

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:

HIRPINIA - ORSARA AV

SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:




PROGETTO ESECUTIVO

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

VIABILITA'

VI01 - VIADOTTO SUL CERVARO DA 41+114.64 A 41.428.29

Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA - ORSARA AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 24/06/2022	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. A. Miazzon

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	SCALA:
IF3A	02	E	ZZ	CL	VI0105	003	B	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	C 08.00 - Emissione 180gg	L.Rampin	08/02/2022	L.Rampin	08/02/2022	L.Rampin	08/02/2022	Ing. A. Miazzon
B	C 08.01 - A valle del contraddittorio	L.Rampin	24/06/2022	L.Rampin	24/06/2022	L.Rampin	24/06/2022	
								24/06/2022

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 2 di 137

Indice

1	PREMESSA	4
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
2.1	DOCUMENTI NORMATIVI.....	5
2.2	DOCUMENTI DI PROGETTO	6
3	INTRODUZIONE	9
3.1	SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE.....	9
3.2	DATI GENERALI RELATIVI ALL'OPERA D'ARTE	9
4	CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI.....	11
4.1	CALCESTRUZZI – CARATTERISTICHE AI FINI DELLA DURABILITA'	11
4.2	CALCESTRUZZI – CARATTERISTICHE MECCANICHE.....	12
4.3	ACCIAIO DI ARMATURA ORDINARIO – CARATTERISTICHE MECCANICHE.....	13
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E OPERE DI FONDAZIONE	13
6	VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO	14
6.1	GEOGNOSTICA E ZONAZIONE SISMICA	14
6.2	INDIVIDUAZIONE DEL SISMA DI PROGETTO.....	16
7	METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA.....	18
7.1	VERIFICHE STATICHE.....	18
7.2	VERIFICHE SISMICHE	20
7.3	DETTAGLI.....	21
8	ANALISI DEI CARICHI	23
8.1	CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI (G ₁)	24
8.1.2	PESO PROPRIO PILA	26
8.2	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G ₂)	27
8.3	CARICHI DA TRAFFICO FERROVIARIO (Q _{TR}).....	29
8.4	CARICHI VARIABILI AMBIENTALI (Q _V).....	49
8.5	AZIONI INDIRETTE (Q _P).....	55
8.6	CARICHI SISMICI (E).....	56
9	COMBINAZIONI DI CARICO	59
10	MODELLAZIONE NUMERICA.....	61

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<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>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>VI0105 003</td> <td>B</td> <td>3 di 137</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	VI0105 003	B	3 di 137
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	VI0105 003	B	3 di 137													

10.1	SOFTWARE DI CALCOLO	61
10.2	MODELLO TRIDIMENSIONALE	62
10.3	CARICHI ELEMENTARI	63
10.3.1	RIEPILOGO DEGLI SCARICHI DALL'IMPALCATO SINISTRO.....	64
10.3.2	RIEPILOGO DEGLI SCARICHI DALL'IMPALCATO DESTRO	65
10.3.3	RIEMPIMENTO DELLA PILA	66
10.3.4	MASSE SISMICHE E SPETTRI DI RISPOSTA	67
10.3.5	AZIONE DEL VENTO SULLA PILA E SUL PULVINO	67
10.4	RISULTATI DEL MODELLO DI CALCOLO	71
10.5	SOLLECITAZIONI SUGLI ELEMENTI.....	72
11	VERIFICHE	77
11.1	VERIFICHE SLU.....	77
11.1.1	VERIFICA PRESSOFLESSIONE SLU-SLV, N=COST	78
11.1.2	VERIFICA PRESSOFLESSIONE SLU-SLV, M/N=COST	79
11.1.3	VERIFICA A TAGLIO.....	80
11.2	VERIFICHE SLE.....	90
11.3	QUANTITATIVI MINIMI DELLE ARMATURE	91
12	ESCURSIONE LONGITUDINALE GIUNTI E VARCHI	92
13	VERIFICHE STRUTTURALI DEL PLINTO DI FONDAZIONE	95
13.1	VERIFICHE SLU CON MECCANISMO TIRANTE-PUNTONE.....	95
13.2	VERIFICHE SLE - RARA	103
14	VERIFICHE STRUTTURALI DEI BAGGIOLI, RITEGNI E PULVINO	121
A)	STIMA INCIDENZA ARMATURA	129
B)	APPENDICE B: COMBINAZIONI DI CALCOLO	134

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 4 di 137

1 PREMESSA

Nell'ambito della redazione del Progetto Esecutivo del raddoppio tratta Apice– Orsara del 2° Lotto funzionale Hirpinia – Orsara - potenziamento della linea ferroviaria Napoli – Bari, il presente documento denominato **“Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione”** riporta la sintesi dei criteri di progettazione strutturale adottati per il dimensionamento delle pile in oggetto.

Detti criteri riprendono e confermano quanto previsto nel progetto definitivo nell'analoga relazione tecnica e precisano, laddove necessario, i differenti approcci progettuali proposti.

Il *Viadotto Cervaro – VI01*, a doppio binario, si estende dal km 41+114,64 al km 41+428,29 della *Tratta Apice-Orsara - II° Lotto Funzionale Hirpinia - Orsara* per uno sviluppo complessivo di 313 m in corrispondenza del *Torrente Cervaro* e, come previsto nel Progetto Definitivo è costituito da n°7 campate isostatiche di cui:

- n°4 campate di luce L=40,00m (asse pila-asse pila): ciascun impalcato è della tipologia a struttura mista acciaio-calcestruzzo con soletta collaborante in c.a. avente luce di calcolo L_c=38,00 m con una larghezza complessiva pari a 15,20m.
- n°2 campate (tra le pile P1 e P2 e tra le pile P2 e P3) di luce L=60,00m (asse pila-asse pila): l'impalcato è della tipologia a struttura mista acciaio-calcestruzzo con soletta collaborante in c.a. avente luce di calcolo L_c=58,00m, l'impalcato in esame si biforca andando in direzione spalla A.
- n°1 campata (tra la spalla SPA e la pila P1) di luce L=33,65m (asse pila-asse pila): la campata è costituita da 2 impalcati a struttura mista acciaio-calcestruzzo con soletta collaborante in c.a. avente luce di calcolo L_c=31,65 m con una larghezza cadauno pari a 8.60 m.

Le pile del viadotto sono realizzate in c.a. gettato in opera.

Per un inquadramento completo delle opere si rimanda agli elaborati di dettaglio; per la relazione relativa alle opere di fondazione profonda si rimanda alla relazione di calcolo specifica.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<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>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>VI0105 003</td> <td>B</td> <td>5 di 137</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	VI0105 003	B	5 di 137
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	VI0105 003	B	5 di 137													
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione																		

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 DOCUMENTI NORMATIVI

La presente relazione è stata redatta in accordo alla normativa vigente:

- Decreto del Ministro delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018 - “Norme tecniche per le costruzioni” (NTC18);
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7: Istruzioni per l’applicazione dello “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»” di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. supplemento ordinario alla G. U. n° 42 del 20/2/2018 (nel seguito indicate come CNTC19);
- Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 Gennaio 2008 - “Nuove Norme tecniche per le costruzioni” (NTC08);
- Circolare 2 febbraio 2009 n.617: Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al DM 14 gennaio 2008,. supplemento ordinario n° 27 alla G. U. n° 47 del 26/2/2009 (nel seguito indicate come CNTC09);
- OPCM 20 marzo 2003 n. 3274: Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- OPCM 3 maggio 2005 n. 3431: Ulteriori modifiche ed integrazioni dell’ordinanza del Presidente del consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/3/2003 recante “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”;
- UNI EN 1990:2006: Criteri generali di progettazione strutturale;
- UNI EN 1991-1-1:2004 Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici;
- UNI EN 1991-1-3:2015 Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve;
- UNI EN 1991-1-4:2010 Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento;
- UNI EN 1991-1-5:2004 Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche;
- UNI EN 1992-1-1:2015 Parte 1-1: Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1997-1:2013 Parte 1: Regole generali;
- UNI EN 1997-2:2007 Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo;
- UNI EN 1998-1:2013 Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;
- UNI EN 1998-3:2005 Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici;
- UNI EN 1998-5:2005 Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;
- UNI EN 206-1:2016 Parte 1: Calcestruzzo –Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- UNI EN 11104: 2016 Parte 1: Calcestruzzo –Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 206-1;
- Decreto del Capo Dipartimento della Protezione Civile n.3685 del 21 Ottobre 2003;
- Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 E - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture;
- Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 001 E - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale;
- 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.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	
	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL VI0105 003 B 6 di 137

2.2 DOCUMENTI DI PROGETTO

Si indicano i documenti di progetto a cui questa relazione è riferita:

2.2.1 Elaborati generali

IF3A.0.2.E.ZZ.RG.VI.00.0.0.001.A	Relazione Tecnico-Descrittiva delle Opere Civili
IF3A.0.2.E.ZZ.TT.VI.00.0.0.001.A	Tabella Materiali e Note generali
IF3A.0.2.E.ZZ.WZ.VI.00.0.X.001.A	Piattaforma in corrispondenza di Fire Fighting Point (FFP)
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.00.0.9.001.A	Schema conci travate e distribuzione dei materiali
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.00.0.A.001.A	Pianta soletta in calcestruzzo e sezioni tipiche - Carpenteria
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.00.0.A.002.A	Forometria soletta, particolari costruttivi e finiture
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.00.0.9.006.A	Dettagli di saldatura
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.00.0.9.002.A	Ritegno sismico trasversale a dispositivo antisollevamento campate 40m e 33mm
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.00.0.9.003.A	Ritegno sismico trasversale a dispositivo antisollevamento campate 60m
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.00.0.9.004.A	Ritegni longitudinali campate 40m, 60m, 33m
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.00.0.9.005.A	Schemi controfrecce di montaggio
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.00.0.7.001.A	Schemi apparecchi di appoggio e giunti
IF3A.0.2.E.ZZ.CL.VI.00.0.9.001.A	Relazione di calcolo ponte 40m doppio (SPB-P6)
IF3A.0.2.E.ZZ.CL.VI.00.0.9.002.A	Relazione di calcolo ponte 40m doppio (P4-P3)
IF3A.0.2.E.ZZ.CL.VI.00.0.9.003.A	Relazione di calcolo ponte 60m doppio (P3-P2)
IF3A.0.2.E.ZZ.CL.VI.00.0.9.004.A	Relazione di calcolo ponte 60m singolo (P2-P1)
IF3A.0.2.E.ZZ.CL.VI.00.0.9.005.A	Relazione di calcolo ponte 33m singolo (P1-SPA)
IF3A.0.2.E.ZZ.RP.VI.00.0.3.001.A	Relazione sui criteri di calcolo delle fondazioni
IF3A.0.2.E.ZZ.MI.VI.00.0.0.001.A	Piano di Manutenzione viadotto
IF3A.0.2.E.ZZ.RH.VI.00.0.0.001.A	Sistemi di ispezione visiva e accessibilità per la manutenzione e il monitoraggio degli impalcati - Relazione descrittiva
IF3A.0.2.E.ZZ.TT.VI.00.0.0.002.A	Incidenza delle armature nel viadotto

2.2.2 Impalcato a struttura mista acc.-cls SPA-P1 L=33,65 Lato monte Campata 1

IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.001.A	Prospetto, piante di controvento e sezioni tipiche
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.002.A	Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.003.A	Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pila P1 e spalla SPA
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.004.A	Sezioni trasversali: diaframmi D1

2.2.3 Impalcato a struttura mista acc.-cls SPA-P1 L=33,65 Lato valle Campata 1

IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.005.A	Prospetto, piante di controvento e sezioni tipiche
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.006.A	Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.007.A	Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pila P1 e spalla SPA
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.008.A	Sezioni trasversali: diaframma D1

2.2.4 Impalcato a struttura mista acc.-cls P1-P2 L=60,00m Lato monte Campata 2

IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.009.A	Prospetto, piante di controvento e sezioni tipiche
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.010.A	Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.011.A	Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pile P1 e P2
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.012.A	Sezioni trasversali: diaframma D1

2.2.5 Impalcato a struttura mista acc.-cls P1-P2 L=60,00m Lato valle Campata 2

IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.013.A	Prospetto, piante di controvento e sezioni tipiche
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.014.A	Dettagli di controvento superiore e inferiore

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 7 di 137

IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.015.A Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pile P1 e P2
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.016.A Sezioni trasversali: diaframma D1

2.2.6 Impalcato a struttura mista acc.-cls P2-P3 L=60,00m Campata 3

IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.017.A Prospetto, piante di controvento e sezioni tipiche
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.018.A Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.019.A Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pile P2 e P3
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.020.A Sezioni trasversali: diaframmi D1 e D2

2.2.7 Impalcato a struttura mista acc.-cls P3-P4 L=40,00m Campata 4

IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.021.A Prospetto, piante di controvento e sezioni tipiche
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.022.A Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.023.A Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pile P e P4
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.024.A Sezioni trasversali: diaframmi D1 e D2

2.2.8 Impalcato a struttura mista acc.-cls P3-P4 L=40,00m Campata 5

IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.025.A Prospetto, piante di controvento e sezioni tipiche
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.026.A Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.027.A Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pile P4 e P5
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.028.A Sezioni trasversali: diaframmi D1 e D2

2.2.9 Impalcato a struttura mista acc.-cls P5-P6 L=40,00m Campata 6

IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.029.A Prospetto, piante di controvento e sezioni tipiche
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.030.A Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.031.A Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pile P5 e P6
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.032.A Sezioni trasversali: diaframmi D1 e D2

2.2.10 Impalcato a struttura mista acc.-cls P6-SPB L=40,00m Campata 7

IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.033.A Pianta generale e sezioni principali
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.034.A Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.035.A Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pila P6 e spalla SPB
IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.VI.01.0.9.036.A Sezioni trasversali: diaframmi D1 e D2

2.2.11 Progetto di varo

IF3A.0.2.E.ZZ.DZ.VI.01.0.0.001.A Montaggio soluzione A: STEP 1
IF3A.0.2.E.ZZ.DZ.VI.01.0.0.002.A Montaggio soluzione A: STEP 2
IF3A.0.2.E.ZZ.DZ.VI.01.0.0.003.A Montaggio soluzione A: STEP 3
IF3A.0.2.E.ZZ.DZ.VI.01.0.0.004.A Montaggio soluzione A: STEP 4
IF3A.0.2.E.ZZ.DZ.VI.01.0.0.005.A Montaggio soluzione A: STEP 5
IF3A.0.2.E.ZZ.DZ.VI.01.0.0.006.A Montaggio soluzione A: STEP 6
IF3A.0.2.E.ZZ.DZ.VI.01.0.0.007.A Montaggio soluzione B: STEP 1
IF3A.0.2.E.ZZ.DZ.VI.01.0.0.008.A Montaggio soluzione B: STEP 2
IF3A.0.2.E.ZZ.DZ.VI.01.0.0.009.A Montaggio soluzione B: STEP 3
IF3A.0.2.E.ZZ.DZ.VI.01.0.0.010.A Montaggio soluzione B: STEP 4
IF3A.0.2.E.ZZ.DZ.VI.01.0.0.011.A Montaggio soluzione B: MOVIMENTI E DETTAGLIO SLITTA

2.2.12 Sottostrutture

IF3A.0.2.E.ZZ.A8.VI.01.0.0.001.A Vista di assieme - 3D

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA												
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER													
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	<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>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>VI0105 003</td> <td>B</td> <td>8 di 137</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	VI0105 003	B	8 di 137
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	VI0105 003	B	8 di 137								

IF3A.0.2.E.ZZ.A8.VI.01.0.0.002.A	Planimetria e profilo longitudinale d'assieme
IF3A.0.2.E.ZZ.L9.VI.01.0.2.001.A	Tracciamento, opere provvisionali e scavi: planimetria e profilo longitudinale tav. 1/2
IF3A.0.2.E.ZZ.L9.VI.01.0.2.002.A	Tracciamento, opere provvisionali e scavi: planimetria e profilo longitudinale tav. 2/2
IF3A.0.2.E.ZZ.BA.VI.01.0.2.001.A	Opere provvisionali - Spalla B - Pianta, sezioni e dettagli
IF3A.0.2.E.ZZ.BA.VI.01.0.2.002.A	Opere provvisionali - Pila 1 - Pianta, sezioni e dettagli
IF3A.0.2.E.ZZ.BA.VI.01.0.2.003.A	Opere provvisionali - Pila 2 - Pianta, sezioni e dettagli
IF3A.0.2.E.ZZ.BA.VI.01.0.2.004.A	Opere provvisionali - Pila 3 - Pianta, sezioni e dettagli
IF3A.0.2.E.ZZ.BA.VI.01.0.2.005.A	Opere provvisionali - Pila 4 - Pianta, sezioni e dettagli
IF3A.0.2.E.ZZ.BA.VI.01.0.2.006.A	Opere provvisionali - Pila 5 - Pianta, sezioni e dettagli
IF3A.0.2.E.ZZ.BA.VI.01.0.2.007.A	Opere provvisionali - Pila 6 - Pianta, sezioni e dettagli
IF3A.0.2.E.ZZ.L9.VI.01.0.3.001.A	Tracciamento opere di fondazione - Planimetria e profilo longitudinale tav.1/2
IF3A.0.2.E.ZZ.L9.VI.01.0.3.002.A	Tracciamento opere di fondazione - Planimetria e profilo longitudinale tav.2/2
IF3A.0.2.E.ZZ.BB.VI.01.0.4.001.A	Carpenteria spalla A - Pianta
IF3A.0.2.E.ZZ.BB.VI.01.0.4.002.A	Carpenteria spalla A - Sezioni
IF3A.0.2.E.ZZ.BB.VI.01.0.4.003.A	Carpenteria spalla B - Pianta
IF3A.0.2.E.ZZ.BB.VI.01.0.4.004.A	Carpenteria spalla B - Sezioni
IF3A.0.2.E.ZZ.BB.VI.01.0.5.001.A	Carpenteria pila P1 - Pianta
IF3A.0.2.E.ZZ.BB.VI.01.0.5.002.A	Carpenteria pila P1 - Sezioni
IF3A.0.2.E.ZZ.BB.VI.01.0.5.003.A	Carpenteria pila P2 - Pianta
IF3A.0.2.E.ZZ.BB.VI.01.0.5.004.A	Carpenteria pila P2 - Sezioni
IF3A.0.2.E.ZZ.BB.VI.01.0.5.005.A	Carpenteria pila P3 - Pianta
IF3A.0.2.E.ZZ.BB.VI.01.0.5.006.A	Carpenteria pila P3 - Sezioni
IF3A.0.2.E.ZZ.BB.VI.01.0.5.007.A	Carpenteria pila P4 - Pianta
IF3A.0.2.E.ZZ.BB.VI.01.0.5.008.A	Carpenteria pila P4 - Sezioni
IF3A.0.2.E.ZZ.BB.VI.01.0.5.009.A	Carpenteria pila P5 - Pianta
IF3A.0.2.E.ZZ.BB.VI.01.0.5.010.A	Carpenteria pila P5 - Sezioni
IF3A.0.2.E.ZZ.BB.VI.01.0.5.011.A	Carpenteria pila P6 - Pianta
IF3A.0.2.E.ZZ.BB.VI.01.0.5.012.A	Carpenteria pila P6 - Sezioni
IF3A.0.2.E.ZZ.CL.VI.01.0.4.001.A	Spalla A: Relazione di calcolo strutture in elevazione
IF3A.0.2.E.ZZ.CL.VI.01.0.5.002.A	Pila P1,P2,P3: Relazione di calcolo strutture in elevazione
IF3A.0.2.E.ZZ.CL.VI.01.0.5.003.A	Pila P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione
IF3A.0.2.E.ZZ.CL.VI.01.0.4.002.A	Spalla B: Relazione di calcolo strutture in elevazione
IF3A.0.2.E.ZZ.CL.VI.01.0.3.001.A	Relazione di calcolo fondazioni spalla A e spalla B
IF3A.0.2.E.ZZ.CL.VI.01.0.3.002.A	Relazione di calcolo fondazioni pile P1, P2, P3
IF3A.0.2.E.ZZ.CL.VI.01.0.3.003.A	Relazione di calcolo fondazioni pile P4, P5, P6
IF3A.0.2.E.ZZ.CL.VI.01.0.2.000.A	Relazione di calcolo opere provvisionali per pile e spalle

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 9 di 137

3 INTRODUZIONE

3.1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

Scopo del presente documento è presentare calcolo e verifiche strutturali delle strutture in elevazione delle pile 4, 5, 6 del Viadotto Cervaro – VI01. Nello specifico all'interno del report sono compresi:

- descrizione delle caratteristiche generali dell'opera;
- caratterizzazione dei materiali che saranno utilizzati;
- descrizione delle condizioni sismiche e geologiche rilevanti per la struttura;
- descrizione dei carichi a cui è soggetta la struttura;
- descrizione delle metodologie di calcolo adottate e dello sviluppo delle analisi;
- descrizione dei criteri di verifica;
- presentazione e interpretazione dei risultati ottenuti;
- presentazione delle verifiche degli elementi;
- definizione di carpenterie, armature e dettagli costruttivi che saranno recepiti negli elaborati grafici del progetto esecutivo.

