastico Ef 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Calcestruzzo: C25/30

Raggio circ.: 75.0 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 circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
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	66.5	40	30

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 321 di 368
2	0.0	0.0	61.5	30	30	

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
Passo staffe: 9.0 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	1000.00	9600.00	4000.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.0 cm
Copriferro netto minimo staffe: 5.8 cm

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
--------	-----	---	----	-------	--------	----------	-----------

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 322 di 368
1 S 1000.00 9600.00 1000.21 9893.35 1.03 494.8(53.0)						

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione								
	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	75.0	0.00293	0.0	66.5	-0.00605	0.0	-66.5

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	0.000067475	-0.001560602	----	----				

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	12 mm
Passo staffe:	9.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 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 calcestruzzo [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] La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna) I pesi della media sono le lunghezze delle strisce.(Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - <u>Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo</u>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 323 di 368

E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.

Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
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- ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	4000.00	4000.00	4139.87120.2	103.7	135.4	2.110	1.040	46.7	48.4(0.0)

20.5.2.1.3 Gabbia 3

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.1 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:	2.56 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 324 di 368

Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.3	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Calcestruzzo: C25/30

Raggio circ.: 75.0 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	66.5	40	30
2	0.0	0.0	61.5	24	30

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
Passo staffe: 20.0 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: <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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 325 di 368

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	0.00	8500.00	1900.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.0 cm
Copriferro netto minimo staffe:	5.8 cm

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	0.00	8500.00	0.00	8952.55	1.05	452.4(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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.)

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA IF28</td> <td>LOTTO 01</td> <td>CODIFICA V ZZ CL</td> <td>DOCUMENTO RI5700 001</td> <td>REV. B</td> <td>FOGLIO 326 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 326 di 368
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 326 di 368		

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	75.0	0.00288	0.0	66.5	-0.00687	0.0	-66.5

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	0.000073267	-0.001995062		

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 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 calcestruzzo [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]
La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna)
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
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 calcestruzzo
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.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1900.00	3462.66	2248.74	105.6	134.3	2.500	1.000	18.4	21.8(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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 327 di 368

20.5.2.2 PALI 2-8

20.5.2.2.1 Gabbia 1

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.1 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:	2.56 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Calcestruzzo:	C25/30

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - 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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>328 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	328 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	328 di 368								

Raggio circ.: 75.0 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 circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonferenza 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 equidistanti disposte lungo la circonferenza
Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	66.5	28	30

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
Passo staffe: 15.0 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	-1200.00	3100.00	1310.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - 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;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">R15700 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">329 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	R15700 001	B	329 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	R15700 001	B	329 di 368								

Interferro netto minimo barre longitudinali: 11.9 cm
Copriferro netto minimo staffe: 5.8 cm

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	-1200.00	3100.00	-1200.15	3873.72	1.25	197.9(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	75.0	0.00250	0.0	66.5	-0.01312	0.0	-66.5

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

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 330 di 368

N°Comb a b c x/d C.Rid.

1 0.000000000 0.000117464 -0.005309770 ---- ----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Passo staffe: 15.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 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 calcestruzzo [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]
La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna)
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
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 calcestruzzo
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-
sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1310.00	3372.91	1722.41125.7	116.8	118.3	2.500	1.000	11.5	15.1(0.0)

20.5.2.2.2 Gabbia 2

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Tipo di sollecitazione: Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - <u>Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo</u>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 331 di 368

Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia

Riferimento alla sismicità: Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C25/30

Resis. compr. di progetto fcd: 14.2 MPa

Resis. compr. ridotta fcd': 7.1 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: 2.56 MPa

ACCIAIO - Tipo: B450C

Resist. caratt. snervam. fyk: 450.0 MPa

Resist. caratt. rottura ftk: 450.0 MPa

Resist. snerv. di progetto fyd: 391.3 MPa

Resist. ultima di progetto ftd: 391.3 MPa

Deform. ultima di progetto Epu: 0.068

Modulo Elastico Ef 2000000 daN/cm²

Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Circolare

Classe Calcestruzzo: C25/30

Raggio circ.: 75.0 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

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - 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;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">RI5700 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">332 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	332 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	332 di 368								

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	66.5	40	30
2	0.0	0.0	61.5	24	30

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 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 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	-1450.00	8010.00	3140.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.0 cm
Copriferro netto minimo staffe: 5.8 cm