3.2 DATI GENERALI RELATIVI ALL'OPERA D'ARTE

Il *Viadotto Cervaro – VI01*, a doppio binario, si estende dal km 41+114,64 al km 41+428,29 della *Tratta Apice-Orsara - II° Lotto Funzionale Hirpinia - Orsara* per uno sviluppo complessivo di 313 m in corrispondenza del *Torrente Cervaro* e, come previsto nel Progetto Definitivo è costituito da n°7 campate isostatiche.

Le pile sono realizzate in c.a. gettato in opera. Oggetto della presente relazione è il dimensionamento delle pile 4, 5, 6, sulle quali grava un impalcato isostatico a singola campata, di lunghezza pari a 40 m, collegato mediante appoggi fissi.

Le pile presentano un fusto a sezione rettangolare cava variabile sull'altezza di dimensioni esterne, a quota estradosso pulvino, pari a 4.66m x 13,20m, con 13,20m costante su tutta l'altezza e 4.66m variabile e crescente con pendenza pari a 1/25; tali pile sono caratterizzate da raccordi circolari.

I risultati presentati sono validi per tutte e tre le pile, in quanto presentano la stessa geometria e stessi carichi applicati.

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 10 di 137

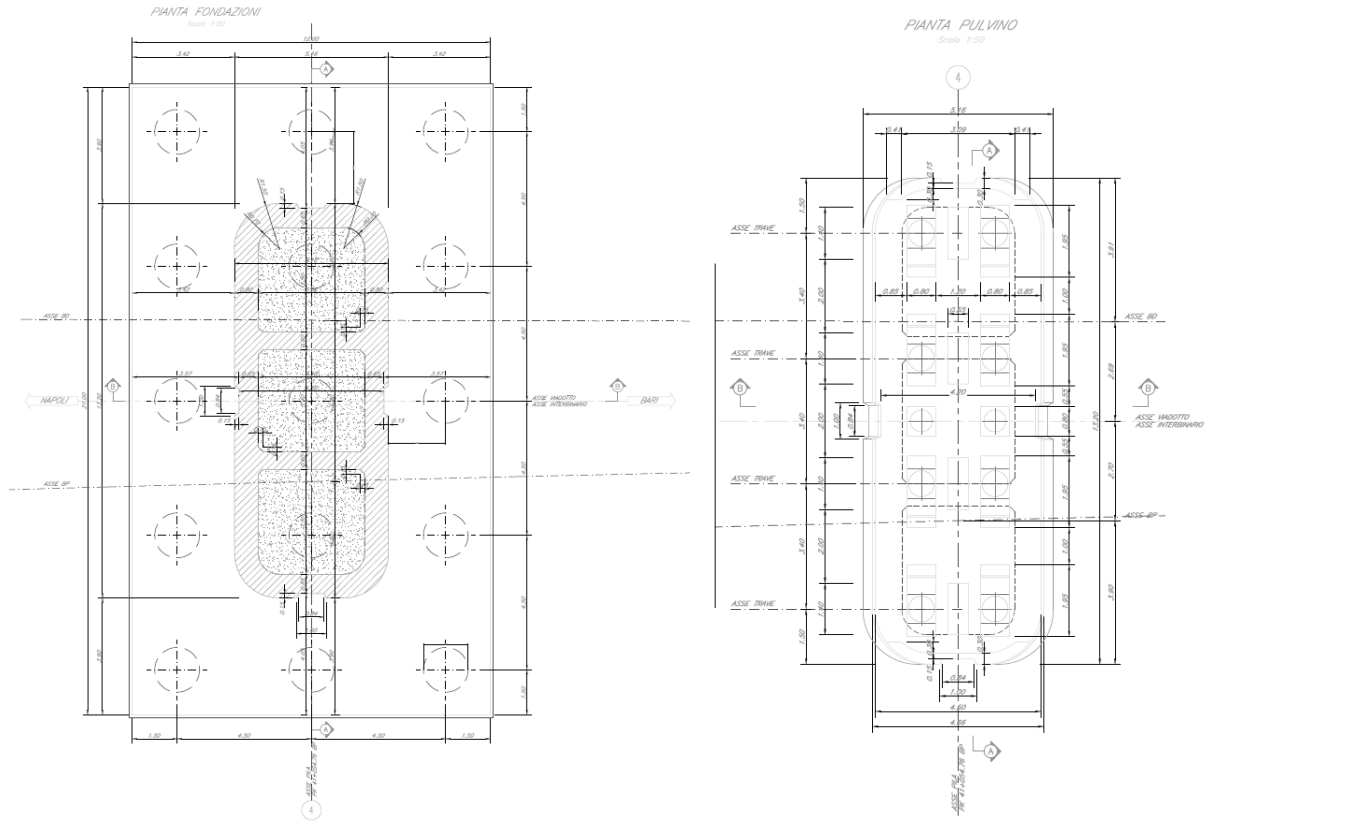


Figura 1 Pianta livello spiccato e livello appoggi impalcato

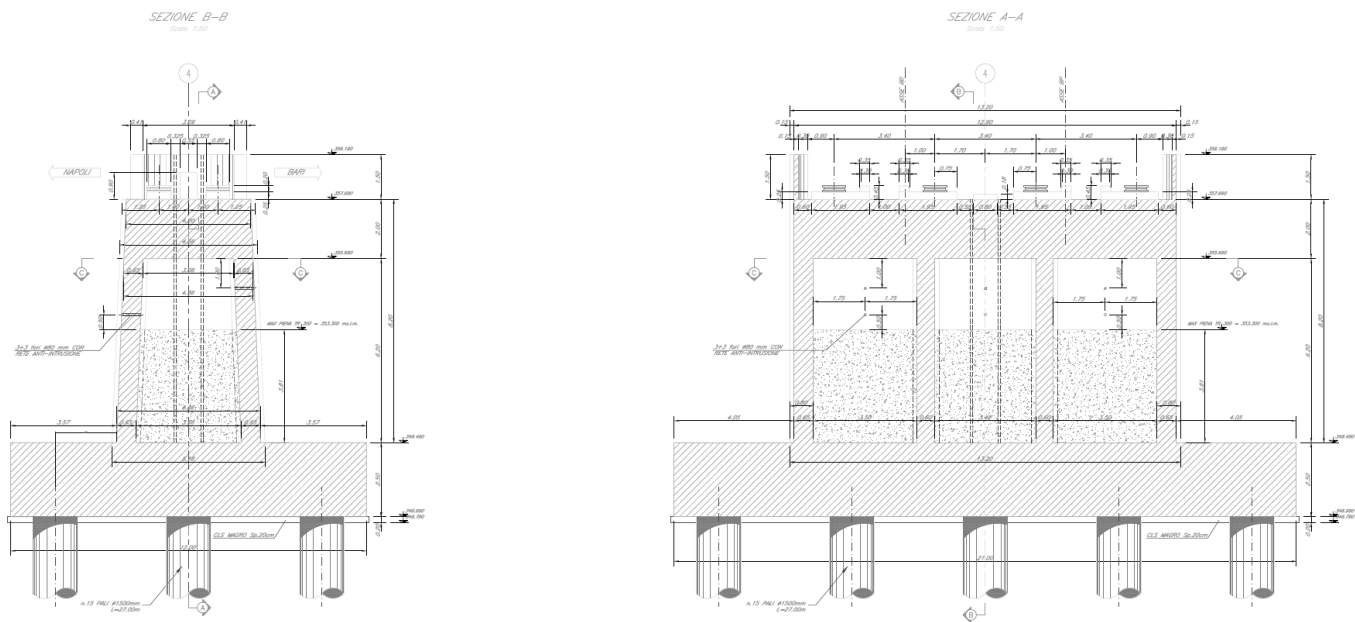


Figura 2 Sezioni trasversali e longitudinale

Per ulteriori informazioni riguardo la geometria del corpo di fabbrica si vedano le tavole allegate alla presente relazione.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 11 di 137

4 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

Come riportato nel seguito della relazione la struttura sarà progettata per avere una Vita Nominale di 75 anni.

4.1 CALCESTRUZZI – CARATTERISTICHE AI FINI DELLA DURABILITA'

- Ref.: Manuale di progettazione RFI (Parte II – Sezione II)
- Ref.: UNI-EN 206-1
- Ref.: UNI-11104
- Ref. NTC18 e CNTC19
- Ref. UNI-EN 1992-1-1

	STRUTTURE IN CALCESTRUZZO – ELEVAZIONE PILA	
Tipo di cemento	CEM III ÷IV	
PARAMETRO	Formulazione	
Classe di Esposizione	-	XC4
Condizioni ambientali	-	Aggressive
Classe di Resistenza Minima	C_{fck} / R_{ck} [MPa]	C32/40
Massimo rapporto acqua/cemento	a/c	0.60
Classe di Consistenza	-	S4
Copriferro	c	50 mm

	STRUTTURE IN CALCESTRUZZO – FONDAZIONE PILA	
Tipo di cemento	CEM III ÷IV	
PARAMETRO	Formulazione	
Classe di Esposizione	-	XC2
Condizioni ambientali	-	Aggressive
Classe di Resistenza Minima	C_{fck} / R_{ck} [MPa]	C28/35
Massimo rapporto acqua/cemento	a/c	0.60
Classe di Consistenza	-	S4
Copriferro	c	50 mm

Tabella 1 Classi di esposizione e parametri rilevanti

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER						
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione						

4.2 CALCESTRUZZI – CARATTERISTICHE MECCANICHE

- Ref. §4.1.2.1 dell'NTC18
- Ref. §11.2.10 dell'NTC18

Come discende dal precedente paragrafo, saranno utilizzate diverse Classi di Resistenza per il calcestruzzo dei vari elementi strutturali. Per ciascuna delle diverse classi si riportano sotto le caratteristiche meccaniche assunte nei calcoli.

CARATTERISTICHE MECCANICHE				
STRUTTURE IN CALCESTRUZZO (§4.1.2.1) – (§11.2.10)				
PARAMETRO	Formulazione			
Classe di Resistenza	-	C 12/15	C 28/35	C 32/40
Resistenza cubica caratteristica a compressione a 28 gg	R_{ck} [MPa]	15.0	35.0	40.0
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione a 28 gg	f_{ck} [MPa]	12.0	29.0	33.2
Resistenza media a compressione	$f_{cm}=f_{ck} + 8$ [MPa]	20.0	37.0	41.2
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctm,5} = 0.3 \times f_{ck}^{2/3}$ [MPa]	1.57	2.83	3.09
Resistenza caratteristica a trazione (percentile 95%)	$f_{ctm} = 1.3 \times f_{ctm}$ [MPa]	2.04	3.69	4.03
Resistenza caratteristica a trazione (percentile 5%)	$f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm}$ [MPa]	1.10	1.98	2.17
Resistenza caratteristica a trazione (per flessione)	$f_{ctm} = 1.2 \times f_{ctm}$ [MPa]	1.89	3.40	3.72
Modulo di elasticità secante	$E_{cm} = 22000 \times [f_{cm}/10]^{0.3}$ [MPa]	27085	32588	33643
Coefficiente di Poisson	ν	0.20	0.20	0.20
Coefficiente parziale sul materiale	γ_c	1.50	1.50	1.50
Coefficiente di lunga durata	α_{cc}	0.85	0.85	0.85
Resistenza cilindrica di progetto a compressione (carichi di breve durata)	$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c$ [MPa]	8.00	19.37	22.13
Resistenza cilindrica di progetto a compressione (carichi di lunga durata)	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck}/\gamma_c$ [MPa]	6.80	16.46	18.81
Resistenza di progetto a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk}/\gamma_c$ [MPa]	0.73	1.35	1.35
Coefficiente di dilatazione termica	α [°C ⁻¹]	10×10^{-6}	10×10^{-6}	10×10^{-6}
Peso specifico	γ [kN/m ³]	25	25	25

Tabella 2 Caratteristiche meccaniche del cls

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 13 di 137

4.3 ACCIAIO DI ARMATURA ORDINARIO – CARATTERISTICHE MECCANICHE

- Ref. §4.1.2.1 dell'NTC18
- Ref. §11.3.2 dell'NTC18

Saranno utilizzate due diverse tipologie di armature per le barre e per le reti e i tralicci.

CARATTERISTICHE MECCANICHE			
ACCIAIO DI ARMATURA (§4.1.2.1) – (§11.3.2)			
PARAMETRO	Formulazione	B450C (barre)	B450A (reti e.s., tralicci)
Resistenza caratteristica a snervamento	f_{yk} [MPa]	450	450
Resistenza caratteristica a rottura	f_{tk} [MPa]	540	540
Modulo di elasticità	E_{cm} [MPa]	210000	210000
Coefficiente parziale sul materiale	γ_s	1.15	1.15
Resistenza di progetto a snervamento	f_{yd} [MPa]	391	391

Tabella 3 Caratteristiche meccaniche acciaio di armatura

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E OPERE DI FONDAZIONE

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati dalle Opere d'Arte di Linea oggetto del presente documento si rimanda agli elaborati specialistici.

Per quanto riguarda gli aspetti fondazionali delle pile e delle spalle del Viadotto Cervaro - VI01, analogamente a quanto previsto nel Progetto Definitivo, esse sono previste su pali in c.a. di grande diametro per tutte le pile e per le spalle eccetto per le pile P1 – P2 – P3, in corrispondenza delle campate di scavalco, che, in relazione sostanzialmente alle luci degli impalcati, all'entità dello scalzamento previsto per la massima piena di progetto, nonché all'elevato livello di sismicità del sito, presentano fondazione a pozzo, costituite da allineamenti di diaframmi compenetrati disposti lungo il perimetro e internamente all'area di appoggio della fondazione stessa.

L'integrazione della campagna geognostica e gli approfondimenti dei criteri di verifica delle fondazioni su diaframmi calcolate con i criteri esplicitati nella relativa relazione tecnica generale (si veda il paragrafo 2.2) hanno permesso di ottimizzare la lunghezza degli stessi rispetto a quanto previsto nel progetto originario, mantenendo, tuttavia gli stessi requisiti prestazionali in termini di coefficienti di sicurezza globali delle fondazioni.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 14 di 137

6 VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Per quanto riguarda la definizione dell'azione sismica, dipendendo questa dalle coordinate del sito, nella figura successiva si riporta la posizione del sito.

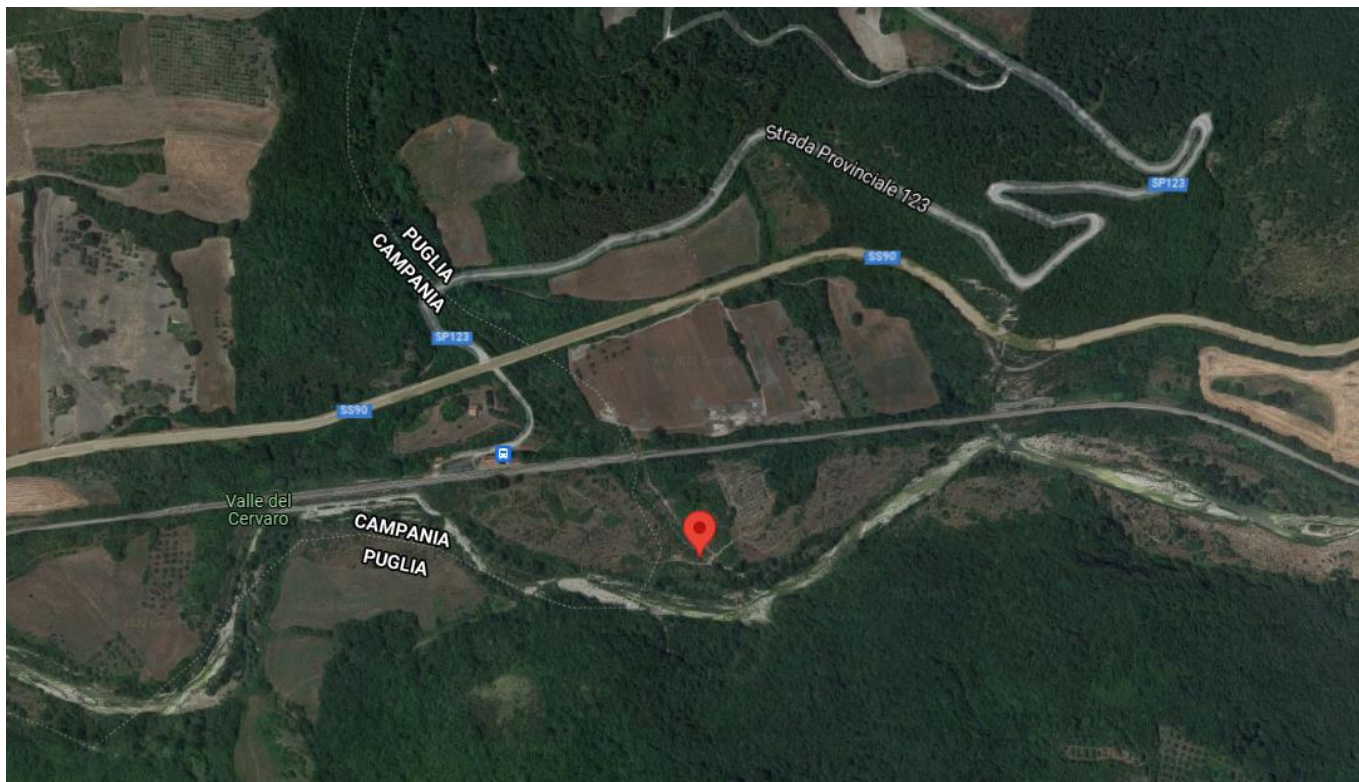


Figura 3 Vista satellitare dell'area di interesse

6.1 GEOGNOSTICA E ZONAZIONE SISMICA

- Ref.: §2.5.1.1.1 Specifiche RFI (MA-Parte II – Sezione II)
- Ref. §2.4.1-2-3 delle NTC18 Ref. §C2.4.1-2-3 del CNTC19
- Ref. §3.2 delle NTC18 Ref. §C3.2 del CNTC19

La definizione dell'azione sismica agente sulla costruzione è funzione di:

- Vita Nominale;
- Classe d'uso;
- Tipo di terreno;
- Pericolosità del sito.

Come da §2.4.1 dell'NTC18, la *Vita Nominale* di progetto V_N di un'opera è definita convenzionalmente come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

Con riferimento a:

- §2.5.1.1.1 Specifiche RFI (MA - Parte II – Sezione II)

visto che si tratta di opera ferroviaria nuova su linea a velocità $v \leq 250$ km/h, viene adottata:

$V_N = 75$ anni

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 15 di 137

La Classe d'uso definisce i livelli minimi di sicurezza differenziati in relazione alla funzione svolta dalla costruzione e, pertanto, alle conseguenze che ne derivano in caso di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso. Al punto §2.4.2 dell'NTC18 sono definite le quattro classi d'uso che definiscono il carattere strategico di un'opera ai sensi e per gli effetti del Decreto del Capo Dipartimento della Protezione Civile n.3685 del 21 Ottobre 2003.

L'opera in esame è identificabile come appartenenti alla Categoria delle Infrastrutture di Classe d'uso III, infatti si tratta di un'opera d'arte del sistema di grande viabilità ferroviaria.

In dipendenza della Classe d'uso alla Tab. 2.4.II dell'NTC2018, si definisce il coefficiente d'uso C_u . Risultata:

Classe d'uso: III

$C_u = 1.50$

Con riferimento al Tipo di Terreno su cui sorge l'opera, le condizioni del sito di riferimento rigido non corrispondono, in generale, alle condizioni reali. È necessario, pertanto, tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera ed anche delle condizioni topografiche, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, secondo quanto riportato al punto §3.2.2 dell'NTC18 si può far riferimento a una Classificazione del Sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s . Per ognuna delle cinque categorie di sottosuolo riportate alla Tab. 3.2.II dell'NTC18, le azioni sismiche sono definibili come descritto al §3.2.3 dell'NTC18.

Agli stessi fini, sempre secondo quanto riportato al punto §3.2.2 dell'NTC18, si può adottare la Classificazione Topografica riportata alla Tab. 3.2.III dell'NTC18; le azioni sismiche sono definibili in dipendenza del coefficiente S_T definito alla Tab. 3.2.V dell'NTC18.

Con riferimento alla relazione sulla campagna di indagini geognostiche, geotecniche, geofisiche propedeutiche alla presente relazione di calcolo, nel caso in esame il terreno è classificabile come:

Suolo di Tipo C

Visto che le caratteristiche topografiche del sito riflettono una superficie pianeggiante, nel caso peggiore si considera:

Categoria Topografica del Sito: T1

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla Pericolosità Sismica di base del sito di costruzione, descritta dai seguenti parametri, riferiti a condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale:

a_g : Accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 : Valore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T^*_c : Valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Come indicato al punto §3.2 dell'NTC18, per i valori di a_g , F_0 e T^*_c , necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 Gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 Febbraio 2008, n. 29, ed eventuali successivi aggiornamenti, dove i tre parametri sono riportati per l'intero territorio Nazionale, in funzione delle coordinate geografiche.

Le coordinate geografiche scelte sono:

lat. 41°14'27"

long. 15°16'50"

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 16 di 137

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	68	0.074	2.532	0.329
SLD	113	0.096	2.502	0.348
SLV	1068	0.273	2.435	0.431
SLC	2193	0.373	2.392	0.445

Figura 4 Valori di a_g , F_o , T_c^* per il sito in esame

I valori dei parametri sono riportati con riferimento a differenti probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento P_{Vr} , ciascuno corrispondente ad uno stato limite secondo la Tab. 3.2.I riportata al §3.2.1 dell'NTC18.

6.2 INDIVIDUAZIONE DEL SISMA DI PROGETTO

- Ref. §3.2 delle NTC18
- Ref. §C3.2 del CNTC19

Si riporta nel seguito il calcolo dell'azione sismica di progetto secondo quanto previsto al punto §3.2 dell'NTC08. La determinazione dell'accelerazione richiesta dalle NTC08 vigenti è stata eseguita mediante l'utilizzo del software "Spettri NTC ver. 1.0.3" del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Riassumendo quanto già riportato, è stata fissata una vita nominale della struttura pari a $V_N = 75$ anni. La struttura appartiene alla Classe d'uso III, relativa a opere appartenenti alla rete ferroviaria. A tale classe d'uso corrisponde un coefficiente d'uso C_u pari a 1.50.

Il periodo di riferimento dell'azione sismica (§2.4.3 dell'NTC18) è

La costruzione è posta in:

Coordinate geografiche scelte:

$$V_R = V_N \cdot C_u = 112.5 \text{ anni}$$

ZONA 1

lat. 41.241072

long. 15.280556

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 17 di 137

6.2.1 Spettro elastico su suolo rigido

Si riportano di seguito i parametri e le forme spettrali che caratterizzano l'azione sismica del sito in esame.

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

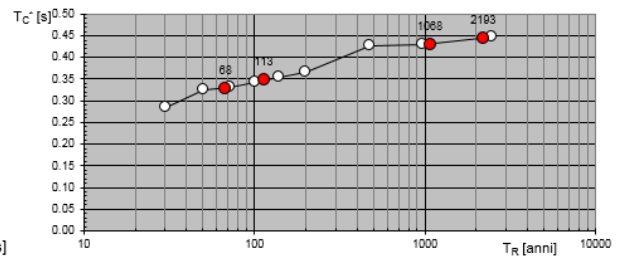
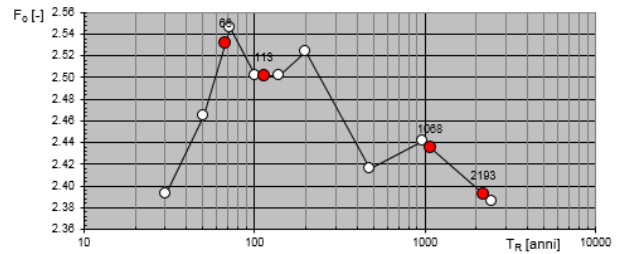
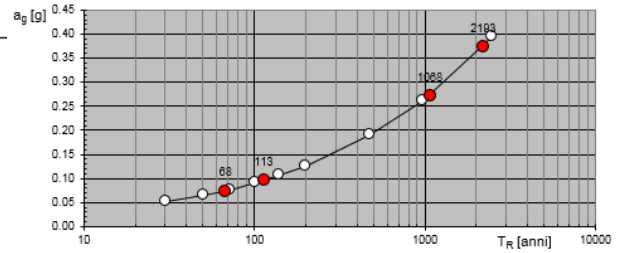
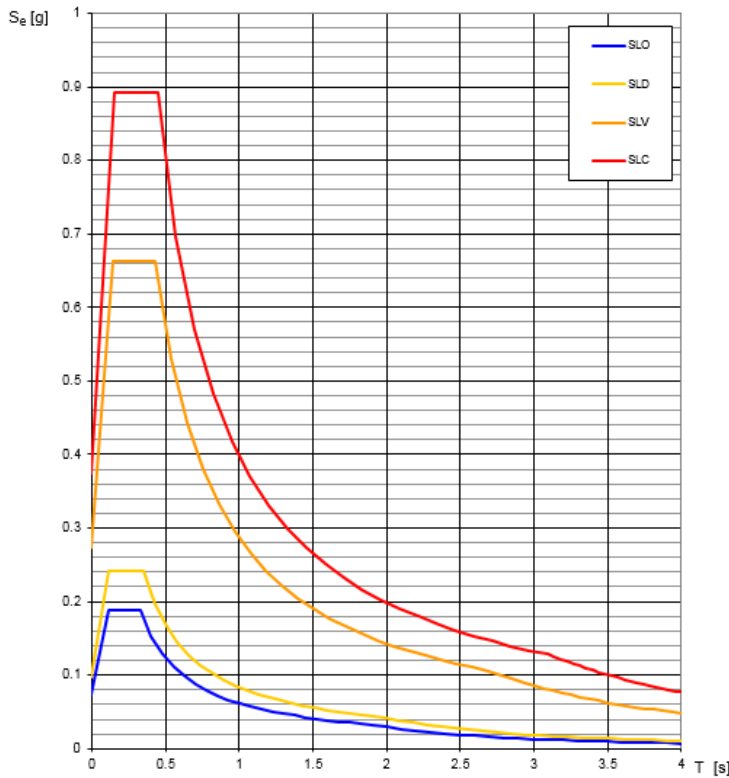


Figura 5 Spettri elastici su suolo rigido e valori dei parametri a_g , F_o , T_c in funzione del periodo di ritorno

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA																	
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<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>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>VI0105 003</td> <td>B</td> <td>18 di 137</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	VI0105 003	B	18 di 137
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	VI0105 003	B	18 di 137													
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione																		

7 METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA

7.1 VERIFICHE STATICHE

7.1.1 Metodi di analisi

- Ref. §4.1.1 delle NTC18
- Ref. §4.1.1.1 delle NTC18

Al punto §4.1.1 dell'NTC18 si afferma che, per l'analisi strutturale globale, volta alla valutazione degli effetti delle azioni, si potranno adottare i seguenti metodi:

- analisi elastica lineare;
- analisi plastica;
- analisi non lineare.

Nel caso in esame è stato scelto come metodo di analisi l'**analisi elastica lineare** di cui al §4.1.1.1 dell'NTC18. L'analisi elastica lineare sarà usata per valutare gli effetti delle azioni sia per gli S.L.E. sia per gli S.L.U.; si assumerà:

- sezioni interamente reagenti con rigidzze valutate riferendosi al solo cls;
- relazioni tensioni-deformazioni lineari;
- valori medi del modulo di elasticità.

Per la determinazione degli effetti delle coazioni interne alla struttura (deformazioni termiche, eventuali cedimenti, ritiro) le analisi saranno effettuate assumendo:

- per gli SLU, rigidzze ridotte valutate ipotizzando che le sezioni siano fessurate (in assenza di valutazioni più precise la rigidzza delle sezioni fessurate potrà essere assunta pari al 50% della rigidzza delle sezioni interamente reagenti);
- per gli SLE, rigidzze intermedie tra quelle delle sezioni interamente reagenti e quelle delle sezioni fessurate (la rigidzza delle sezioni fessurate è stata assunta pari al 75% della rigidzza delle sezioni interamente reagenti).

I risultati delle analisi elastiche nel caso in esame non saranno modificati con redistribuzione dei momenti.

7.1.2 Effetti delle deformazioni

- Ref. §4.1.1.4 delle NTC18
- Ref. §4.1.2.3.9.2 delle NTC18
- Ref. §4.1.2.3.9.3 delle NTC18

Come indicato al §4.1.1.4 dell'NTC08, in generale è possibile effettuare:

- L'analisi del primo ordine, imponendo l'equilibrio sulla configurazione iniziale della struttura;
- L'analisi del secondo ordine, imponendo l'equilibrio sulla configurazione deformata della struttura.

L'analisi globale può condursi con la teoria del primo ordine nei casi in cui possano ritenersi trascurabili gli effetti delle deformazioni sull'entità delle sollecitazioni, sui fenomeni di instabilità e su qualsiasi altro rilevante parametro di risposta della struttura.

Nel caso in esame, trattasi di pila con struttura sufficientemente tozza da poter trascurare gli effetti del secondo ordine.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 19 di 137

7.1.3 Criteri di verifica SLU

- Ref. §4.1.2.3 delle NTC18

S.L.	S.L.	Criterio	Rif. Norma	Rilevanza
Resistenza	resistenza flessionale in presenza e in assenza di sforzo assiale	$M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$	§4.1.2.3.4	✓*1
	resistenza a taglio e scorrimento	$V_{Rd} \geq V_{Ed}$	§4.1.2.3.5	✓*2
	stabilità di elementi tozzi	$R_d \geq E_d$ $R_s < (R_{n}, R_{b}, R_c)$	§4.1.2.3.7	✗*3
	resistenza a fatica	doc. compr. valid.	§4.1.2.3.8	✗*3
	stabilità di elementi snelli	$R_d \geq E_d$	§4.1.2.3.9.2 §4.1.2.3.9.2	✗*3

Tabella 4 Verifiche SLU

*1 Le verifiche a presso-flessione dell'armatura verticale tengono conto dei momenti in entrambe le direzioni.

*2 Il taglio sollecitante da confrontare con quello resistente viene ripartito sui setti resistenti a taglio, come meglio specificato nel capitolo delle verifiche.

*3 stati limite non rilevanti per la struttura in esame.

7.1.4 Criteri di verifica SLE

- Ref. §2.5.1.8.3.2 (P.II - S.II) del Manuale RFI
- Ref. §4.1.2.2 delle NTC18

S.L.	Condizione	Criterio	Rif. Norma	Rilevanza
vibrazione			§4.1.2.2.3	✗*1
fessurazione	rara	apertura fessure $\leq w_1 = 0.2\text{mm}$	§4.1.2.2.4	✓*2
tensioni di esercizio	rara	$\sigma_{c,MAX} \leq 0.55f_{ck}$	§4.1.2.2.5 §2.5.1.8.3.2 RFI	✓
	quasi permanente	$\sigma_{c,MAX} \leq 0.40f_{ck}$		
	rara	$\sigma_{s,MAX} \leq 0.75f_{yk}$		

Tabella 5 Verifiche SLE - Elevazioni

S.L.	Condizione	Criterio	Rif. Norma	Rilevanza
vibrazione			§4.1.2.2.3	✗*1
fessurazione	rara	apertura fessure $\leq w_1 = 0.2\text{mm}$	§4.1.2.2.4	✓*2
tensioni di esercizio	rara	$\sigma_{c,MAX} \leq 0.55f_{ck}$	§4.1.2.2.5 §2.5.1.8.3.2 RFI	✓
	quasi permanente	$\sigma_{c,MAX} \leq 0.40f_{ck}$		
	rara	$\sigma_{s,MAX} \leq 0.75f_{yk}$		

Tabella 6 Verifiche SLE - Fondazioni

*1 la struttura non è suscettibile a problematiche relative alle vibrazioni

*2 gli stati limite e i valori dei limiti indicati dipendono dalle condizioni ambientali (aggressive per le elevazioni e ordinarie per le fondazioni: come indicato nella sezione relativa ai materiali) e dalla sensibilità delle armature (poco sensibili per acciai ordinari).

*3 A vantaggio di statica anche la soletta di fondazione verrà verificata allo SLE in condizione rara e apertura limite della fessura pari a $w_{lim} = 0.2 \text{ mm}$.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 20 di 137

7.2 VERIFICHE SISMICHE

7.2.1 Metodi di analisi

- Ref. §7.3.2 delle NTC18
- Ref. §7.3.3.2 delle NTC18

Come metodo di analisi è stata scelta l'analisi modale con spettro di risposta o "analisi lineare dinamica". In essa l'equilibrio è trattato dinamicamente e l'azione sismica è modellata attraverso lo spettro di progetto definito al § 3.2.3.5 delle NTC2018.

Gli effetti delle azioni sismiche sono calcolati riferendosi allo spettro di progetto ottenuto assumendo un fattore di struttura q .

7.2.2 Effetti delle non linearità geometriche

- Ref. §7.9.4 delle NTC18
- Ref. §7.3.3.3 delle NTC18

Per quanto indicato al 7.9.4 delle NTC18, l'incremento delle sollecitazioni flettenti nelle zone critiche per effetto delle non linearità geometriche possono essere prese in conto mediante l'espressione semplificata:

$$\Delta M = d_{Ed} \cdot N_{Ed}$$

dove:

N_{Ed} è la forza assiale di progetto

$d_E = \mu_d \cdot d_{Ee}$ in accordo al 7.3.3.3 in cui:

d_{Ee} è lo spostamento derivante dall'analisi lineare

$\mu_d = q$ se $T_1 \geq T_C$

$\mu_d = 1 + (q - 1) \cdot T_C/T_1$ se $T_1 < T_C$ in ogni caso $\mu_d \leq 5 \cdot q - 4$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	
COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL VI0105 003 B 21 di 137	

7.2.3 Criteri di verifica

- Ref. §7.3.6 delle NTC18
- Ref. §C7.3.6 della CNTC19
- Ref. §7.9.5.1 delle NTC18

STATI LIMITE	Elementi*1	Ver.*2	Rif.	Criterio	Ril.
SLV	ST	RES.	§4.1.2.3.4	$M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$	✓
			§4.1.2.3.5	$V_{Rd} \geq V_{Ed}$	✓

Tabella 7 Criteri di verifica (sismica)

- *1 ST. elementi strutturali
*2 RES. verifiche di resistenza

7.3 DETTAGLI

7.3.1 Disposizione e quantitativi minimi delle armature per le pareti verticali

- Ref. §7.9.6 delle NTC18
- Ref. §2.5.2.2.6 (P.II - S.II) del Manuale di Progettazione RFI

Al fine di limitare gli effetti della fessurazione, i diametri e le distanze tra le barre di armatura devono soddisfare le seguenti condizioni:

Diametro delle barre [mm]	Massimo interasse delle barre [mm]
32	300
24	250
20	200

Tab. 2.5.2.2.6-1 – Diametri e relativi interassi massimi delle barre

- L'area dell'armatura longitudinale dovrà essere non inferiore allo 0.6% dell'area della sezione effettiva di cls:
 $\rho = A_s/A_{c,eff} \geq \rho_{min} = 0.006$
- Le barre di armatura longitudinale non dovranno distare fra loro più di 300 mm compatibilmente con i limiti sopra riportati;
- Il diametro minimo delle staffe e delle legature trasversali (spille) è pari a 8 mm;
- L'interasse delle armature trasversali s non deve essere superiore a 10 volte il diametro delle barre longitudinali, né a 1/5 del diametro del nucleo della sezione interna alle stesse;
- Dovranno prevedersi spille tra le armature longitudinali in numero di almeno 6 a metro quadro.

Nel caso in cui il fattore di struttura "q" sia minore o uguale ad 1,5 l'armatura di confinamento delle pile deve rispettare le seguenti limitazioni:

In entrambe le direzioni parallele ai lati della sezione deve verificarsi che:

$$\omega_{wd,r} = \frac{A_{sw}}{s \cdot b} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \geq \zeta$$

Dove:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<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>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>VI0105 003</td> <td>B</td> <td>22 di 137</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	VI0105 003	B	22 di 137
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	VI0105 003	B	22 di 137													
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione																		

A_{sw} = Area totale delle staffe e/o delle spille in una direzione di confinamento;

b = Dimensione del nucleo di calcestruzzo confinato perpendicolare alla direzione del confinamento, misurata fra i bracci delle armature più esterne;

s = Interasse verticale delle staffe.

$\zeta = 0,07$ per le zone classificate sismiche con $a_g(SLV) \geq 0,35 g$

$\zeta = 0,05$ per le zone classificate sismiche con $a_g(SLV) \geq 0,25 g$

$\zeta = 0,04$ per le zone classificate sismiche con $a_g(SLV) \geq 0,15 g$

$\zeta = 0,03$ per le zone classificate sismiche con $a_g(SLV) < 0,15 g$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<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>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>VI0105 003</td> <td>B</td> <td>23 di 137</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	VI0105 003	B	23 di 137
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	VI0105 003	B	23 di 137													
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione																		

8 ANALISI DEI CARICHI

Nel presente capitolo vengono definiti i carichi, nominali e/o caratteristici, relativi alla costruzione in esame, definiti così come da §3 delle NTC18, che saranno successivamente combinati tra loro in modo da determinare gli effetti più sfavorevoli ai fini delle verifiche dei singoli elementi strutturali:

- peso proprio strutture (G_1);
- carichi permanenti non strutturali (G_2);
- carichi da traffico (Q_{TR}):
 - carichi verticali (Q_{1i});
 - azione di avviamento e frenatura (Q_{2i});
 - azione centrifuga (Q_{3i});
 - serpeggio (Q_{4i});
- carichi variabili ambientali:
 - azione del vento ($Q_v=Q_5$);
- azioni indirette:
 - resistenze parassite dei vincoli;
- azione sismica (E);

L'area è collocata nella provincia di Foggia (Orsara di Puglia), in un'area già evidenziata nei precedenti paragrafi della presente relazione.

Di seguito si riporta l'analisi dei carichi nella quale, in generale, per ogni carico definito vi sarà una componente trasmessa alla pila dall'impalcato. Le azioni e le reazioni riportate sono riferite al seguente sistema di riferimento:

- asse 1 o asse X : asse longitudinale;
- asse 2 o asse Y : asse trasversale;
- asse 3 o asse Z : asse verticale.

Negli schemi verrà indicato come "impalcato sx" quello che poggia su 2 appoggi multidirezionali e 2 unidirezionali, e come "impalcato dx" quello che poggia su 2 appoggi fissi e 2 multidirezionali.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 24 di 137

8.1 CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI (G_1)

- Ref. §2.5.1.3.1 (P.II - S.II) del Manuale RFI
- Ref. §3.1.2 delle NTC18

8.1.1 Carichi permanenti strutturali trasmessi dall'impalcato ($G_{1,im}$)

L'impalcato a singola campata isostatica, di luce pari a 40 m in asse ai giunti (38.00 m asse appoggi), è della tipologia a struttura mista acciaio-calcestruzzo con soletta collaborante in c.a.

I carichi afferenti al peso proprio degli impalcato sono calcolati sulla base delle caratteristiche geometriche e del peso unitario di ciascun materiale utilizzato.

Per ogni condizione di carico relativa agli scarichi dell'impalcato si tiene conto anche del contributo dovuto all'attrito.