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

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA IF28</td> <td>LOTTO 01</td> <td>CODIFICA V ZZ CL</td> <td>DOCUMENTO R15700 001</td> <td>REV. B</td> <td>FOGLIO 333 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 333 di 368
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 333 di 368		

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	-1450.00	8010.00	-1449.71	8482.10	1.06	452.4(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	75.0	0.00282	0.0	66.5	-0.00788	0.0	-66.5

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	0.000080411	-0.002530814	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	12 mm
Passo staffe:	10.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 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 calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiogo - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - 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>V ZZ CL</td> <td>R15700 001</td> <td>B</td> <td>334 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	R15700 001	B	334 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	R15700 001	B	334 di 368								

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]
La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna))
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce.(Sono escluse le strisce totalmente non compresse).

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 calcestruzzo

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.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	3140.00	3470.80	4601.09121.6	108.0	131.6	2.500	1.000	29.7	43.5(0.0)

20.5.2.2.3 Gabbia 3

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi

Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro

Normativa di riferimento: N.T.C.

Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante

Tipo di sollecitazione: Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)

Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia

Riferimento alla sismicità: Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.1 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 335 di 368

Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.56 MPa
ACCIAIO -	
Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Calcestruzzo: C25/30

Raggio circ.: 75.0 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 circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
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	66.5	40	30
2	0.0	0.0	61.5	24	30

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
Passo staffe: 30.0 cm

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA IF28</td> <td>LOTTO 01</td> <td>CODIFICA V ZZ CL</td> <td>DOCUMENTO RI5700 001</td> <td>REV. B</td> <td>FOGLIO 337 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 337 di 368
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 337 di 368		

Yc max	Ordinata in cm della fibra corrip. 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 corrip. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrip. 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 corrip. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrip. 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	75.0	0.00287	0.0	66.5	-0.00700	0.0	-66.5

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	0.000074213	-0.002065966	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [kN] = Vy ortogonale all'asse neutro
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [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] La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna) I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
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 calcestruzzo
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-

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO R15700 001	REV. B	FOGLIO 338 di 368

ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb Ver Ved Vcd Vwd d | z bw Ctg Acw Ast A.Eff

20.5.2.3 PALI 9-15

20.5.2.3.1 Gabbia 1

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: pali 9-15 zona alta

(Percorso File: C:\Users\geotecnica1\OneDrive - Net Engineering S.R.L\Desktop\LdR543\pali 9-15 zona alta.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Tipo di sollecitazione: Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.1 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:	2.56 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura flk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 339 di 368

Forma del Dominio: Circolare

Classe Calcestruzzo: C25/30

Raggio circ.: 75.0 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	66.0	40	30
2	0.0	0.0	61.5	10	30

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm

Passo staffe: 15.0 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	-800.00	6000.00	1000.00

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 340 di 368

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.5	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	1.5	cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.3	cm

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	-800.00	6000.00	-800.11	6963.95	1.16	353.4(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	75.0	0.00274	0.0	66.0	-0.00844	0.0	-66.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 341 di 368

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	0.000084653	-0.002848992	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Passo staffe: 15.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 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 calcestruzzo [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]
La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna))
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce.(Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
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 calcestruzzo
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.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1000.00	3455.45	3100.62121.6	108.8	130.1	2.500	1.000	9.4	29.1(0.0)

20.5.2.3.2 Gabbia 2

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA IF28</td> <td style="text-align: center;">LOTTO 01</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO RI5700 001</td> <td style="text-align: center;">REV. B</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO 342 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 342 di 368
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 342 di 368		

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Tipo di sollecitazione: Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.1 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:	2.56 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura flk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Calcestruzzo: C25/30

Raggio circ.: 75.0 cm
X centro circ.: 0.0 cm
Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - 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;">V ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">RI5700 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">343 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	343 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	343 di 368								

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	66.0	28	30

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
Passo staffe: 15.0 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	-800.00	4000.00	1000.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.5 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 11.8 cm
Copriferro netto minimo staffe: 6.3 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - 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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>344 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	344 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	344 di 368								

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	-800.00	4000.00	-800.17	4035.14	1.01	197.9(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	75.0	0.00250	0.0	66.0	-0.01214	0.0	-66.0

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	0.000110941	-0.004820538	----	----

VERIFICHE A 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>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 346 di 368

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.1 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:	2.56 MPa

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Calcestruzzo:	C25/30

Raggio circ.:	75.0 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 circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
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	66.0	40	30
2	0.0	0.0	61.5	10	30

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 347 di 368

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 15.0 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	-800.00	6000.00	2250.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.5 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: **1.5 cm**
 Copriferro netto minimo staffe: 6.3 cm

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	-800.00	6000.00	-800.11	6963.95	1.16	353.4(53.0)

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiogo - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - 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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>348 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	348 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	348 di 368								

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione								
	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	75.0	0.00274	0.0	66.0	-0.00844	0.0	-66.0

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	0.000084653	-0.002848992	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Passo staffe: 15.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 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 calcestruzzo [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]
La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna)
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
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.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 349 di 368

Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
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.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	2250.00	3455.45	3100.62	121.6 108.8	130.1	2.500	1.000	21.1	29.1(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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - 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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>350 di 368</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	350 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	350 di 368								

20.6 VERIFICHE SLU (STR) ARMATURA DEL CORDOLO PALI FASE I

Il cordolo dei pali di fase I (pali da 1 a 15) viene dimensionato ai partire dai momenti e dai tagli estratti dal modello di PLAXIS e riportati in Figura 15-1, Figura 15-2 e Figura 15-3.

Di seguitosi riportano le verifiche strutturali.

DATI GENERALI SEZIONE DI TRAVE DI FONDAZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: TraveTestaPaliFASII-Pali1-15

(Percorso File: C:\Users\GST1\Desktop\NV\Apice-Hirpinia\VI03\TraveTestaPaliFASII-Pali1-15\TraveTestaPaliFASII-Pali1-15.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi

Normativa di riferimento: N.T.C.

Tipologia sezione: Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica

Forma della sezione: Rettangolare

Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante

Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia

Riferimento alla sismicità: Comb. non sismiche

Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe:	C25/30
Resistenza compress. di progetto fcd:	14.16 MPa
Resistenza compress. ridotta fcd':	7.08 MPa
Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.56 MPa

ACCIAIO - Tipo:	B450C
Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 351 di 368

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	200.0 cm
Altezza:	150.0 cm
Barre inferiori:	14Ø32 (112.6 cm ²)
Barre superiori:	14Ø32 (112.6 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	7.6 cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.6 cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	7.6 cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	500.00	6000.00	1250.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	11.0 cm
Copriferro netto minimo staffe:	5.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd,Mx rd) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 352 di 368

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 in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	500.00	6000.00	499.95	6352.49	1.059	139.1	0.08	0.70	112.6 (60.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
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)
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 compressione)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	150.0	0.00107	142.4	-0.04211	7.6

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe/legature: 10 mm
Passo staffe: 5.0 cm [Passo massimo di normativa = 5.2 cm]
N.Bracci staffe: 2
Area staffe/m : 31.4 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 30.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 353 di 368

Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	ASt
1	S	1250.00	1079.50	6331.41	3938.69	200.0 142.4	2.500	1.012	10.0

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 354 di 368

21 CALCOLO DELLE INCIDENZE DELLE ARMATURE

Di seguito si riporta il calcolo delle incidenze delle armature dei pali e degli elementi strutturali previsti.

21.1 INCIDENZA DEI PALI DELLA PARATIA DI VALLE

gabbia 1 (0-12m)		gabbia 2 (10-16m)	
Diametro Palo (m)	1.5	diametro (m)	1.5
Lunghezza gabbia	12	Lunghezza gabbia	6
Armatura longitudinale		Armatura longitudinale	
n. barre	52	n. barre	18
diametro (mm)	26	diametro (mm)	26
peso barre (kg/m)	4.168	peso barre (kg/m)	4.168
peso barre gabbia (kg)	2600.832	peso barre gabbia (kg)	450.144
Staffe		Staffe	
diametro (mm)	10	diametro (mm)	10
peso barre (kg/m)	0.617	peso barre (kg/m)	0.617
passo (m)	0.2	passo (m)	0.2
copriferro (cm)	6	copriferro (cm)	6
numero staffe	2	numero staffe	1
peso barre gabbia (kg)	321.0	peso barre gabbia (kg)	80.2
Peso totale gabbia (kg)	2921.8	Peso totale gabbia (kg)	530.4
Lunghezza palo totale (m)	14.5		
Area palo totale (m ²)	1.77		
Volume cls (m ³ /m)	25.62		
Incidenza totale (kg/m³)	141.5		