Campata [m]	ID ELEMENTO	# elementi []		Estensione [m]	interasse [m]	A [m ²]	V[m ³]	TOT [kN]
25,3	Trave principale_CONCIO A	4			-	0,131	13,27816	1042
14,7	Trave principale_CONCIO B	4			-	0,15	8,796	690
40	Traversi sez TIPO 1_2L 100X10	6		3,38	6,33	0,0038	0,4921	39
40	Traversi sez TIPO 2_2L 100X10	4		3,38	6,33	0,0038	0,3281	26
40	Corrente inferiore_2L 120X12	3		2,84	3,165	0,0055	0,5929	47
40	Briglia superiore_h costante_h400x200	3		3,4	3,165	0,0142	1,8305	144
40	Briglia superiore_h variabile_h 400x200	2		3,4	3,165	0,0127	1,0914	86
40	Controventi inferiori_2L 100X10	4		4,4	3,165	0,0038	0,8541	67
40	Controventi Superiori_2L 100X10	4		4,4	3,165	0,0038	0,8541	67

tot CARPENTERIA_ profili	2207	[kN]
15% connessioni	331	[kN]

tot CARPENTERIA	2538	[kN]
tot CARPENTERIA	63	[kN/m]
larghezza media sezione impalcato	17	[m]
Incidenza CARPENTERIA	3,7	[kN/m ²]

Campata [m]	ID ELEMENTO	# elementi []	spessore [m]	Estensione [m]	interasse [m]	A [m ²]	TOT [kN]
40	Soletta	1	0,43	17,0		7,31	7310
							182,75

tot IMPALCATO [kN]	9848
tot IMPALCATO [kN/m]	246

Tabella 8 Carichi G_1 trasmessi dall'impalcato a binario doppio di luce 40m

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 25 di 137

	IMPALCATO SX		IMPALCATO DX	
<u>Peso proprio travi CONCIO "A"</u>				
A sezione testata	0,00	m ²	0,00	m ²
A sezione media transizione	0,00	m ²	0,00	m ²
A sezione corrente	0,13	m ²	0,13	m ²
L testata	0,00	m	0,00	m
L zone transizione	0,00	m	0,00	m
L corrente	25,34	m	25,34	m
L tot	25,34	m	25,34	m
V tot trave	3,32	m ³	3,32	m ³
Peso unitario travi	78,50	kN/m ³	78,50	kN/m ³
n° travi	4		4	
P travi	1042,34	kN	1042,34	kN
<u>Peso proprio travi CONCIO "B"</u>				
A sezione testata	0,00	m ²	0,00	
A sezione media transizione	0,00	m ²	0,00	
A sezione corrente	0,15	m ²	0,15	
L testata	0,00	m	0,00	
L zone transizione	0,00	m	0,00	
L corrente	14,66	m	14,66	
L tot	14,66	m	14,66	
V tot trave	2,20	m ³	2,20	
Peso unitario travi	78,50	kN/m ³	78,50	
n° travi	4		4	
P travi	690,49	kN	690,49	
<u>Peso proprio traversi (2L 100X10+BRIGLIA SUP+CORRENTE INF)</u>				
A traverso testata	0,00	m ²	0,00	m ²
A traverso corrente	0,00	m ²	0,00	m ²
s traverso testata	0,00	m	0,00	m
s traverso corrente	0,00	m	0,00	m
n° traversi testata	0		0	
n° traversi correnti	0		0	
V tot traversi	4,33	m ³	4,33	m ³
Peso unitario traversi	78,50	kN/m ³	78,50	kN/m ³
P traverso	340,30	kN	340,30	kN
n° travi trasversali	1		1	
P travi trasversali	340,30	kN	340,30	kN
<u>Peso proprio diagonali (2L 100X10)</u>				
A traverso testata	0,00	m ²	0,00	m ²
A traverso corrente	0,00	m ²	0,00	m ²
s traverso testata	0,00	m	0,00	m
s traverso corrente	0,00	m	0,00	m
n° traversi testata	0		0	

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 26 di 137

n° traversi correnti	0		0	
V tot traversi	1,71	m ³	1,71	m ³
Peso unitario traversi	78,50	kN/m ³	78,50	kN/m ³
P trasverso	134,10	kN	134,10	kN
n° travi trasversali	1		1	
P travi trasversali	134,10	kN	134,10	kN
Peso proprio soletta				
A soletta	7,31	m ²	7,31	m ²
L impalcato	40,00	m	40,00	m
Peso unitario soletta	25,00	kN/m ³	25,00	kN/m ³
P soletta	7310,00	kN	7310,00	kN
PESO PROPRIO TOTALE IMPALCATO				
Peso impalcato	9517,22	kN	9517,22	kN
Peso impalcato (carpenteria +15% per connessioni)	9848,30	kN	9848,30	kN
Attrito				
coefficiente di attrito	0,03		0,03	
F1	59,09	kN	59,09	kN
Risultanti reazioni vincolari				
F1	59	kN	59	kN
F2	0	kN	0	kN
F3	4924	kN	4924	kN
M1	0	kNm	0	kNm
M2	0	kNm	0	kNm
M3	0	kNm	0	kNm

Tabella 9 Carichi G1 trasmessi dall'impalcato

8.1.2 Peso proprio pila

I carichi afferenti al peso proprio degli elementi costituenti la pila (fusto, pulvino) sono calcolati sulla base delle caratteristiche geometriche di ciascun elemento e considerando un peso unitario del calcestruzzo pari a 25 kN/m³.

Si considera anche il peso del riempimento in cls della pila fino alla massima quota dell'acqua.

<u>Peso riempimento pila</u>		
A foro laterale	12,94	m ²
A foro centrale	12,75	m ²
Atot	38,63	m ²
γ magrone	24	kN/m ³
carico distribuito	927	kN/m
H riempimento	3,82	m
Peso tot	3542	kN
massa distribuita	94,51	ton/m

Tabella 10 Peso del riempimento della pila

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 27 di 137

8.2 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G₂)

- Ref. §2.5.1.3.2 (P.II - S.II) del Manuale RFI Ref. §2.5.1.8.3.1 (P.II - S.II) del Manuale RFI
- Ref. §3.1.3 delle NTC18 Ref. §5.2.2.1.1 delle NTC18

Per quanto riguarda i carichi permanenti non strutturali presenti sulla costruzione durante il suo effettivo esercizio, si considerano quelli relativi a:

- peso della massicciata;
- peso delle barriere antirumore;
- peso delle canalette portacavi;
- peso delle velette prefabbricate;
- peso afferente ai marciapiedi.

Secondo le specifiche RFI (punto §2.5.1.3.2), ove non si eseguano valutazioni più dettagliate, la determinazione dei carichi permanenti portati relativi al peso della massicciata, armamento e dell'impermeabilizzazione potrà effettuarsi assumendo convenzionalmente, per linea in rettilineo, un peso di volume pari a 18.00 kN/m³, applicato su tutta la larghezza media compresa fra i muretti para-ballast, per un'altezza media fra p.f. ed estradosso impalcato pari a 0,80 m. Per i ponti in curva si assume un peso convenzionale di 20.00 kN/m³.

Secondo le specifiche RFI (punto §2.5.1.3.2), nella progettazione di nuovi ponti ferroviari dovranno essere sempre considerati i pesi, le azioni e gli ingombri associati all'introduzione delle barriere antirumore, anche nei casi in cui non sia originariamente prevista la realizzazione di questo genere di elementi. Salvo diverse indicazioni fornite dalla committenza per il progetto specifico, si dovrà assumere per il peso delle barriere antirumore un valore non inferiore a 4 kN/m² ed un'altezza delle stesse di 4 m misurati dall'estradosso della soletta. Per i marciapiedi si considera conservativamente un peso forfettario.

	IMPALCATO SX		IMPALCATO DX	
<u>Peso ballast</u>				
P ballast rettilineo	18,00	kN/m ³	18,00	kN/m ³
P ballast curva	20,00	kN/m ³	20,00	kN/m ³
tracciato in curva (S/N)	N		N	
P ballast	18,00	kN/m ³	18,00	kN/m ³
s ballast	0,80	m	0,80	m
L ballast	7,00	m	7,00	m
L impalcato	40,00	m	40,00	m
Peso totale ballast	4032,00	kN	4032,00	kN
	101	kN/m	101	kN/m
<u>Muretti Banchina</u>				
A muretti paraballast	2,400	m ²	2,400	m ²
Peso unitario muretti	25,00	kN/m ³	25,00	kN/m ³
Peso totale muretti	2400,00	kN	2400,00	kN
	60	kN/m	60	kN/m
<u>Soletta banchina + pav</u>				
A soletta banchina + pav	0,928	m ²	0,928	m ²
Peso unitario	25,00	kN/m ³	25,00	kN/m ³
Peso totale	928,00	kN	928,00	kN
	23	kN/m	23	kN/m
<u>Velette + cordoli (sx/dx)</u>				
A muretti paraballast	0,330	m ²	0,330	m ²

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. FOGGIO B 28 di 137

Peso unitario muretti	25,00	kN/m ³	25,00	kN/m ³
Peso totale muretti	330,00	kN	330,00	kN
	138	kN/m	138	kN/m
<u>Barriere AR (sx/dx)</u>				
Peso unitario	33,00	kN/m	33,00	kN/m
Peso totale muretti	1320,00	kN	1320,00	kN
	1422	kN/m	1422	kN/m
<u>Impermeabilizzazione banchina</u>				
A	0,60	m ²	0,600	m ²
Peso unitario	20,00	kN/m ³	20,00	kN/m ³
Peso totale	480,00	kN	480,00	kN
	12	kN/m	12	kN/m
<u>Impermeabilizzazione marciapiedi</u>				
A	0,082	m ²	0,082	m ²
Peso unitario	20,00	kN/m ³	20,00	kN/m ³
Peso totale	65,60	kN	65,60	kN
	2	kN/m	2	kN/m
<u>Canalette</u>				
A	0,080	m ²	0,080	m ²
Peso unitario	25,00	kN/m ³	25,00	kN/m ³
Peso totale	80,00	kN	80,00	kN
	2	kN/m	2	kN/m
<u>Impianti</u>				
Peso totale	160,00	kN	160,00	kN
	4	kN/m	4	kN/m
<u>Peso totale massicciata</u>				
Peso totale massicciata	9795,60	kN	9795,60	kN
<u>Attrito</u>				
coefficiente di attrito	0,03		0,03	
F1	58,77	kN	58,77	kN
<u>Risultanti reazioni vincolari</u>				
F1	59	kN	59	kN
F2	0	kN	0	kN
F3	4898	kN	4898	kN
M1	0	kNm	0	kNm
M2	0	kNm	0	kNm
M3	0	kNm	0	kNm

Tabella 11 Carichi G₂₂ trasmessi dall'impalcato

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 29 di 137

8.3 CARICHI DA TRAFFICO FERROVIARIO (Q_{TR})

- Ref. §2.5.1.4.1 (P.II - S.II) del Manuale RFI
- Ref. §2.5.1.4.1 (P.II - S.II) del Manuale RFI
- Ref. §2.5.1.8 (P.II - S.II) del Manuale RFI
- Ref. NTC18: §5.2.2.2
- Ref. NTC18: §5.2.2.3
- Ref. NTC18: §5.2.3

8.3.1 Coefficiente α (Q_{1i} , Q_{2i} , Q_{3i} , Q_{4i})

- Ref. §2.5.1.4.1.1 (P.II - S.II) del Manuale RFI
- Ref. §5.2.2.2.1 delle NTC18

Come indicato al punto §2.5.1.4.1.1 delle Specifiche RFI, i valori caratteristici dei carichi attribuiti ai modelli di carico debbono moltiplicarsi per il coefficiente di adattamento:

COEFFICIENTE DI ADATTAMENTO	
MODELLO DI CARICO	α
LM71	1.10
SW/2	1.00

Tabella 12 Coefficiente di adattamento α

Questo coefficiente si applica ai carichi verticali da traffico, alle azioni di avviamento e frenatura, all'azione centrifuga e a quella del serpeggio.

8.3.2 Carichi verticali (Q_{TR1})

- Ref. §2.5.1.4.1 (P.II - S.II) del Manuale RFI
- Ref. §5.2.2.2 delle NTC18

I carichi verticali associati al transito dei convogli ferroviari sono definiti per mezzo di diversi modelli di carico rappresentativi delle diverse tipologie di traffico ferroviario: normale e pesante

Nel seguito ci si riferisce ai modelli di carico LM71 e SW/2 così come definiti dall'NTC18 e dalle specifiche RFI.

Modello di carico LM71:

- Ref. §5.2.2.2.1.1 delle NTC18

Questo modello di carico schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario normale e risulta costituito da:

- 4 assi da 250 kN disposti ad interasse di 1.60 m;
- carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0.8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata;

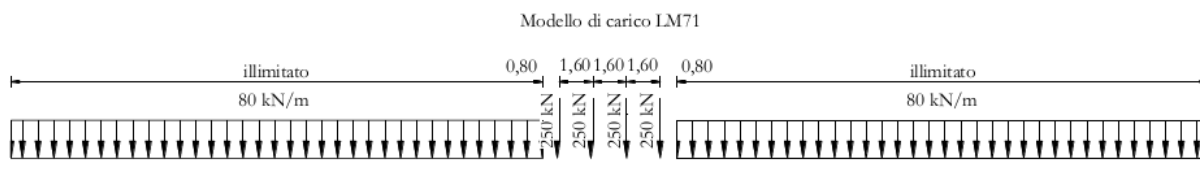


Figura 6 Schema di carico – Modello LM 71

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 30 di 137

Per questo modello di carico è prevista una eccentricità del carico rispetto all'asse del binario, dipendente dallo scartamento s , per tenere conto dello spostamento dei carichi; pertanto essa è indipendente dal tipo di struttura e di armamento. Tale eccentricità è calcolata sulla base del rapporto massimo tra i carichi afferenti a due ruote appartenenti al medesimo asse:

$$Q_{V2}/Q_{V1} = 1.25$$

Essendo Q_{V1} e Q_{V2} i carichi verticali delle ruote di un medesimo asse, e risulta quindi pari a $s/18$ con $s = 1435$ mm; questa eccentricità deve essere considerata nella direzione più sfavorevole.

Il carico distribuito presente alle estremità del treno tipo LM71 deve segmentarsi al di sopra dell'opera andando a caricare solo quelle parti che forniscono un incremento del contributo ai fini della verifica dell'elemento per l'effetto considerato.

Modello di carico SW/2:

- Ref. §5.2.2.2.1.2 delle NTC18

Questo modello di carico schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario pesante e risulta costituito da:

- carico distribuito q_{vk} ($q_{vk} = 150$ kN/m) in entrambe le direzioni, a partire dall'estremità di una zona centrale scarica lunga c ($c = 7.0$ m) per una lunghezza pari ad a ($a = 25.0$ m);

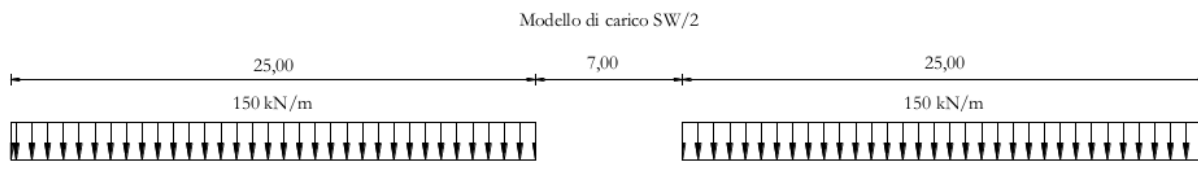


Figura 7 Schema di carico – Modello SW/2

CARATTERIZZAZIONE SW/2			
MODELLO DI CARICO	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/2	150.0	25.0	7.0

Tabella 13 Caratterizzazione carico SW/2

Per questo carico non è prevista né l'eccentricità né la segmentazione del carico al fine di caricare solo quelle parti che forniscono un incremento del contributo ai fini della verifica dell'elemento per l'effetto considerato.

Effetti dinamici:

- Ref. §2.5.1.4.2 (P.II - S.II) del Manuale RFI
- Ref. §5.2.2.2.3 delle NTC18

Con riferimento a quanto indicato al punto §5.2.2.2.3 delle NTC18: pile con snellezza $\lambda \leq 30$, spalle, fondazioni, muri di sostegno e spinte del terreno possono essere calcolate assumendo coefficienti dinamici unitari.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	
COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL VI0105 003 B 31 di 137	

8.3.3 Azione di avviamento e frenatura (Q_{TR2})

- Ref. §2.5.1.4.3.3 (P.II - S.II) del Manuale RFI
- Ref. §5.2.2.3.3 delle NTC18

Le forze di frenatura e di avviamento agiscono sulla sommità del binario, nella direzione longitudinale dello stesso. Dette forze sono da considerarsi uniformemente distribuite su una lunghezza di binario L, i valori caratteristici da considerare sono i seguenti:

AVVIAMENTO E FRENATURA		
Modello di carico	Avviamento	Frenatura
LM71	33 [kN/m] × L [m] ≤ 1000 kN	20 [kN/m] × L [m] ≤ 6000 kN
SW/2	33 [kN/m] × L [m] ≤ 1000 kN	35 [kN/m] × L [m]

Tabella 14 Avviamento e frenatura

Le azioni di frenatura ed avviamento saranno combinate con i relativi carichi verticali I valori caratteristici dell'azione di frenatura e di quella di avviamento devono essere moltiplicati per α e non devono essere moltiplicati per ϕ :

AVVIAMENTO E FRENATURA		
Modello di carico	Avviamento	Frenatura
LM71	36.3 [kN/m] × L [m] ≤ 1100 kN	22.0 [kN/m] × L [m] ≤ 6600 kN
SW/2	33.0 [kN/m] × L [m] ≤ 1000 kN	35.0 [kN/m] × L [m]

Tabella 15 Avviamento e frenatura (con coefficiente α)

Nel caso di ponti a doppio binario si devono considerare due treni in transito in versi opposti, uno in fase di avviamento, l'altro in fase di frenatura.

8.3.4 Forza centrifuga (Q_{TR3})

- Ref. §2.5.1.4.3.1 (P.II - S.II) del Manuale RFI
- Ref. §5.2.2.3.1 delle NTC18

Nei ponti ferroviari al di sopra dei quali il binario presenta un tracciato in curva deve essere considerata la forza centrifuga agente su tutta l'estensione del tratto in curva. La forza centrifuga si considera agente verso l'esterno della curva, in direzione orizzontale ed applicata alla quota di 1.80 m al di sopra del P.F.. I calcoli si basano sulla massima velocità compatibile con il tracciato della linea. Ove siano considerati gli effetti dei modelli di carico SW, si assumerà una velocità di 100 km/h.

Il valore caratteristico della forza centrifuga si determinerà in accordo con la seguente espressione:

$$Q_{tk} = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha Q_{vk})$$

$$q_{tk} = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha q_{vk})$$

dove:

Q_{vk} - q_{vk}	Valore caratteristico dei carichi verticali [kN – kN/m]
α	Coefficiente di adattamento
V	Velocità di progetto espressa in [km/h]
f {L _f }	Fattore di riduzione (vedi formula 5.2.10 NTC)
L _f	Lunghezza di influenza della parte curva di binario carico in [m]
r	Raggio di curvatura in [m]
Q_{tk} - q_{tk}	Valore caratteristico della forza centrifuga [kN – kN/m]

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 32 di 137

Per il caso in esame, essendo il raggio di curvatura dell'intero viadotto molto alto, si trascura il contributo di tale azione.

8.3.5 Serpeggio (Q_{TR4})

- Ref. §2.5.1.4.3.2 (P.II - S.II) del Manuale RFI
- Ref. §5.2.2.3.2 delle NTC18

La forza laterale indotta dal serpeggio si considera come una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario. Tale azione si applicherà sia in rettilineo che in curva. Il valore caratteristico di tale forza sarà assunto pari a:

$$Q_{sk} = 100 \text{ kN}$$

Questo valore deve essere moltiplicato per α ma non per il coefficiente dinamico.

AVVIAMENTO E FRENATURA			
Modello di carico	Q_{sk}	α	$\alpha \times Q_{sk}$
LM71	100 kN	1.10	110 kN
SW/2	100 kN	1.00	100 kN

Tabella 16 Calcolo forza serpeggio

8.3.6 Numero di treni contemporanei

- Ref. §2.5.1.8.2.2 (P.II - S.II) del Manuale RFI
- Ref. §5.2.3.1.2 NTC18

Nella progettazione dei ponti andrà considerata l'eventuale contemporaneità di più treni in analogia alla tabella 5.2.III dell'NTC18. In generale dev'essere considerato sia il traffico normale che il traffico pesante.

CONTEMPORANEITA' TRENI			
Numero binari	Binari carichi	Traffico normale	Traffico pesante
2	Primo	1.00 × LM 71	1.00 × SW/2
	Secondo	1.00 × LM 71	1.00 × LM 71

Tabella 17 Applicazione della Tabella 5.2.III-NTC08 al caso in esame

Nel caso in esame il traffico pesante risulta dimensionante. Qualora la presenza del secondo treno riduca l'effetto in esame, questo non va considerato presente.

8.3.7 Gruppi di carico

- Ref. §2.5.1.8.2.3 (P.II - S.II) del Manuale RFI
- Ref. §5.2.3.1.3 delle NTC18

Come da §2.5.1.8.2.3 delle Specifiche RFI, la simultaneità delle azioni associate al traffico ferroviario può tenersi in conto considerando i gruppi di carico definiti nella Tabella 5.2.IV dell'NTC18. Ciascuno di questi gruppi di carico, mutuamente esclusivi, devono essere considerati come una singola azione caratteristica da combinare con le azioni non da traffico. Ciascun gruppo di carico dovrà essere applicato come singola azione variabile da traffico. Il carico verticale è quello che si ottiene con i treni specificati nella tabella riportata nella sezione treni contemporanei.

GRUPPI DI CARICO					
Tipo di carico	Azioni verticali	Azioni orizzontali			Commenti
Gruppi di carico	Carico verticale	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1	1.00	0.50 (0.00)	1.00 (0.00)	1.00 (0.00)	Massima azione verticale e laterale

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 33 di 137

Gruppo 3	1.00 (0.50)	1.00	0.50 (0.00)	0.50 (0.00)	Massima azione longitudinale
Gruppo 4	0.60	0.60	0.60	0.60	Fessurazione

Tabella 18 Applicazione della Tabella 5.2.IV-NTC08 al caso in esame

Si riportano alcune osservazioni inerenti la tabella precedente:

- I valori tra parentesi vanno assunti quando l'azione risulta favorevole nei riguardi della verifica che si sta svolgendo;
- Il gruppo 2 non è stato preso in considerazione in quanto non dimensionante;
- Ciascuno di questi gruppi di carico, mutuamente esclusivi, devono essere considerati come una singola azione caratteristica da combinare con le azioni non da traffico;
- Nei riguardi delle verifiche a fessurazione, tale azione caratteristica è costruita secondo il gruppo 4.

8.3.8 Disposizione dei carichi mobili significative

- Ref. §2.5.1.4.1.2 (P.II - S.II) del Manuale RFI (Parte II)
- Ref. §2.5.1.8.2.2 (P.II - S.II) del Manuale RFI (Parte II)
- Ref. §5.2.2.2.1.1 delle NTC18
- Ref. §5.2.2.2.1.2 delle NTC18
- Ref. §5.2.3.1.2 delle NTC18

Come già visto il treno di carico tipo LM71 deve essere segmentato al di sopra dell'opera andando a caricare solo quelle parti che forniscono un incremento del contributo ai fini della verifica dell'elemento per l'effetto considerato; al contrario, questa operazione non deve essere fatta per il treno di carico tipo SW/2.

Le differenti disposizioni degli assi e delle stese di carico considerate sono state definite in modo tale da massimizzare gli scarichi sulla pila, secondo quanto descritto nel seguito:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 34 di 137

Disposizione 1:

Il gruppo di carico considerato è il **Gruppo 1**. La disposizione è atta a massimizzare lo scarico assiale sulla spalla. Prevede entrambi i binari di entrambe le campate caricati con i modelli LM71 e SW/2. Gli assi del LM71 e la stesa di carico di 25 m del SW/2 sono centrati sulla spalla:

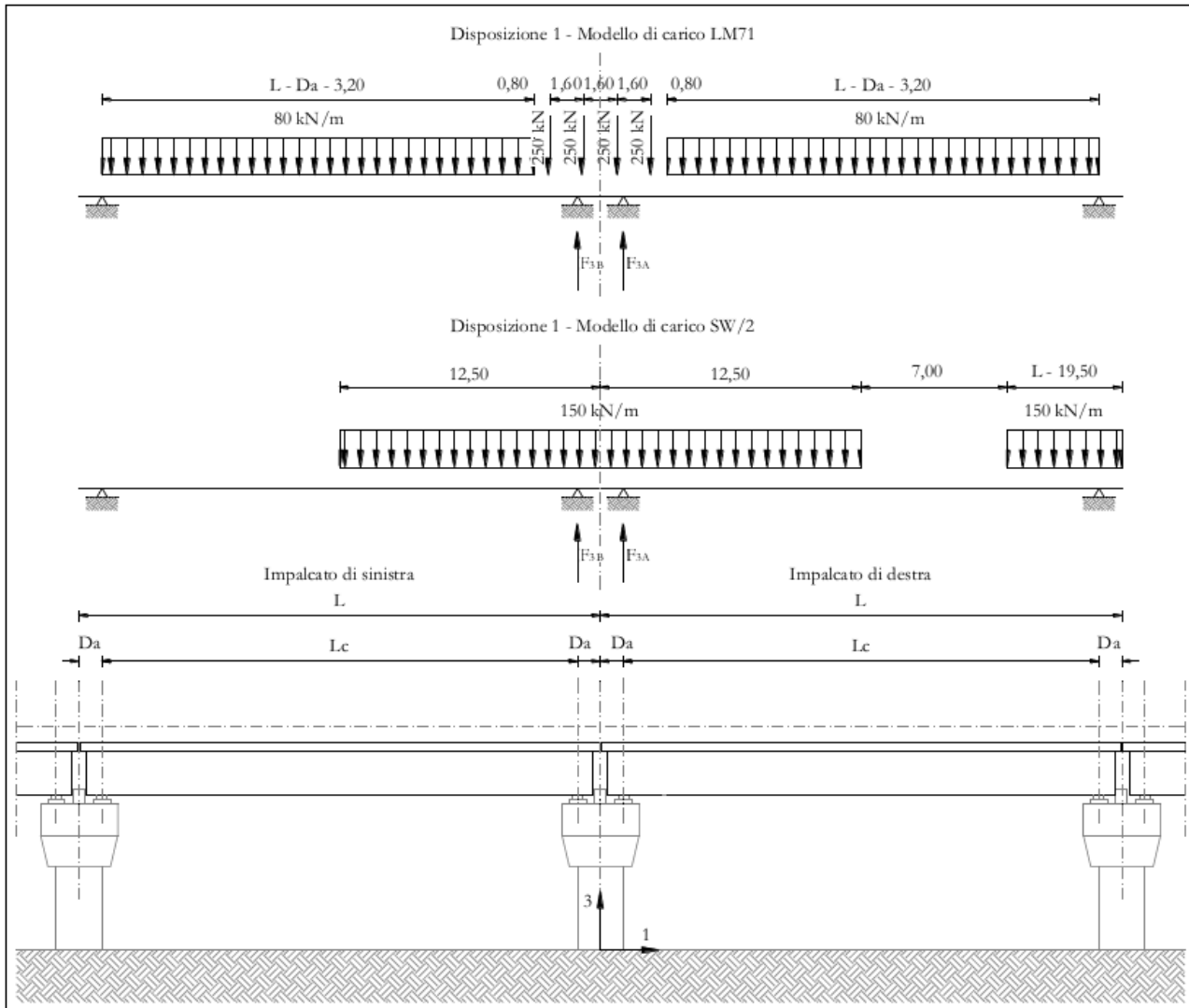


Figura 8 Disposizione di carico 1

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 35 di 137

Disposizione 2:

Il gruppo di carico considerato è il **Gruppo 3**. La disposizione è atta a massimizzare il momento longitudinale (momento che “gira” intorno all’asse trasversale) sulla spalla. Prevede entrambi i binari di un solo impalcato caricati con i modelli LM71 e SW/2. Gli assi del modello LM71 e la stesa di carico di 25 m del modello SW/2 sono posizionati a partire dall’estremità sinistra dell’impalcato di destra.

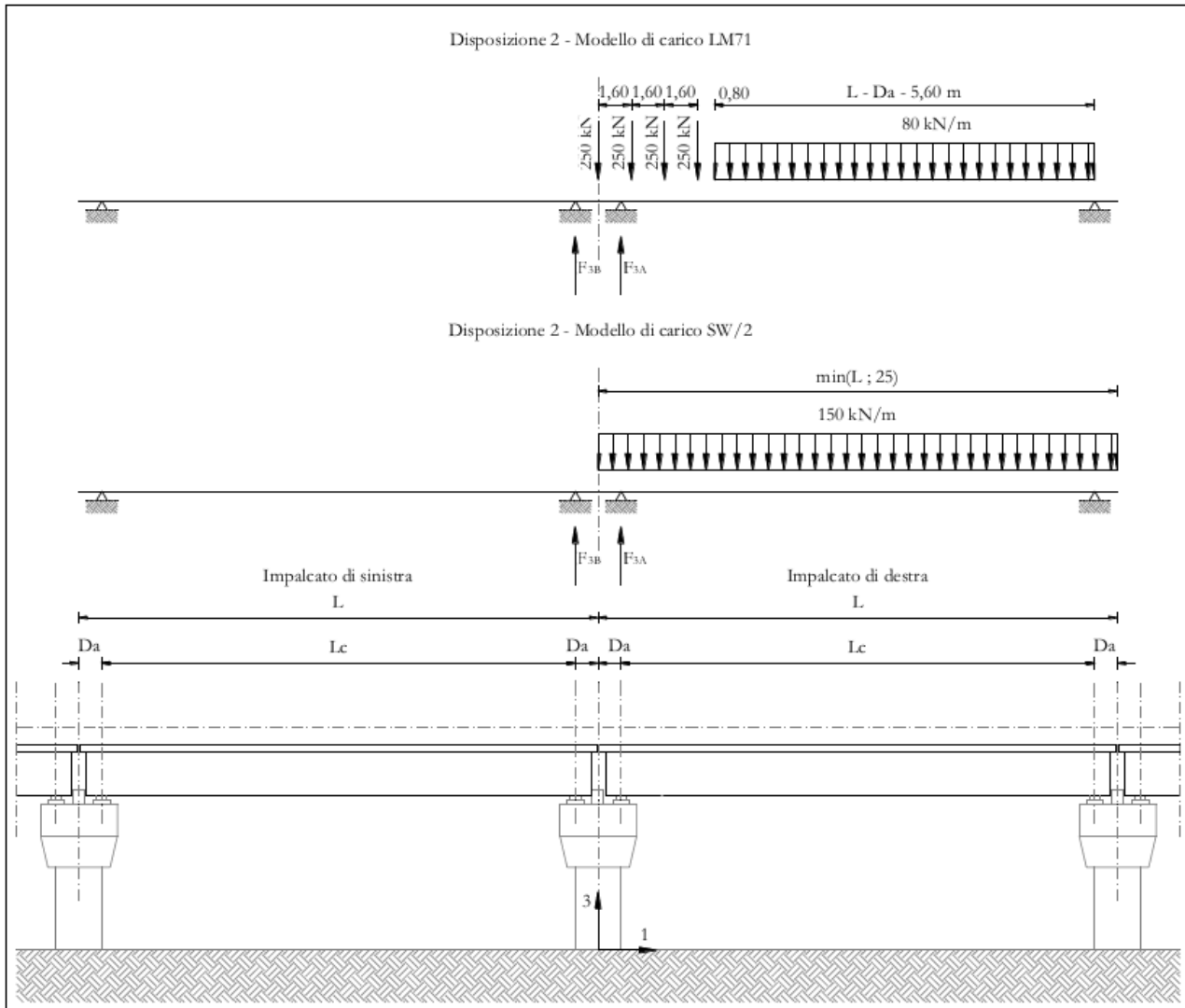


Figura 9 Disposizione di carico 2

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 36 di 137

Disposizione 3:

Il gruppo di carico considerato è il **Gruppo 1**. La disposizione è atta a massimizzare il momento trasversale (momento che “gira” intorno all’asse longitudinale) sulla spalla. Prevede un solo binario di entrambi gli impalcati caricato il modello SW/2. Il tratto scarico di 7 m del modello SW/2 è centrato sulla pila

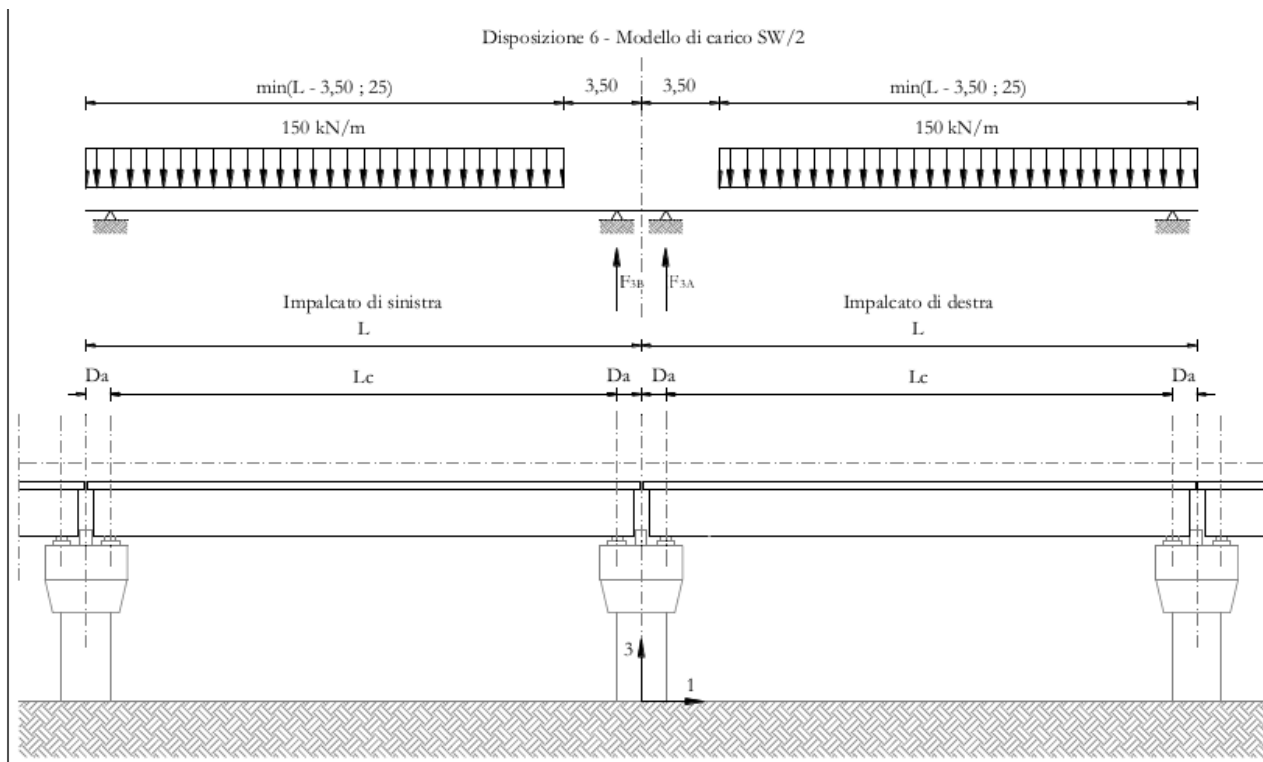


Figura 10 Disposizione di carico 3

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 37 di 137

Disposizione 4:

Il gruppo di carico considerato è il **Gruppo 1**. La disposizione è atta a massimizzare il momento trasversale (momento che “gira” intorno all’asse longitudinale) sulla spalla. Prevede un solo binario di entrambi gli impalcati caricato con il modello LM71. Gli assi del LM71 sono centrati sulla spalla.

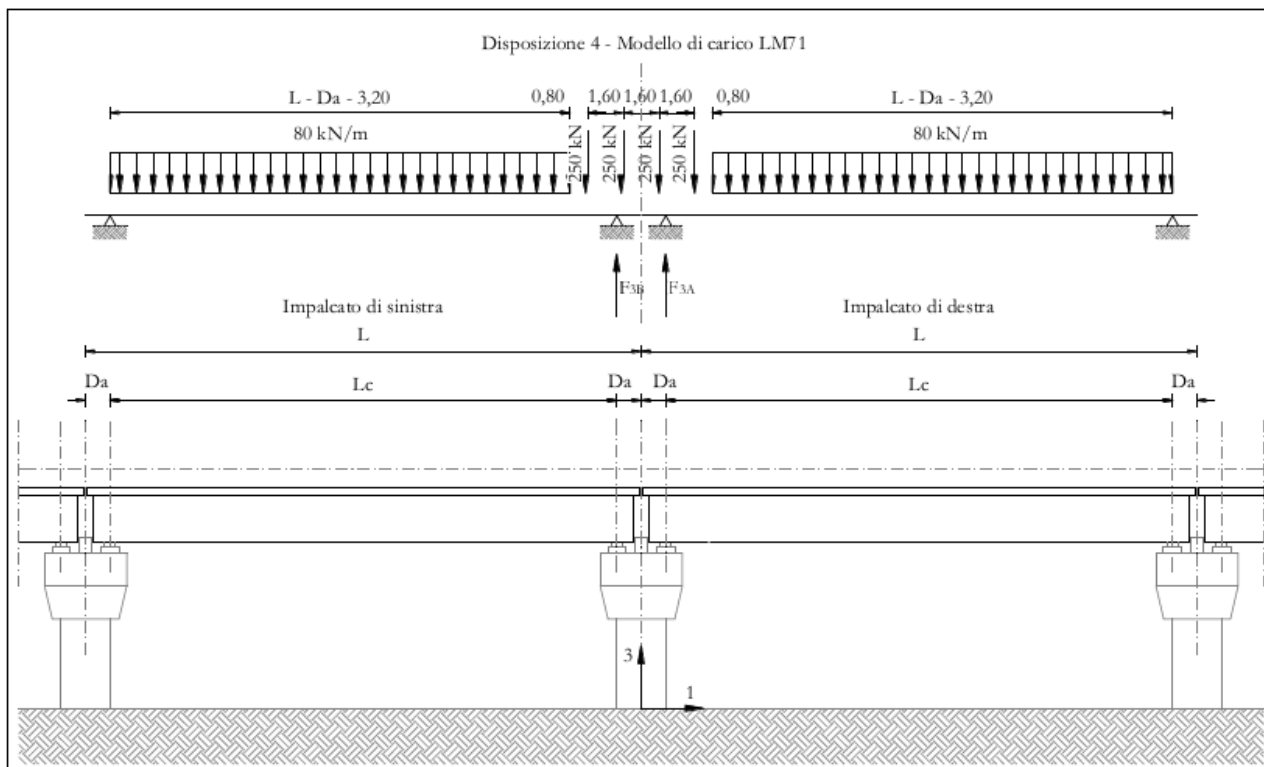


Figura 11 Disposizione di carico 4

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 38 di 137

Disposizione 5:

Il gruppo di carico considerato è il **Gruppo 3**. La disposizione è atta a massimizzare lo scarico assiale sulla pila e contemporaneamente a creare un momento longitudinale (che “gira” intorno all’asse trasversale) sulla spalla. Prevede entrambi i binari di entrambe le campate caricati con i modelli LM71 e SW/2. Gli assi del LM71 e la stesa di carico di 25 m del SW/2 sono posizionati a partire dall’estremità sinistra dell’impalcato di destra.