L'incidenza totale dei pali è pari a 145 kg/m³.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 355 di 368

21.2 INCIDENZA DEI PALI FASEII – LATO VALLE

gabbia 1 (0-12m)		gabbia 2 (10.5-22.5m)		gabbia 3 (21-33m)	
Diametro Palo (m)	1.5	diametro (m)	1.5	diametro (m)	1.5
Lunghezza gabbia	12	Lunghezza gabbia	12	Lunghezza gabbia	12
Armatura longitudinale		Armatura longitudinale		Armatura longitudinale	
n. barre	16	n. barre	44	n. barre	44
diametro (mm)	26	diametro (mm)	32	diametro (mm)	32
peso barre (kg/m)	4.168	peso barre (kg/m)	6.313	peso barre (kg/m)	6.313
peso barre gabbia (kg)	800.256	peso barre gabbia (kg)	3333.264	peso barre gabbia (kg)	3333.264
Staffe		Staffe		Staffe	
diametro (mm)	12	diametro (mm)	14	diametro (mm)	14
peso barre (kg/m)	0.888	peso barre (kg/m)	1.208	peso barre (kg/m)	1.208
passo (m)	0.2	passo (m)	0.2	passo (m)	0.2
copriferro (cm)	6	copriferro (cm)	6	copriferro (cm)	6
numero staffe	1	numero staffe	2	numero staffe	2
peso barre gabbia (kg)	231.0	peso barre gabbia (kg)	628.5	peso barre gabbia (kg)	628.5
Peso totale gabbia (kg)	1031.2	Peso totale gabbia (kg)	3961.7	Peso totale gabbia (kg)	3961.7
Lunghezza palo totale (m)	31.5				
Area palo totale (m ²)	1.77				
Volume cls (m ³ /m)	55.67				
Incidenza totale (kg/m³)	168.9				

L'incidenza totale dei pali è pari a 170 kg/m³.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 356 di 368

21.3 INCIDENZA DEI PALI FASEII – CENTRO

gabbia 1 (0-12m)		gabbia 2 (10.5-22.5m)		gabbia 3 (21-33m)	
Diametro Palo (m)	1.5	diametro (m)	1.5	diametro (m)	1.5
Lunghezza gabbia	12	Lunghezza gabbia	12	Lunghezza gabbia	12
Armatura longitudinale		Armatura longitudinale		Armatura longitudinale	
n. barre	20	n. barre	36	n. barre	36
diametro (mm)	26	diametro (mm)	30	diametro (mm)	30
peso barre (kg/m)	4.168	peso barre (kg/m)	5.549	peso barre (kg/m)	5.549
peso barre gabbia (kg)	1000.32	peso barre gabbia (kg)	2397.168	peso barre gabbia (kg)	2397.168
Staffe		Staffe		Staffe	
diametro (mm)	10	diametro (mm)	12	diametro (mm)	12
peso barre (kg/m)	0.617	peso barre (kg/m)	0.888	peso barre (kg/m)	0.888
passo (m)	0.2	passo (m)	0.2	passo (m)	0.2
copriferro (cm)	6	copriferro (cm)	6	copriferro (cm)	6
numero staffe	1	numero staffe	2	numero staffe	2
peso barre gabbia (kg)	160.5	peso barre gabbia (kg)	462.0	peso barre gabbia (kg)	462.0
Peso totale gabbia (kg)	1160.8	Peso totale gabbia (kg)	2859.1	Peso totale gabbia (kg)	2859.1
Lunghezza palo totale (m)	33				
Area palo totale (m ²)	1.77				
Volume cls (m ³ /m)	58.32				
Incidenza totale (kg/m³)	123.9				

L'incidenza totale dei pali è pari a 125 kg/m³.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 357 di 368

21.4 INCIDENZA DEI PALI FASEII – MURO

gabbia 1 (0-6m)

Diametro Palo (m)	1.5
Lunghezza gabbia	6
Armatura longitudinale	
n. barre	44
diametro (mm)	30
peso barre (kg/m)	5.549
peso barre gabbia (kg)	1464.936

Staffe

diametro (mm)	14
peso barre (kg/m)	1.208
passo (m)	0.2
copriferro (cm)	6
numero staffe	2
peso barre gabbia (kg)	314.2

Peso totale gabbia (kg) 1779.2

gabbia 3 (14-26m)

diametro (m)	1.5
Lunghezza gabbia	12
Armatura longitudinale	
n. barre	48
diametro (mm)	30
peso barre (kg/m)	5.549
peso barre gabbia (kg)	3196.224

Staffe

diametro (mm)	14
peso barre (kg/m)	1.208
passo (m)	0.2
copriferro (cm)	6
numero staffe	2
peso barre gabbia (kg)	628.5

Peso totale gabbia (kg) 3824.7

gabbia 2 (4-16m)

diametro (m)	1.5
Lunghezza gabbia	12
Armatura longitudinale	
n. barre	32
diametro (mm)	26
peso barre (kg/m)	4.168
peso barre gabbia (kg)	1600.512

Staffe

diametro (mm)	14
peso barre (kg/m)	1.208
passo (m)	0.2
copriferro (cm)	6
numero staffe	2
peso barre gabbia (kg)	628.5

Peso totale gabbia (kg) 2229.0

gabbia 4 (24-30m)

diametro (m)	1.5
Lunghezza gabbia	6
Armatura longitudinale	
n. barre	48
diametro (mm)	26
peso barre (kg/m)	4.168
peso barre gabbia (kg)	1200.384

Staffe

diametro (mm)	12
peso barre (kg/m)	0.888
passo (m)	0.2
copriferro (cm)	6
numero staffe	2
peso barre gabbia (kg)	231.0

Peso totale gabbia (kg) 1431.4

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.	<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>V ZZ CL</td> <td>RI5700 001</td> <td>B</td> <td>358 di 368</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	358 di 368
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ CL	RI5700 001	B	358 di 368													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo																		

Lunghezza palo totale (m)	28.5
Area palo totale (m ²)	1.77
Volume cls (m ³ /m)	50.36
<i>Incidenza totale (kg/m³)</i>	193.1
<i>Incidenza totale arrotondata (kg/m³)</i>	195.0

L'incidenza totale dei pali è pari a 195 kg/m³.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 359 di 368

21.5 INCIDENZA DEI PALI FASEI – MURO

gabbia 1 (0-6m)

Diametro Palo (m)	1.5
Lunghezza gabbia	6

Armatura longitudinale

n. barre	52
diametro (mm)	32
peso barre (kg/m)	6.313
peso barre gabbia (kg)	1969.656

Staffe

diametro (mm)	12
peso barre (kg/m)	0.888
passo (m)	0.2
copriferro (cm)	6
numero staffe	2
peso barre gabbia (kg)	231.0

Peso totale gabbia (kg) 2200.6

gabbia 3 (13.5-25.5m)

diametro (m)	1.5
Lunghezza gabbia	12

Armatura longitudinale

n. barre	64
diametro (mm)	32
peso barre (kg/m)	6.313
peso barre gabbia (kg)	4848.384

Staffe

diametro (mm)	14
peso barre (kg/m)	1.208
passo (m)	0.15
copriferro (cm)	6
numero staffe	2
peso barre gabbia (kg)	837.9

Peso totale gabbia (kg) 5686.3

gabbia 2 (4-16m)

diametro (m)	1.5
Lunghezza gabbia	12

Armatura longitudinale

n. barre	32
diametro (mm)	26
peso barre (kg/m)	4.168
peso barre gabbia (kg)	1600.512

Staffe

diametro (mm)	10
peso barre (kg/m)	0.617
passo (m)	0.2
copriferro (cm)	6
numero staffe	2
peso barre gabbia (kg)	321.0

Peso totale gabbia (kg) 1921.5

gabbia 4 (23-35m)

diametro (m)	1.5
Lunghezza gabbia	12

Armatura longitudinale

n. barre	64
diametro (mm)	32
peso barre (kg/m)	6.313
peso barre gabbia (kg)	4848.384

Staffe

diametro (mm)	10
peso barre (kg/m)	0.617
passo (m)	0.2
copriferro (cm)	6
numero staffe	2
peso barre gabbia (kg)	321.0