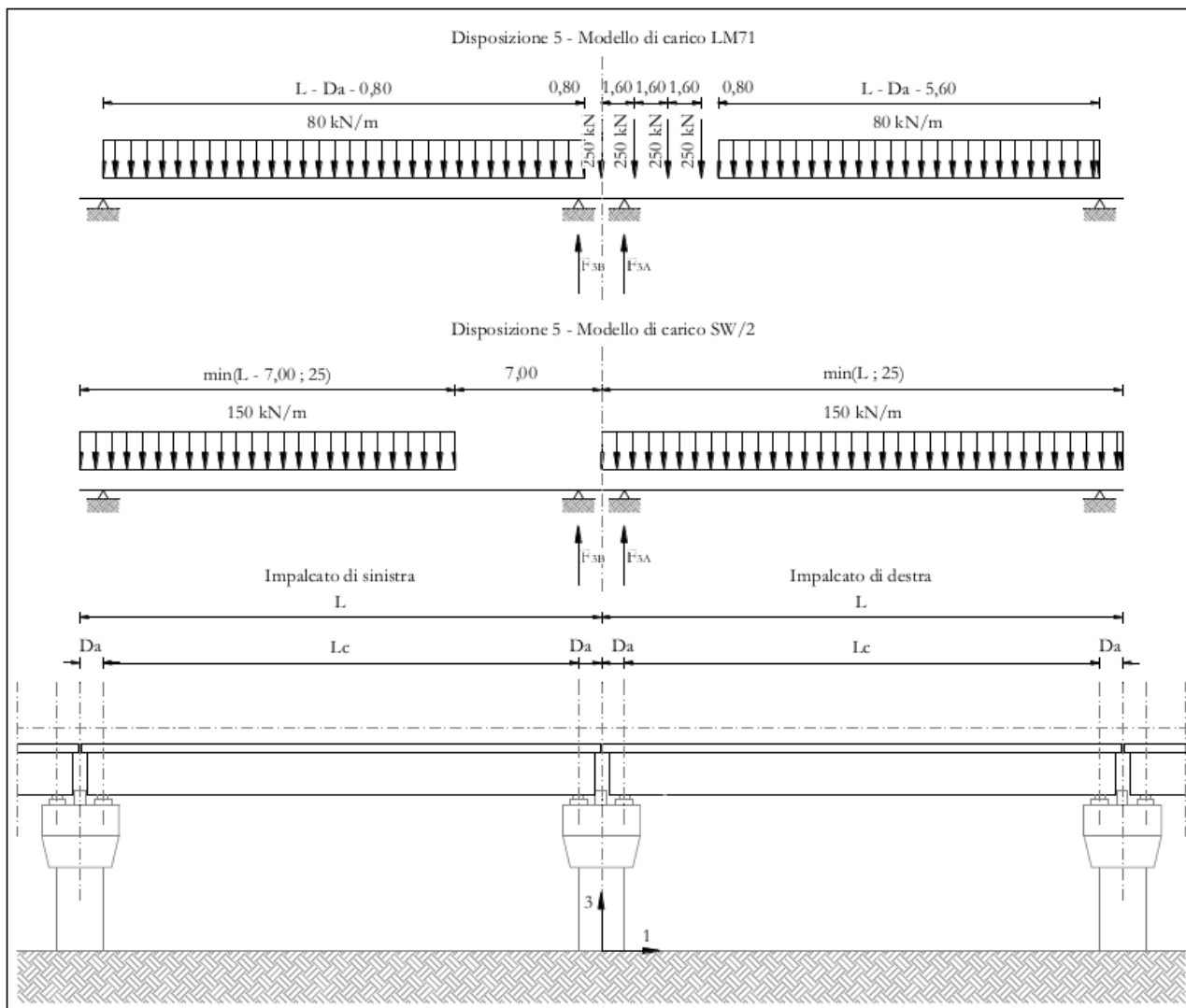


Figura 12 Disposizione di carico 5

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 39 di 137

Disposizione 6:

Il gruppo di carico considerato è il **Gruppo 1**. La disposizione è atta a massimizzare lo scarico assiale sulla spalla. Prevede entrambi i binari di entrambe le campate caricati con i modelli LM71 e SW/2. Gli assi del LM71 ed il tratto scarico di 7 m del SW/2 sono centrati sulla spalla.

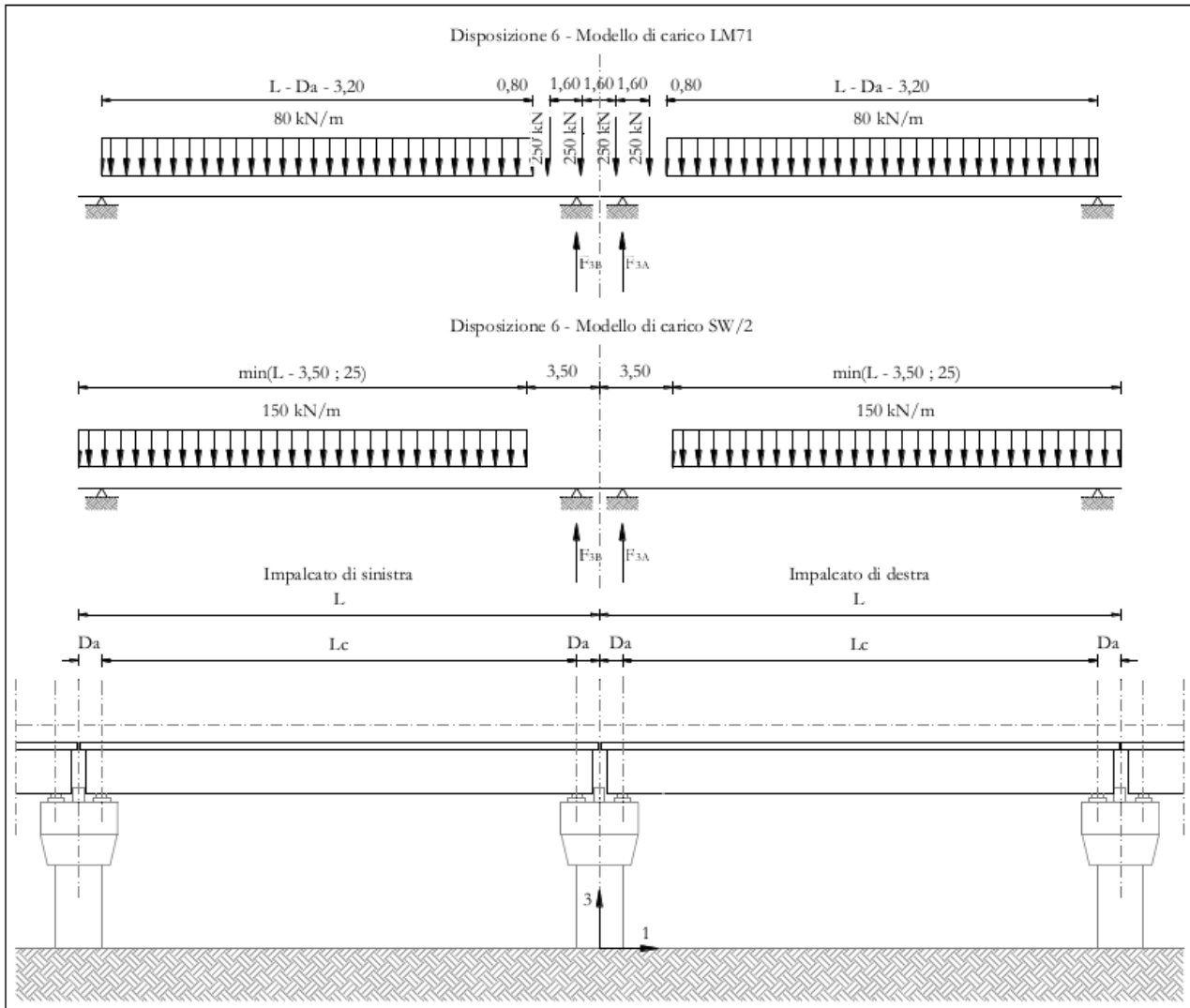


Figura 13 Disposizione di carico 6

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 40 di 137

Disposizione 7:

Il gruppo di carico considerato è il **Gruppo 3**. La disposizione è atta a minimizzare lo scarico assiale sulla spalla e contemporaneamente a massimizzare il momento longitudinale (momento che “gira” intorno all’asse trasversale). Prevede entrambi i binari di un solo impalcato caricati con i modelli LM71 e SW/2. Gli assi del modello LM71 e la stesa di carico di 25 m del modello SW/2 sono posizionati a partire dall’estremità sinistra dell’impalcato di destra.

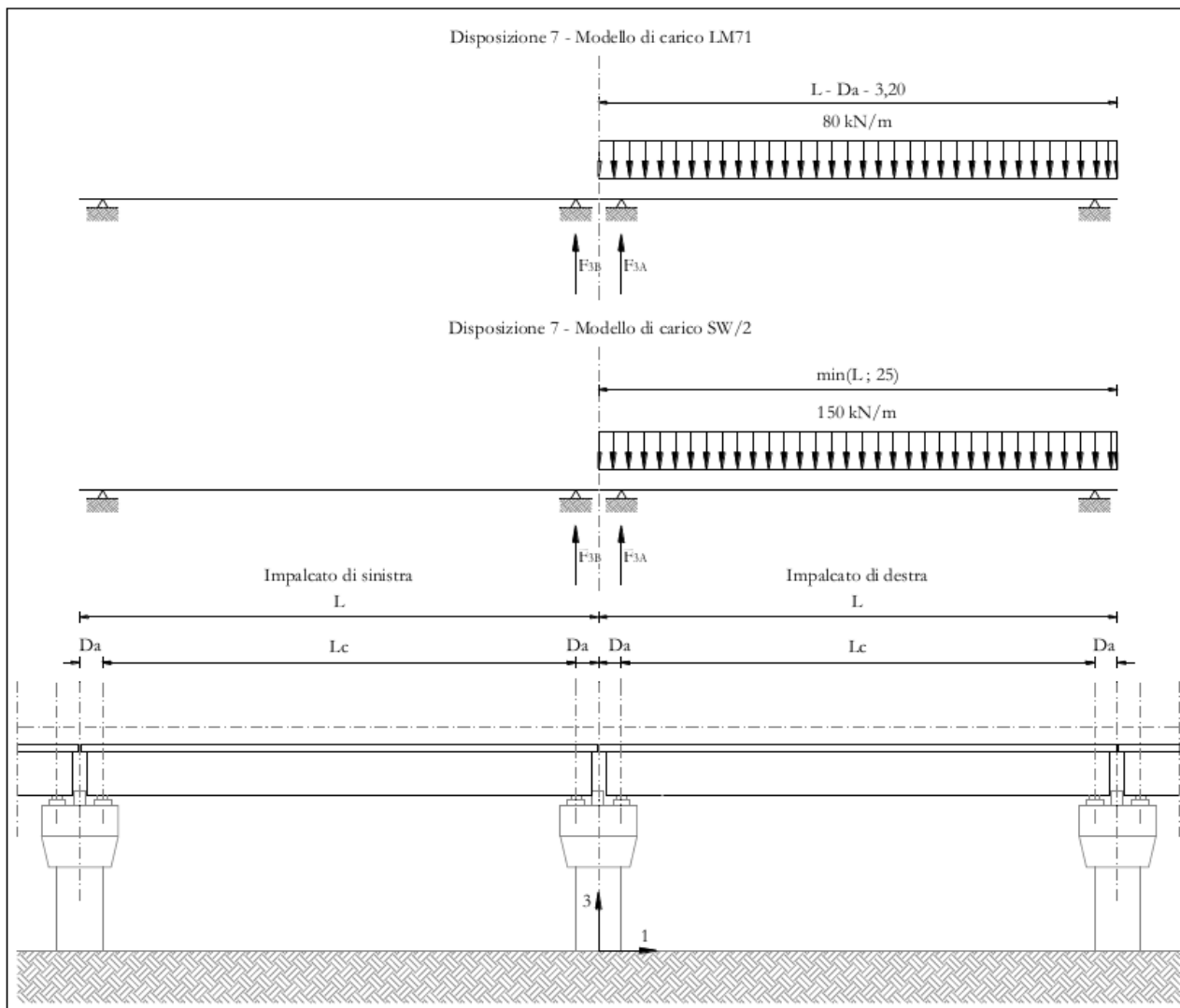


Figura 14 Disposizione di carico 7

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 41 di 137

8.3.9 Carichi da traffico ferroviario trasmessi dall'impalcato

I carichi da traffico trasmessi dall'impalcato, sono ricavati dal modello di calcolo dell'impalcato stesso, e sintetizzati nelle successive tabelle, nelle quali:

- Q_{1,i}:** Carico verticale da traffico per la disposizione i;
- Q_{2,i}:** Carico da avviamento e frenatura per la disposizione i;
- Q_{3,i}:** Carico forza centrifuga per la disposizione i;
- Q_{4,i}:** Carico da serpeggio per la disposizione i.

DISPOSIZIONE DI CARICO 1

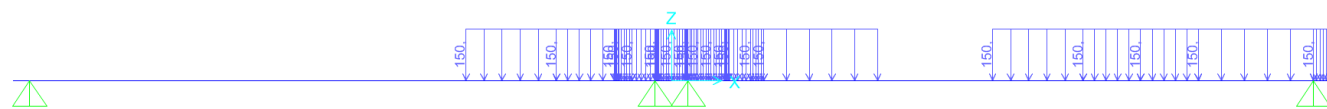


Figura 15 disposizione di carico 1 - SW/2

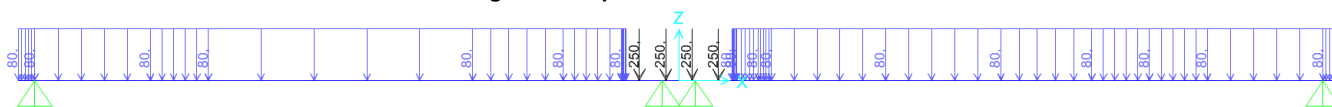


Figura 16 disposizione di carico 1 - LM71

DISPOSIZIONE DI CARICO 2

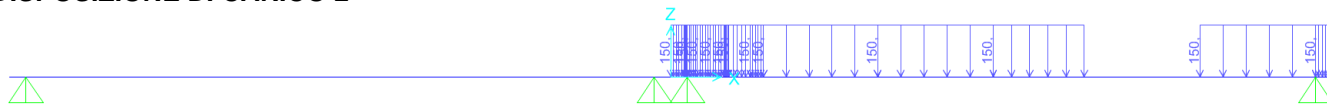


Figura 17 disposizione di carico 2 - SW/2

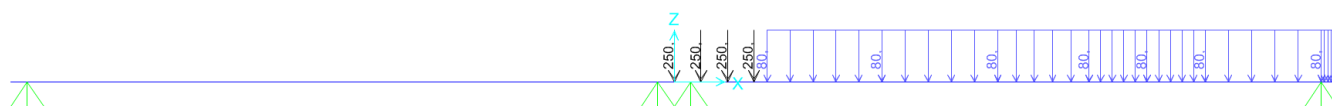


Figura 18 disposizione di carico 2 - LM71

DISPOSIZIONE DI CARICO 3

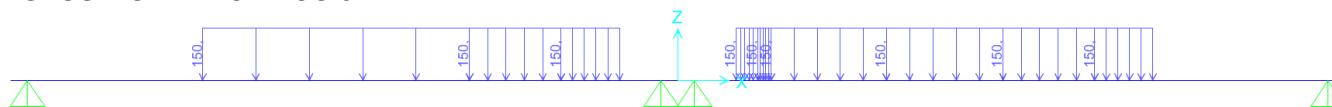


Figura 19 disposizione di carico 3 - SW/2

DISPOSIZIONE DI CARICO 4

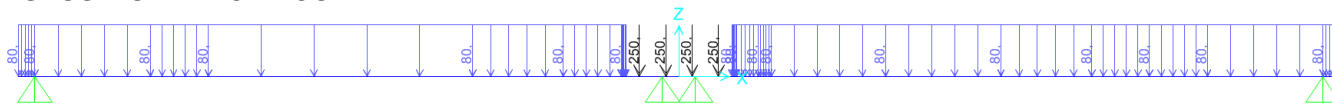


Figura 20 disposizione di carico 4 - LM71

DISPOSIZIONE DI CARICO 5

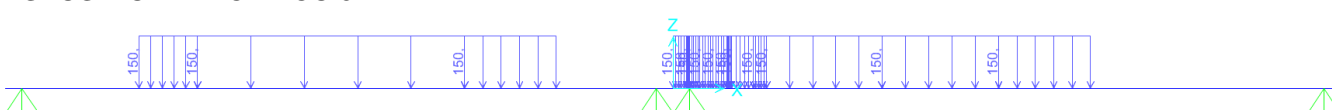


Figura 21 disposizione di carico 5 - SW/2

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 42 di 137

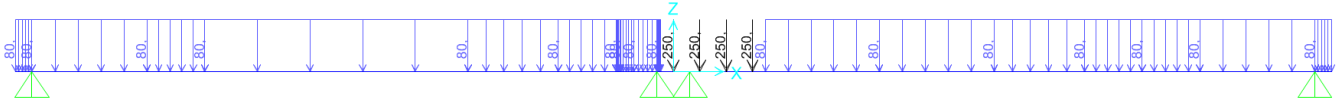


Figura 22 disposizione di carico 5 - LM71

DISPOSIZIONE DI CARICO 6

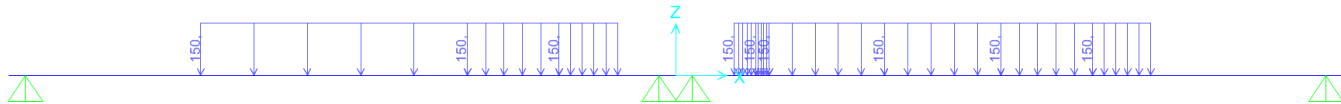


Figura 23 disposizione di carico 6 - SW/2

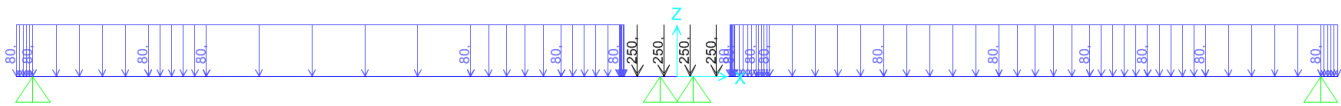


Figura 24 disposizione di carico 6 - LM71

DISPOSIZIONE DI CARICO 7

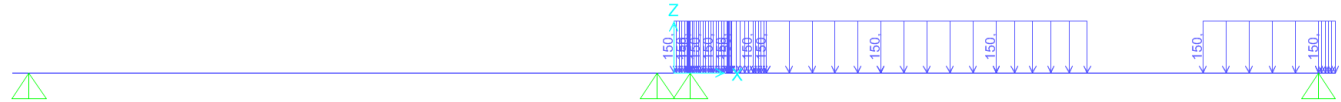


Figura 25 disposizione di carico 7 - SW/2

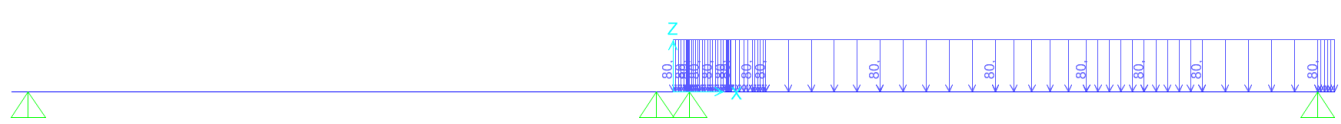


Figura 26 disposizione di carico 7 - LM71

Negli schemi verranno espresse le reazioni verticali come reazioni A e reazioni B rispettivamente per la campata di sinistra e di destra, avendo considerato l'appoggio in A come quello costituito da 2 appoggi multidirezionali e 2 unidirezionali, mentre l'appoggio in B quello costituito da 2 appoggi fissi e 2 multidirezionali.