Peso totale gabbia (kg) 5169.4

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 361 di 368

21.6 INCIDENZA DEI PALI FASEI – PALI 9-15

Armatura longitudinale

gabbia 1

Diametro Palo (m) **1.5**
Lunghezza gabbia **8**

Armatura longitudinale

n. barre **50**
diametro (mm) **30**
peso barre (kg/m) **5.549**
peso barre gabbia (kg) 2219.535

Peso totale gabbia (kg) 2219.5

gabbia 3

diametro (m) **1.5**
Lunghezza gabbia **12**

Armatura longitudinale

n. barre **50**
diametro (mm) **30**
peso barre (kg/m) **5.549**
peso barre gabbia (kg) 3329.302815

Peso totale gabbia (kg) 3329.3

gabbia 2

diametro (m) **1.5**
Lunghezza gabbia **24**

Armatura longitudinale

n. barre **28**
diametro (mm) **30**
peso barre (kg/m) **5.549**
peso barre gabbia (kg) 3728.819

Peso totale gabbia (kg) 3728.8

gabbia 4

diametro (m) **1.5**
Lunghezza gabbia **6**

Armatura longitudinale

n. barre **28**
diametro (mm) **26**
peso barre (kg/m) **4.168**
peso barre gabbia (kg) 700.1894

Peso totale gabbia (kg) 700.2

Staffe

gabbia 1 (0-13m)

Diametro Palo (m) **1.5**
Lunghezza gabbia **20**

Staffe

diametro (mm) **12**
peso barre (kg/m) **0.888**
passo (m) **0.15**
copriferro (cm) **6**
peso barre gabbia (kg) 513.2

Peso totale gabbia (kg) 513.2

gabbia 2 (13-19m)

diametro (m) **1.5**
Lunghezza gabbia **12**

Staffe

diametro (mm) **12**
peso barre (kg/m) **0.888**
passo (m) **0.15**
copriferro (cm) **6**
peso barre gabbia (kg) 307.9

Peso totale gabbia (kg) 307.9

gabbia 3 (19-30m)

diametro (m) **1.5**
Lunghezza gabbia **9**

Staffe

diametro (mm) **12**
peso barre (kg/m) **0.888**
passo (m) **0.2**
copriferro (cm) **6**
peso barre gabbia (kg) 173.2

Peso totale gabbia (kg) 173.2

Lunghezza palo totale (m) **33.5**
Area palo totale (m²) 1.77
Volume cls (m³/m) 59.20

Incidenza totale (kg/m³) 194.6

L'incidenza totale dei pali è pari a 195 kg/m³.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 362 di 368

21.7 INCIDENZA DEI PALI FASEI – PALI 2-8

Armatura longitudinale

gabbia 1		gabbia 2			
Diametro Palo (m)	1.5	diametro (m)	1.5		
Lunghezza gabbia	10	Lunghezza gabbia	12		
Armatura longitudinale		Armatura longitudinale			
n. barre	28	n. barre	64		
diametro (mm)	30	diametro (mm)	30		
peso barre (kg/m)	5.549	peso barre (kg/m)	5.549		
peso barre gabbia (kg)	1553.675	peso barre gabbia (kg)	4261.508		
Peso totale gabbia (kg)	1553.7	Peso totale gabbia (kg)	4261.5		
gabbia 3		gabbia 4			
diametro (m)	1.5	diametro (m)	1.5		
Lunghezza gabbia	12	Lunghezza gabbia	7		
Armatura longitudinale		Armatura longitudinale			
n. barre	64	n. barre	64		
diametro (mm)	30	diametro (mm)	30		
peso barre (kg/m)	5.549	peso barre (kg/m)	5.549		
peso barre gabbia (kg)	4261.507603	peso barre gabbia (kg)	2485.879		
Peso totale gabbia (kg)	4261.5	Peso totale gabbia (kg)	2485.9		
Staffe					
gabbia 1 (0-13m)		gabbia 2 (13-19m)		gabbia 3 (19-30m)	
Diametro Palo (m)	1.5	diametro (m)	1.5	diametro (m)	1.5
Lunghezza gabbia	18	Lunghezza gabbia	18	Lunghezza gabbia	8
Staffe		Staffe		Staffe	
diametro (mm)	12	diametro (mm)	12	diametro (mm)	12
peso barre (kg/m)	0.888	peso barre (kg/m)	0.888	peso barre (kg/m)	0.888
passo (m)	0.15	passo (m)	0.1	passo (m)	0.15
copriferro (cm)	6	copriferro (cm)	6	copriferro (cm)	6
peso barre gabbia (kg)	461.9	peso barre gabbia (kg)	692.8	peso barre gabbia (kg)	205.3
Peso totale gabbia (kg)	461.9	Peso totale gabbia (kg)	692.8	Peso totale gabbia (kg)	205.3
Lunghezza palo totale (m)	33.5				
Area palo totale (m ²)	1.77				
Volume cls (m ³ /m)	59.20				
Incidenza totale (kg/m³)	246.9				

L'incidenza totale dei pali è pari a 250 kg/m³.

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 363 di 368

21.8 INCIDENZA DEI PALI FASEI – PALO 1

Armatura longitudinale

gabbia 1

Diametro Palo (m) **1.5**
 Lunghezza gabbia **12**

Armatura longitudinale

n. barre **28**
 diametro (mm) **30**
 peso barre (kg/m) **5.549**
 peso barre gabbia (kg) 1864.41

Peso totale gabbia (kg) 1864.4

gabbia 3

diametro (m) **1.5**
 Lunghezza gabbia **12**

Armatura longitudinale

n. barre **64**
 diametro (mm) **30**
 peso barre (kg/m) **5.549**
 peso barre gabbia (kg) 4261.507603

Peso totale gabbia (kg) 4261.5

gabbia 2

diametro (m) **1.5**
 Lunghezza gabbia **12**

Armatura longitudinale

n. barre **70**
 diametro (mm) **30**
 peso barre (kg/m) **5.549**
 peso barre gabbia (kg) 4661.024

Peso totale gabbia (kg) 4661.0

gabbia 4

diametro (m) **1.5**
 Lunghezza gabbia **5**

Armatura longitudinale

n. barre **64**
 diametro (mm) **30**
 peso barre (kg/m) **5.549**
 peso barre gabbia (kg) 1775.628

Peso totale gabbia (kg) 1775.6

Staffe

gabbia 1

Diametro Palo (m) **1.5**
 Lunghezza gabbia **6**

Staffe

diametro (mm) **14**
 peso barre (kg/m) **1.208**
 passo (m) **0.2**
 copriferro (cm) **6**
 peso barre gabbia (kg) 157.2

Peso totale gabbia (kg) 157.2

gabbia 2

diametro (m) **1.5**
 Lunghezza gabbia **14**

Staffe

diametro (mm) **12**
 peso barre (kg/m) **0.888**
 passo (m) **0.2**
 copriferro (cm) **6**
 peso barre gabbia (kg) 269.4

Peso totale gabbia (kg) 269.4

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 365 di 368

21.9 INCIDENZA DELLA TRAVE DELLA PARATIA DI VALLE

Trave CORDOLO						
B	1.5	m	V trave	3.00	m ³	
H	2	m	L	1	m	

	diametro [mm]	Area [mm]	numero	L [mm]	passo [mm]	peso [Kg]
Armatura longitudinale inferiore	24	452	14	1000	-	50.7
Armatura longitudinale superiore	18	254	4	1000	-	8.1
Staffe	12	113	1	-	200	31.7
Spilli	12	113	2	-	200	18.1

Incidenza calcolata						39.8 kg/m ³
---------------------	--	--	--	--	--	-------------------------------

L'incidenza totale della trave è pari a 45 kg/m³.

21.10 INCIDENZA DEL TIRANTE DELLA PARATIA DI VALLE

Trave TIRANTE						
B	1.5	m	V trave	3.00	m ³	
H	2	m	L	1	m	

	diametro [mm]	Area [mm]	numero	L [mm]	passo [mm]	peso [Kg]
Armatura longitudinale inferiore	30	707	12	1000	-	67.9
Armatura longitudinale superiore	30	707	12	1000	-	67.9
Staffe	12	113	1	-	200	31.7
Spilli	12	113	2	-	200	18.1

Incidenza calcolata						68.0 kg/m ³
---------------------	--	--	--	--	--	-------------------------------