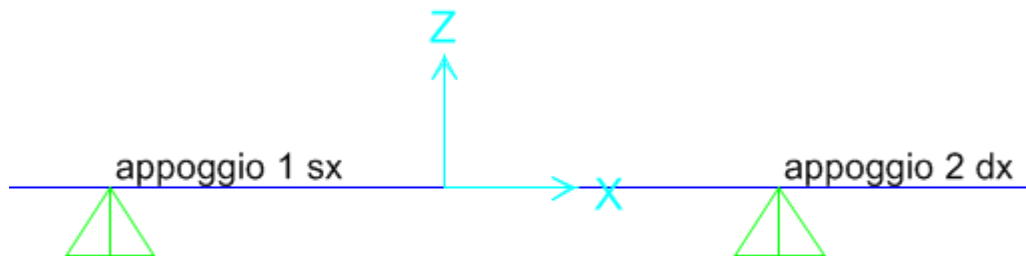


Figura 27 Nome dei vincoli di appoggio

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 43 di 137

Le reazioni sui due appoggi centrali dei precedenti schemi sono:

		F3
		KN
disp 1 LM71	appoggio SX	1840
disp 1 SW/2	appoggio SX	1616
disp 2 LM71	appoggio SX	0
disp 2 SW/2	appoggio SX	0
disp 3 SW/2	appoggio SX	2270
disp 4 LM71	appoggio SX	1840
disp 5 LM71	appoggio SX	1535
disp 5 SW/2	appoggio SX	1924
disp 6 LM71	appoggio SX	1840
disp 6 SW/2	appoggio SX	2270
disp 7 LM71	appoggio SX	0
disp 7 SW/2	appoggio SX	0
disp 1 LM71	appoggio DX	1840
disp 1 SW/2	appoggio DX	2364
disp 2 LM71	appoggio DX	2136
disp 2 SW/2	appoggio DX	2710
disp 3 SW/2	appoggio DX	2270
disp 4 LM71	appoggio DX	1840
disp 5 LM71	appoggio DX	2136
disp 5 SW/2	appoggio DX	2615
disp 6 LM71	appoggio DX	1840
disp 6 SW/2	appoggio DX	2270
disp 7 LM71	appoggio DX	1600
disp 7 SW/2	appoggio DX	2710

Tabella 19 Scarichi dell' impalcato sugli appoggi della pila

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 44 di 137

Scarichi verticali e attrito	DISPOSIZIONE 1		DISPOSIZIONE 2		DISPOSIZIONE 3	
	IMPALCATO SX	IMPALCATO DX	IMPALCATO SX	IMPALCATO DX	IMPALCATO SX	IMPALCATO DX
	reazioni A	reazioni B	reazioni A	reazioni B	reazioni A	reazioni B
luce	40 m	40 m	40 m	40 m	40 m	40 m
<u>Modello di carico LM71</u>						
F3	1840 kN	1840 kN	0 kN	2136 kN	0 kN	0 kN
α	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
asse impalcato-asse binario	-2,68 m	-2,68 m	0,00 m	-2,68 m	0,00 m	0,00 m
eccentricità	0,080 m	0,080 m	0,080 m	0,080 m	0,080 m	0,080 m
<u>Modello di carico SW/2</u>						
F3	1616 kN	2364 kN	0 kN	2710 kN	2270 kN	2270 kN
α	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
asse impalcato-asse binario	2,68 m	2,68 m	0,00 m	2,68 m	2,68 m	2,68 m
<u>Coeff. Di amplificazione dinamica</u>						
ϕ	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
<u>Reazioni vincolari Qv</u>						
F3	3640 kN	4389 kN	0 kN	5060 kN	2270 kN	2270 kN
<u>Attrito</u>						
coefficiente di attrito	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
F1	109 kN	132 kN	0 kN	152 kN	68 kN	68 kN
<u>Risultanti reazioni vincolari</u>						
F1	109 kN	132 kN	0 kN	152 kN	68 kN	68 kN
F2	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN
F3	3640 kN	4389 kN	0 kN	5060 kN	2270 kN	2270 kN
M1	-933 kNm	1073 kNm	0 kNm	1152 kNm	6083 kNm	6083 kNm
M2	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm
M3	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm

Scarichi verticali e attrito	DISPOSIZIONE 4		DISPOSIZIONE 5		DISPOSIZIONE 6		DISPOSIZIONE 7	
	IMPALCATO SX	IMPALCATO DX	IMPALCATO SX	IMPALCATO DX	IMPALCATO SX	IMPALCATO DX	IMPALCATO SX	IMPALCATO DX
	reazioni A	reazioni B	reazioni A	reazioni B	reazioni A	reazioni B	reazioni A	reazioni B
luce	40 m	40 m	40 m	40 m	40 m	40 m	40 m	40 m
<u>Modello di carico LM71</u>								
F3	1840 kN	1840 kN	1535 kN	2136 kN	1840 kN	1840 kN	0 kN	1600 kN
α	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
asse impalcato-asse binario	2,68 m	2,68 m	-2,68 m	-2,68 m	-2,68 m	-2,68 m	0,00 m	-2,68 m
eccentricità	0,080 m	0,080 m	0,080 m	0,080 m	0,080 m	0,080 m	0,080 m	0,080 m
<u>Modello di carico SW/2</u>								
F3	0 kN	0 kN	1924 kN	2615 kN	2270 kN	2270 kN	0 kN	2710 kN
α	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
asse impalcato-asse binario	0,00 m	0,00 m	2,68 m	2,68 m	2,68 m	2,68 m	0,00 m	2,68 m
<u>Coeff. Di amplificazione dinamica</u>								
ϕ	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
<u>Reazioni vincolari Qv</u>								
F3	2024 kN	2024 kN	3613 kN	4965 kN	4294 kN	4294 kN	0 kN	4470 kN
<u>Attrito</u>								
coefficiente di attrito	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
F1	61 kN	61 kN	108 kN	149 kN	129 kN	129 kN	0 kN	134 kN
<u>Risultanti reazioni vincolari</u>								
F1	61 kN	61 kN	108 kN	149 kN	129 kN	129 kN	0 kN	134 kN
F2	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN
F3	2024 kN	2024 kN	3613 kN	4965 kN	4294 kN	4294 kN	0 kN	4470 kN
M1	5586 kNm	5586 kNm	767 kNm	898 kNm	820 kNm	820 kNm	0 kNm	2686 kNm
M2	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm
M3	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm

Tabella 20 Scarichi verticali dell'impalcato delle disposizioni di carico

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 45 di 137

Avviamento e frenatura	DISPOSIZIONE 1		DISPOSIZIONE 2		DISPOSIZIONE 3	
	IMPALCATO SX	IMPALCATO DX	IMPALCATO SX	IMPALCATO DX	IMPALCATO SX	IMPALCATO DX
	reazioni A	reazioni B	reazioni A	reazioni B	reazioni A	reazioni B
Luce	40,00 m	40,00 m	40,00 m	40,00 m	40,00 m	40,00 m
Luce appoggi	38,00 m	38,00 m	38,00 m	38,00 m	38,00 m	38,00 m
<u>Avviamento LM71</u>						
f avv	33,00 kN	33,00 kN	0,00 kN	33,00 kN	0,00 kN	0,00 kN
α	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
L caricata	40,00 m	40,00 m	0,00 m	40,00 m	0,00 m	0,00 m
F avv (max 1000 kN)	1000 kN	1000 kN	0 kN	1000 kN	0 kN	0 kN
F1	1100,0 kN	1100,0 kN	0,0 kN	1100,0 kN	0,0 kN	0,0 kN
<u>Avviamento SW/2</u>						
f avv	33,00 kN	33,00 kN	0,00 kN	33,00 kN	33,00 kN	33,00 kN
α	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
L caricata	12,50 m	33,00 m	0,00 m	33,00 m	12,50 m	33,00 m
F avv (max 1000 kN)	413 kN	1000 kN	0 kN	1000 kN	413 kN	1000 kN
F1	412,5 kN	1000,0 kN	0,0 kN	1000,0 kN	412,5 kN	1000,0 kN
<u>Frenatura LM71</u>						
f fren	20,00 kN/m	20,00 kN/m	0,00 kN/m	20,00 kN/m	0,00 kN/m	0,00 kN/m
α	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
L caricata	40,00 m	40,00 m	0,00 m	40,00 m	0,00 m	0,00 m
F fren (max 6000 kN)	800 kN	800 kN	0 kN	800 kN	0 kN	0 kN
F1	880,0 kN	880,0 kN	0,0 kN	880,0 kN	0,0 kN	0,0 kN
<u>Frenatura SW/2</u>						
f fren	35,00 kN/m	35,00 kN/m	0,00 kN/m	35,00 kN/m	35,00 kN/m	35,00 kN/m
α	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
L caricata	12,50 m	33,00 m	0,00 m	33,00 m	12,50 m	33,00 m
F avv (max 1000 kN)	438 kN	1155 kN	0 kN	1155 kN	438 kN	1155 kN
F1	437,5 kN	1155,0 kN	0,0 kN	1155,0 kN	437,5 kN	1155,0 kN
<u>αhp interazione semplificata</u>						
αhp frenatura per LM71	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
αhp frenatura per SW/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
αhp avviam. per LM71 SW/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<u>Forza totale di avviamento e frenatura</u>						
F1	1538 kN	2255 kN	0 kN	2255 kN	438 kN	1155 kN
h rispetto a intradosso impalcato	4,00 m	4,00 m	4,00 m	4,00 m	4,00 m	4,00 m
tipologia vincolo	UL	F	UL	F	UL	F
<u>Risultanti reazioni vincolari</u>						
F1	0 kN	2255 kN	0 kN	2255 kN	0 kN	1155 kN
F2	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN
F3	-162 kN	237 kN	0 kN	237 kN	-46 kN	122 kN
M1	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm
M2	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm
M3	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm

Tabella 21 Scarichi dell'impalcato dovuti ad avviamento e frenatura

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 46 di 137

Avviamento e frenatura	DISPOSIZIONE 4		DISPOSIZIONE 5		DISPOSIZIONE 6		DISPOSIZIONE 7	
	IMPALCATO SX	IMPALCATO DX	IMPALCATO SX	IMPALCATO DX	IMPALCATO SX	IMPALCATO DX	IMPALCATO SX	IMPALCATO DX
	reazioni A	reazioni B	reazioni A	reazioni B	reazioni A	reazioni B	reazioni A	reazioni B
Luce	40,00 m	40,00 m	40,00 m	40,00 m	40,00 m	40,00 m	40,00 m	40,00 m
Luce appoggi	38,00 m	38,00 m	38,00 m	38,00 m	38,00 m	38,00 m	38,00 m	38,00 m
<u>Avviamento LM71</u>								
f avv	33,00 kN	33,00 kN	33,00 kN	33,00 kN	33,00 kN	33,00 kN	0,00 kN	33,00 kN
α	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
L caricata	40,00 m	40,00 m	40,00 m	40,00 m	40,00 m	40,00 m	0,00 m	40,00 m
F avv (max 1000 kN)	1000 kN	1000 kN	1000 kN	1000 kN	1000 kN	1000 kN	0 kN	1000 kN
F1	1100,0 kN	1100,0 kN	1100,0 kN	1100,0 kN	1100,0 kN	1100,0 kN	0,0 kN	1100,0 kN
<u>Avviamento SW/2</u>								
f avv	0,00 kN	0,00 kN	33,00 kN	33,00 kN	33,00 kN	33,00 kN	0,00 kN	33,00 kN
α	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
L caricata	0,00 m	0,00 m	25,00 m	25,00 m	25,00 m	25,00 m	0,00 m	33,00 m
F avv (max 1000 kN)	0 kN	0 kN	825 kN	825 kN	825 kN	825 kN	0 kN	1000 kN
F1	0,0 kN	0,0 kN	825,0 kN	825,0 kN	825,0 kN	825,0 kN	0,0 kN	1000,0 kN
<u>Frenatura LM71</u>								
f fren	20,00 kN/m	20,00 kN/m	20,00 kN/m	20,00 kN/m	20,00 kN/m	20,00 kN/m	0,00 kN/m	20,00 kN/m
α	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
L caricata	40,00 m	40,00 m	40,00 m	40,00 m	40,00 m	40,00 m	0,00 m	40,00 m
F fren (max 6000 kN)	800 kN	800 kN	800 kN	800 kN	800 kN	800 kN	0 kN	800 kN
F1	880,0 kN	880,0 kN	880,0 kN	880,0 kN	880,0 kN	880,0 kN	0,0 kN	880,0 kN
<u>Frenatura SW/2</u>								
f fren	0,00 kN/m	0,00 kN/m	35,00 kN/m	35,00 kN/m	35,00 kN/m	35,00 kN/m	0,00 kN/m	35,00 kN/m
α	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
L caricata	0,00 m	0,00 m	25,00 m	25,00 m	25,00 m	25,00 m	0,00 m	33,00 m
F avv (max 1000 kN)	0 kN	0 kN	875 kN	875 kN	875 kN	875 kN	0 kN	1155 kN
F1	0,0 kN	0,0 kN	875,0 kN	875,0 kN	875,0 kN	875,0 kN	0,0 kN	1155,0 kN
<u>αhp interazione semplificata</u>								
αhp frenatura per LM71	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
αhp frenatura per SW/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
αhp avviam. per LM71 SW/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<u>Forza totale di avviamento e frenatura</u>								
F1	1100 kN	1100 kN	1975 kN	1975 kN	1975 kN	1975 kN	0 kN	2255 kN
h rispetto a intradosso impalcato	4,00 m	4,00 m	4,00 m	4,00 m	4,00 m	4,00 m	4,00 m	4,00 m
tipologia vincolo	UL	F	UL	F	UL	F	UL	F
<u>Risultanti reazioni vincolari</u>								
F1	0 kN	1100 kN	0 kN	1975 kN	0 kN	1975 kN	0 kN	2255 kN
F2	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN
F3	-116 kN	116 kN	-208 kN	208 kN	-208 kN	208 kN	0 kN	237 kN
M1	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm
M2	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm
M3	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm

Tabella 22 Scarichi dell'impalcato dovuti ad avviamento e frenatura

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	
COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL VI0105 003 B 47 di 137	

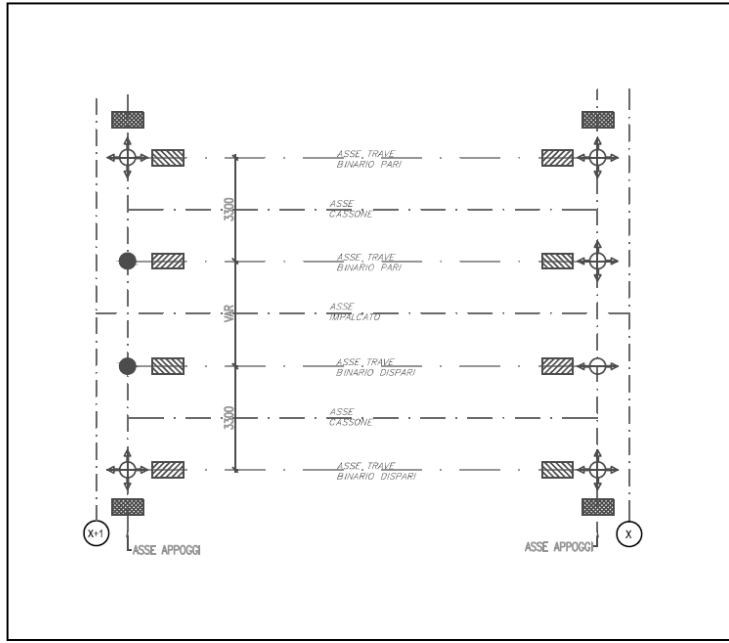
Serpeggio	DISPOSIZIONE 1		DISPOSIZIONE 2		DISPOSIZIONE 3	
	IMPALCATO SX	IMPALCATO DX	c	IMPALCATO DX	c	IMPALCATO DX
	reazioni A	reazioni B	reazioni A	reazioni B	reazioni A	reazioni B
<u>Serpeggio LM71</u> Forza serpeggio α	100,00 kN 1,10	100,00 kN 1,10	100,00 kN 1,10	100,00 kN 1,10	0,00 kN 1,10	0,00 kN 1,10
<u>Serpeggio SW/2</u> Forza serpeggio α	100,00 kN 1,00	100,00 kN 1,00	100,00 kN 1,00	100,00 kN 1,00	100,00 kN 1,00	100,00 kN 1,00
<u>Forza totale serpeggio</u> F2 h rispetto intradosso impalcato	210,00 kN 4,00 m	210,00 kN 4,00 m	210,00 kN 4,00 m	210,00 kN 4,00 m	100,00 kN 4,00 m	100,00 kN 4,00 m
<u>Risultanti reazioni vincolari</u>						
F1	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN
F2	-105 kN	-105 kN	-105 kN	-105 kN	-50 kN	-50 kN
F3	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN
M1	420 kNm	420 kNm	420 kNm	420 kNm	200 kNm	200 kNm
M2	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm
M3	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm

Serpeggio	DISPOSIZIONE 4		DISPOSIZIONE 5		DISPOSIZIONE 6		DISPOSIZIONE 7	
	c	IMPALCATO DX	c	IMPALCATO DX	c	IMPALCATO DX	c	IMPALCATO DX
	reazioni A	reazioni B	reazioni A	reazioni B	reazioni A	reazioni B	reazioni A	reazioni B
<u>Serpeggio LM71</u> Forza serpeggio α	100,00 kN 1,10	100,00 kN 1,10	100,00 kN 1,10	100,00 kN 1,10	100,00 kN 1,10	100,00 kN 1,10	100,00 kN 1,10	100,00 kN 1,10
<u>Serpeggio SW/2</u> Forza serpeggio α	0,00 kN 1,00	0,00 kN 1,00	100,00 kN 1,00	100,00 kN 1,00	100,00 kN 1,00	100,00 kN 1,00	100,00 kN 1,00	100,00 kN 1,00
<u>Forza totale serpeggio</u> F2 h rispetto intradosso impalcato	110,00 kN 4,00 m	110,00 kN 4,00 m	210,00 kN 4,00 m	210,00 kN 4,00 m	210,00 kN 4,00 m	210,00 kN 4,00 m	210,00 kN 4,00 m	210,00 kN 4,00 m
<u>Risultanti reazioni vincolari</u>								
F1	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN
F2	-55 kN	-55 kN	-105 kN	-105 kN	-105 kN	-105 kN	-105 kN	-105 kN
F3	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN	0 kN
M1	220 kNm	220 kNm	420 kNm	420 kNm	420 kNm	420 kNm	420 kNm	420 kNm
M2	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm
M3	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm	0 kNm

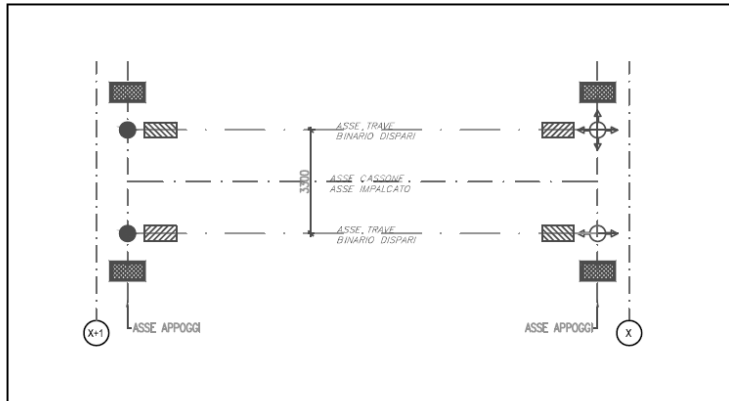
Tabella 23 Scarichi dell'impalcato dovuti al serpeggio

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 48 di 137

PONTE BICASSONE – DOPPIO BINARIO



PONTE MONOCASSONE – SEMPLICE BINARIO



LEGENDA:

- APPOGGIO MULTIDIREZIONALE
- APPOGGIO UNIDIREZIONALE
- APPOGGIO FISSO
- DISPOSITIVO DI TIPO FISSO PER SOLI CARICHI ORIZZONTALI (P.D.)
- DISPOSITIVO DI TIPO UNIDIREZIONALE PER SOLI CARICHI ORIZZONTALI (P.D.)
- RITEGNO SISMICO LONGITUDINALE
- RITEGNO SISMICO TRASVERSALE
- RITEGNO SISMICO TRASVERSALE CON RITEGNO ANTI-SOLLEVAMENTO

Figura 28 Schema degli appoggi

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 49 di 137

8.4 CARICHI VARIABILI AMBIENTALI (Q_v)

- Ref. §2.5.1.4.4 (P.II - S.II) del Manuale RFI
- Ref. §3.3-5 delle NTC18
- Ref. §3.3-5 del CNTC19
- Ref. §8 dell'Eurocodice 1
- Istruzioni CNR-DT 207/2008

Sono stati considerati i pertinenti carichi variabili del vento così come definiti nei Capitoli §3.3 e §3.5 dell'NTC2018. Diversamente e in accordo al §2.5.4.4.3 delle Specifiche RFI, la neve non è stata considerata.

8.4.1 Carichi del vento (Q_v)

Si riporta nel seguito il calcolo dell'azione del vento secondo quanto previsto dalle NTC18 (§3.3).

L'azione del vento viene ricondotta ad un'azione statica equivalente costituita da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici.

La pressione del vento è data dalla seguente espressione:

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

dove:

q_b pressione cinetica di riferimento

c_e coefficiente di esposizione

c_p coefficiente di forma

c_d coefficiente dinamico, posto generalmente pari a 1

Si determina il coefficiente di esposizione sulla base della classe d'esposizione e l'altezza z del punto considerato, posta pari alla massima quota del complesso impalcato, barriere antirumore, sagoma del treno. A tal proposito le specifiche R.F.I. impongono di considerare il treno come una superficie piana continua convenzionalmente alta 4,00 m sul p.f.. L'azione del vento dovrà comunque considerarsi agente sulle b.a. presenti considerando un'altezza convenzionale di 4,60 m misurati dall'estradosso della soletta.