L'incidenza totale della trave è pari a 70 kg/m³

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 366 di 368

21.11 INCIDENZA DEL CORDOLO PALI FASE I (PALI 1 – 15)

Trave TESTA PALI FASE I - 1-15						
B	2	m	V trave	3.00	m ³	
H	1.5	m	L	1	m	
	diametro [mm]	Area [mm]	numero	L [mm]	passo [mm]	peso [Kg]
Armatura longitudinale inferiore	32	804	14	1000	-	90.1
Armatura longitudinale superiore	32	804	14	1000	-	90.1
Staffe	10	79	1	-	50	88.0
Spilli	0	0	0	-	200	0.0
Incidenza calcolata						98.3 kg/m³

L'incidenza totale della trave è pari a 100 kg/m³

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 367 di 368

21.12 ARMATURE MURI H=8.70 M

Si riporta di seguito il riepilogo delle armature ed il calcolo dell'incidenza per i singoli elementi strutturali dove, congruente a quanto riportato in Eurocodice (UNI EN 1992-1-1), si è prevista un'armatura secondaria in quantità non inferiori al 20% dell'armatura principale.

Nel calcolo è stata considerata un incremento del 15% per tener conto della presenza di legature, spille e sovrapposizioni.

Soletta inferiore (fondazione)

- Armatura superiore e inferiore principale n.5Φ24/m;
- Armatura superiore e inferiore secondaria n.5Φ20/m;
- Armature trasversale n.5 stilli Φ24/m.

Parete

- Armatura superiore e inferiore principale n.8Φ26/m;
- Armatura superiore e inferiore secondaria n.5Φ24/m;
- Armature trasversale n.4 stilli Φ16/m.

Cordolo superiore

- Armatura superiore e inferiore principale n.12Φ24/m;
- Armatura superiore e inferiore secondaria n.12Φ24/m;
- Armature trasversale n.1StΦ12/15 cm a 5 braccia.

Tirante superiore

- Armatura superiore e inferiore principale n.29Φ26/m;
- Armatura superiore e inferiore secondaria n.29Φ26/m;
- Armature trasversale n.1StΦ12/20 cm a 4 braccia.

21.12.1.1 RIEPILOGO INCIDENZA FERRI

Si riportano le incidenze afferenti ai singoli elementi in calcestruzzo:

Soletta inferiore (fondazione):	135 kg/m ³
Parete:	190 kg/m ³
Cordolo superiore:	70 kg/m ³
Tirante superiore:	130 kg/m ³

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 DI VARIANTE VARIANTE 28 - Opere di mitigazione dei movimenti franosi - Tratta all'aperto Castel del Fiego - da pk 9+550 a pk 10+090 - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ CL	DOCUMENTO RI5700 001	REV. B	FOGLIO 368 di 368

21.13 ARMATURE MURI H=12.16 M

Si riporta di seguito il riepilogo delle armature ed il calcolo dell'incidenza per i singoli elementi strutturali dove, congruentemente a quanto riportato in Eurocodice (UNI EN 1992-1-1), si è prevista un'armatura secondaria in quantità non inferiori al 20% dell'armatura principale.

Nel calcolo è stata considerata un incremento del 15% per tener conto della presenza di legature, spille e sovrapposizioni.

Soletta inferiore (fondazione)

- Armatura superiore e inferiore principale n.6Φ24/m;
- Armatura superiore e inferiore secondaria n.6Φ24/m;
- Armature trasversale n.5 stilli Φ20/m.

Parete

- Armatura superiore e inferiore principale n.10Φ26/m;
- Armatura superiore e inferiore secondaria n.6Φ26/m;
- Armature trasversale n.4 stilli Φ16/m.

Cordolo superiore

- Armatura superiore e inferiore principale n.14Φ28/m;
- Armatura superiore e inferiore secondaria n.14Φ28/m;

- Armature trasversale n.1StΦ12/15 cm a 5 braccia.

Tirante superiore

- Armatura superiore e inferiore principale n.39Φ32/m;
- Armatura superiore e inferiore secondaria n.39Φ32/m;
- Armature trasversale n.1StΦ12/20 cm a 4 braccia.

21.13.1.1 RIEPILOGO INCIDENZA FERRI

Si riportano le incidenze afferenti ai singoli elementi in calcestruzzo:

Soletta inferiore (fondazione):	155 kg/m ³
Parete:	260 kg/m ³
Cordolo superiore:	90 kg/m ³
Tirante superiore:	250 kg/m ³