L'altezza di riferimento è presa come il punto più alto dell'impalcato o della spalla, ovvero l'estremo superiore della barriera antirumore.

La pressione cinetica di riferimento si determina mediante l'espressione:

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

Dove:

v_b velocità di riferimento

ρ densità dell'aria, convenzionalmente posta pari a 1,25 kg/m³

Di seguito si determina la pressione di riferimento sulla base dei parametri caratteristici del sito e il tempo di ritorno dell'opera in oggetto.

La velocità di riferimento del vento v_b[T_R] riferita ad un generico periodo di ritorno T_R può essere valutata, nel campo compreso tra 10 e 500 anni, con l'espressione:

$$v_b[T_R] = \alpha_R \cdot v_b$$

con

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

Il coefficiente di esposizione c_e dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito e si determina mediante l'espressione:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 50 di 137

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

dove:

k_r , z_0 , z_{min} sono parametri che dipendono dalla categoria di esposizione del sito;

c_t è il coefficiente di topografia, posto generalmente pari a 1.

Il coefficiente di forma dell'impalcato e l'area di riferimento per il calcolo della forza risultante si determinano in base ai criteri enunciati nel §8.3.1 dell'EC1.

A tal proposito si riconduce il coefficiente di forma c_p al coefficiente di forza $c_{fx,0}$. Il coefficiente di forza $c_{fx,0}$ si determina in base al rapporto tra larghezza b e altezza totale dell'impalcato d_{tot} .

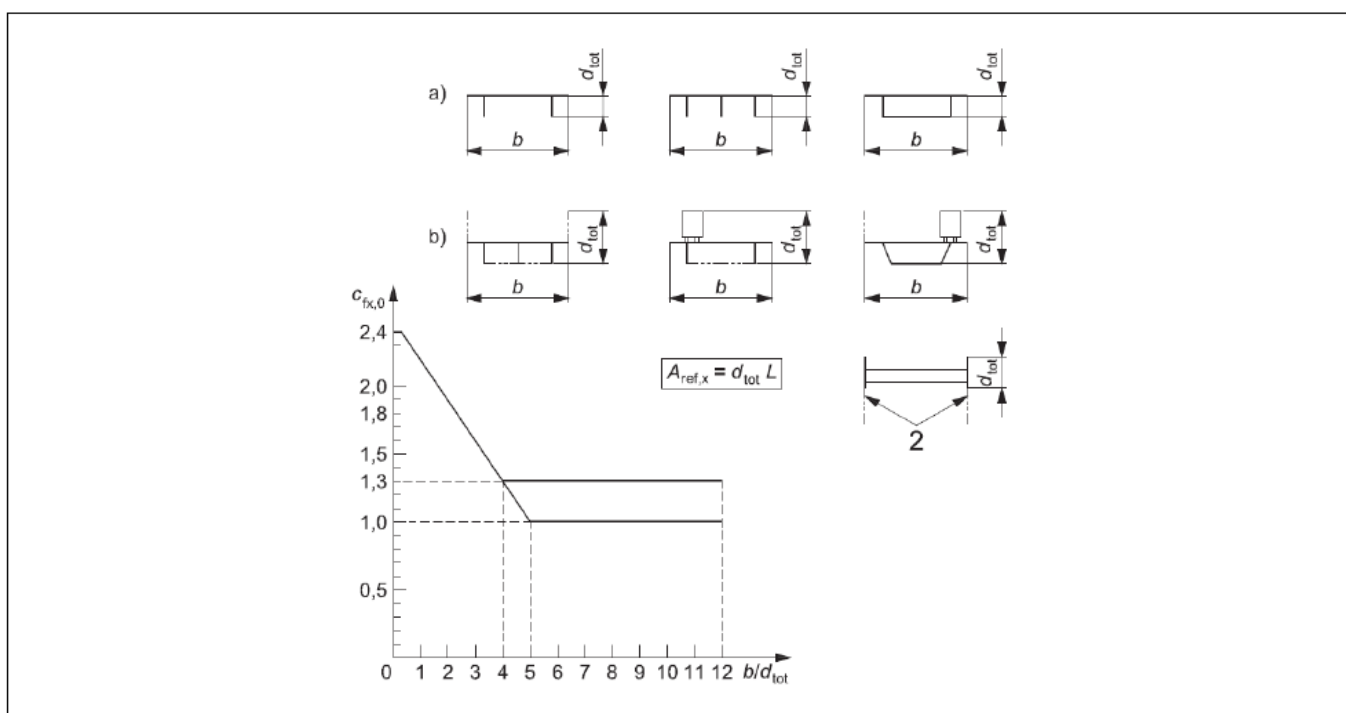


Figura 29 coefficiente di forza $c_{fx,0}$ in funzione della geometria dell'impalcato (fig. 8.3 EC1-4)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 51 di 137

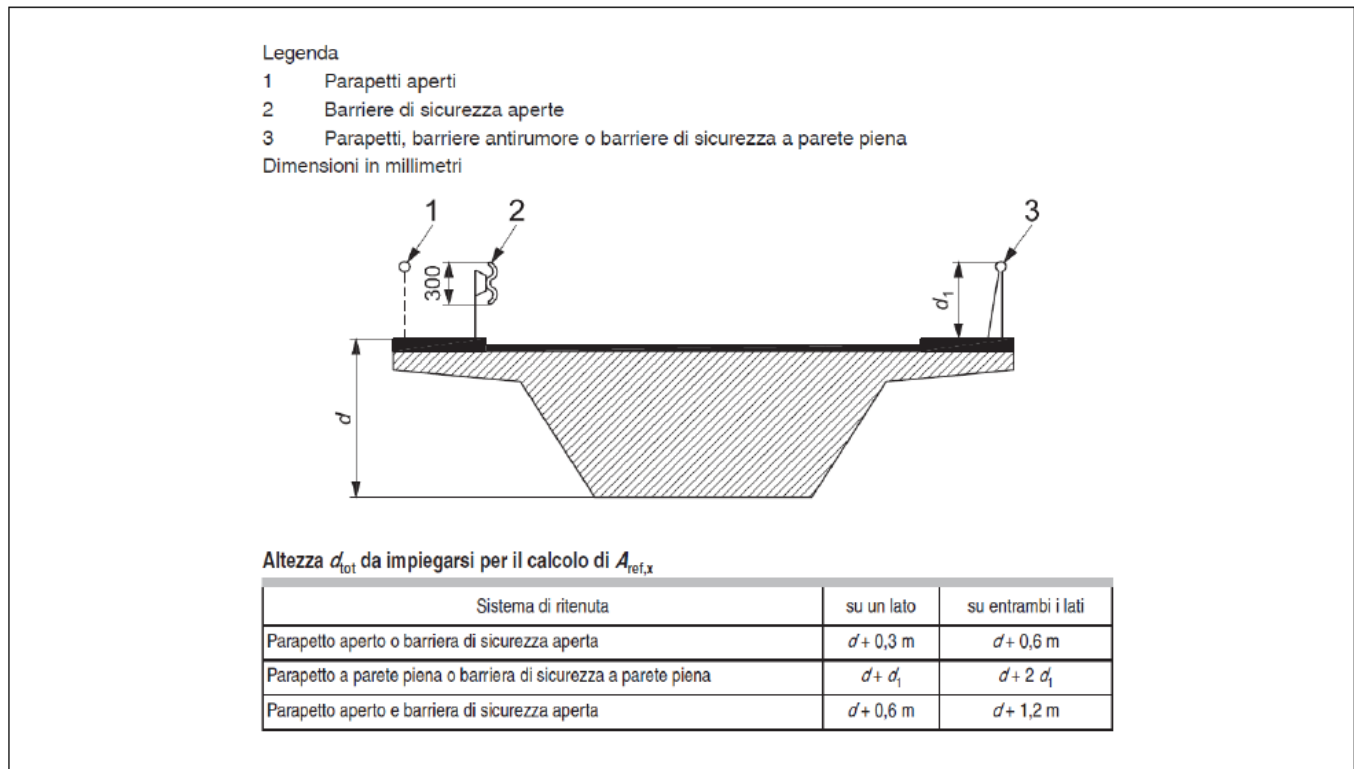


Figura 30 Criteri per la determinazione di d (fig 8.5 EC1-4)

L'area da considerare per il calcolo della risultante di forza si definisce come la somma di tutte le superfici proiettate dall'impalcato nel piano longitudinale, comprese le barriere e la sagoma dei veicoli.

Carichi da vento trasmessi dall'impalcato:

Il carico del vento trasferito alla pila dall'impalcato è sintetizzato nella successiva tabella:

VENTO SU IMPALCATO		
	IMPALCATO SX	IMPALCATO DX
	reazioni A	reazioni B
Lunghezza impalcato	40 m	40 m
<u>Pressione del vento</u>		
a_s	370 m	370 m
a_0	500 m	500 m
k_s	0,37	0,37
$v_{b,0}$	27 m/s	27 m/s
C_a	1	1
v_b	27 m/s	27 m/s
T_R	75 anni	75 anni
C_r	1,023	1,023
ρ	1,250 kg/m ³	1,250 kg/m ³

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 52 di 137

V_r	27,63	m/s	27,63	m/s
q_r	477,25	N/m ²	477,25	N/m ²
k_r	0,190		0,190	
z_0	0,05	m	0,05	m
z_{min}	4	m	4	m
C_t	1		1	
z_e (EC1 punto 8.3.1(6))	10,5	m	10,5	m
C_e	2,38		2,38	
b	16,60	m	16,60	m
d_{tot}	8,55	m	8,55	m
b/d_{tot}	1,94		1,94	
inclinazione retta	-0,30		-0,30	
$C_{fx,0} = C_p$	1,92		1,92	
C_d	1,00		1,00	
$p = q_b * C_e * C_p * C_d$	2,181	kN/m ²	2,181	kN/m ²
H imp. Da intradosso a p.f.	4,00	m	4,00	m
H b.a. su p.f. sx	4,60	m	4,60	m
H b.a. su p.f. dx	4,60	m	4,60	m
H treno su p.f.	4,00	m	4,00	m
d_{tot2}	13,20	m	13,20	m
A_{rif}	528,00	m ²	528,00	m ²
H da intradosso impalcato	4,30	m	4,30	m
<u>Risultante forza del vento</u>				
F_{vH}	1152	kN	1152	kN
M_{vT}	4952	kNm	4952	kNm
<u>Risultante reazioni vincolari</u>				
F1	0	kN	0	kN
F2	-576	kN	-576	kN
F3	0	kN	0	kN
M1	2476	kNm	2476	kNm
M2	0	kNm	0	kNm
M3	0	kNm	0	kNm

Tabella 24 Carichi $Q_{v,im}$ trasmessi dall'impalcato

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 53 di 137

Carichi da vento agenti sulla pila:

- Ref. §2.5.1.4.4.2 (P.II - S.II) del Manuale RFI
- Ref. §3.3 delle NTC08
- Ref. §8.4 del EN1991-1-4

A partire dal coefficiente di esposizione sopra determinato e dal coefficiente di forma calcolato in seguito, coerentemente all'EC1 1-4, si calcoleranno le pressioni del vento da applicare al corpo della spalla.

Il coefficiente di forma e l'area di riferimento per il calcolo della forza risultante sulla spalla si determinano in base ai criteri enunciati nel §8.4 del EN 1991-1-4. Gli effetti globali del vento sulle pile saranno calcolati seguendo le indicazioni del §7.6 del EN 1991-1-4.

A tal proposito si riconduce il coefficiente di forma c_p al coefficiente di forza c_{fx} :

$$c_{fx} = c_{fx,0} \cdot \psi_r \cdot \psi_\lambda$$

dove:

- $c_{fx,0}$ è il coefficiente di forza per sezioni rettangolari a spigoli vivi e senza effetti di bordo;
- ψ_r è il fattore di riduzione che tiene conto di spigoli arrotondati;
- ψ_λ è il fattore che tiene conto degli effetti di bordo.

I valori di $c_{r,0}$ e ψ_r si determinano in funzione del rapporto tra le dimensioni in sezione dell'elemento investito, secondo gli abachi riportati al paragrafo 7.6 dell'Eurocodice 1-4.

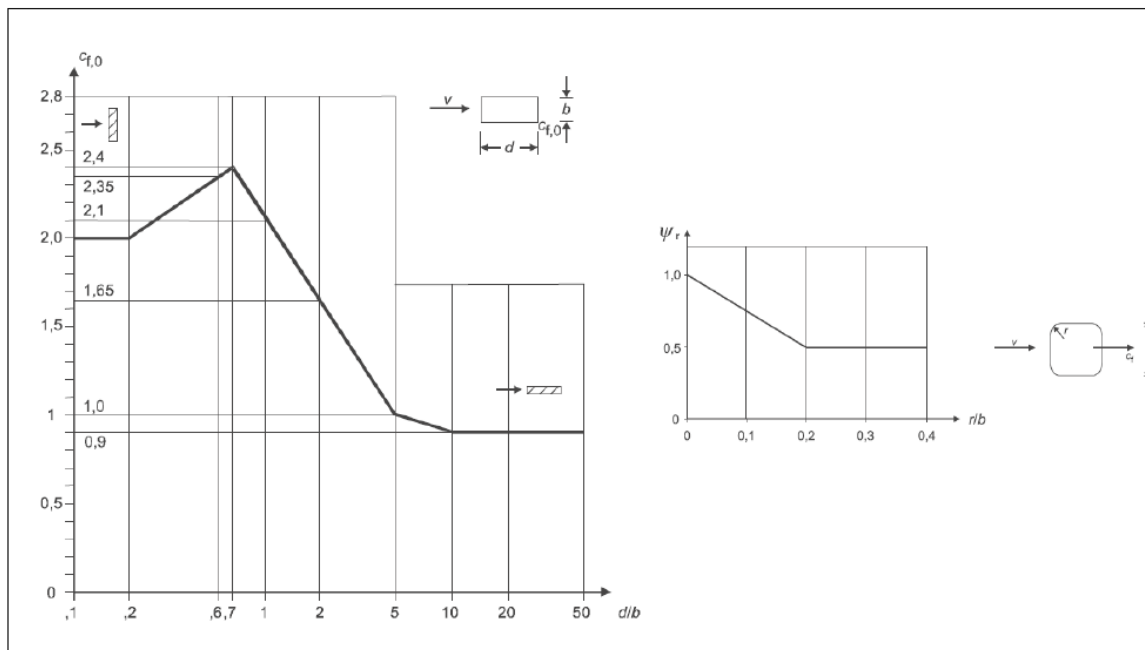


Figura 31 – Determinazione del coefficiente di forma c_{fx0} in funzione delle dimensioni della sezione (fig. 7.23 EC1-4) e correlazione tra il raggio di arrotondamento dello spigolo e il fattore riduttivo ψ_r (fig. 7.24 EC1-4)

L'area da considerare per il calcolo della risultante di forza si definisce come la superficie proiettata dalla pila nel piano longitudinale. Per il caso in esame si ha:

Per quanto riguarda il fattore di riduzione ψ_r si assume unitario:

$$\psi_r = 1.00$$

Per quanto riguarda il fattore ψ_λ , pur potendo ridurlo, considerando il §7.13 del EN 1991-1-4, si assume unitario:

$$\psi_\lambda = 1.00$$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 54 di 137

VENTO SU PULVINO E PILA	
<u>Pressione del vento</u>	
a_s	370 m
a_0	500 m
k_s	0,37
$v_{b,0}$	27 m/s
C_a	1
v_b	27 m/s
T_R	75 anni
C_r	1,023
ρ	1,25 kg/m ³
v_r	27,63 m/s
q_r	477,25 N/m ²
k_r	0,190
Z_0	0,050
Z_{min}	4,00
C_t	1,00
z_e (EC1 punto 8.3.1(6))	10,50
C_e	2,38
b	4,85 m
d_{tot}	13,20 m
b/d_{tot}	2,72
$C_{fx,0} = C_p$	1,437
C_d	1,00
$p = q_b * C_e * C_p * C_d$	1,634 kN/m ²
p lineare	7,93 kN/m

Tabella 25 Carichi del vento su pila e pulvino

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 55 di 137

8.5 AZIONI INDIRETTE (Q_P)

- Ref. §2.5.1.6 (P.II - S.II) del Manuale RFI
- Ref. §5.2.2.10 delle NTC18

8.5.1 Resistenze parassite dei vincoli (Q_P)

- Ref. §2.5.1.6.3 (P.II - S.II) del Manuale RFI
- Ref. §5.2.2.10.3 delle NTC18
- Ref. §7.9.5 delle NTC18

Nella progettazione delle spalle si considereranno le forze che derivano dalle resistenze parassite dei vincoli. Le resistenze parassite dei vincoli si esplicano in corrispondenza degli apparecchi di appoggio mobili e, per equilibrio, sui corrispondenti fissi, in corrispondenza di ogni traslazione relativa impalcato-apparecchi d'appoggio; il valore massimo di tale resistenza si determina in corrispondenza della condizione di spostamento relativo incipiente. Tali spostamenti sono causati, principalmente, dalle variazioni di temperatura e dalle deformazioni orizzontali dell'impalcato associate alla presenza dei carichi mobili.

Le forze indotte dalla resistenza parassita nei vincoli saranno da esprimere in funzione del tipo di appoggio e del sistema di vincolo dell'impalcato. In ciascun apparecchio d'appoggio mobile la reazione parassita è pari al prodotto della reazione verticale associata ai carichi verticali, permanenti e mobili, per il coefficiente di attrito " f " (da assumere in relazione alle caratteristiche degli appoggi). In particolare, nel seguito si adotterà la seguente nomenclatura:

V_g = Reazione verticale massima associata ai carichi permanenti;

V_q = Reazione verticale massima associata ai carichi mobili dinamizzati.

Come indicato al §2.5.1.6.3 delle specifiche R.F.I., per ponti a travi semplicemente appoggiate, come quello del caso in esame, per le pile vale:

$$F_{fisso} = F_{mobile} = F_a = f \cdot (0.2V_g + V_q)$$

Con

f = 0.03

Nel paragrafo 7.9.5 delle NTC18 si afferma: "Alle azioni sismiche, cui la spalla o la pila devono resistere come strutture a sé stanti, sono da aggiungere le forze parassite trasmesse per attrito dagli appoggi mobili o elastomerici che non assolvono la funzione di isolamento ai sensi del § 7.10, che devono essere maggiorate di un fattore pari a 1,30". In campo sismico il coefficiente di attrito può essere dimezzato.

Nelle combinazioni di carico, le azioni corrispondenti alle resistenze parassite dei veicoli sono state inserite insieme ai rispettivi casi di carico.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 56 di 137

8.6 CARICHI SISMICI (E)

- Ref. §7.9.5 delle NTC18

A partire da quanto riportato al Capitolo “Vita nominale classe d’uso e periodo di riferimento” per l’individuazione del sisma di progetto”, ed in particolare dagli spettri elastici di progetto, in questa sezione si vuole definire l’azione sismica di progetto. Le pile dei ponti devono essere progettate in modo che tutte le parti componenti non subiscano danni che ne compromettano la completa funzionalità sotto l’azione sismica relativa allo SLV.

8.6.1 Fattore di comportamento

- Ref. §7.3.1 delle NTC18
- Ref. §7.9.2.1 delle NTC18

I valori del fattore di struttura q , adottati per la definizione delle azioni sismiche e per il dimensionamento degli elementi secondo i criteri della gerarchia delle resistenze, sono stati definiti in base ai criteri di seguito esplicitati.

Per le strutture in elevazione, in accordo con quanto indicato nel §7.9.2.1 [1] per pile verticali inflesse in c.a. e progettazione in CD”B”, si assume un fattore di struttura q_0 pari a 1,5 (vedi Tabella 1).

Per elementi duttili in c.a. i valori di q_0 riportati in Tabella 1, valgono se la sollecitazione di compressione normalizzata v_k non eccede il valore 0,3. Per valori di v_k compresi tra 0,3 e 0,6 (v_k non può eccedere 0,6) q_0 si ottiene dalla relazione seguente:

$$q_0(v_k) = q_0 - \left[\frac{v_k}{0.3} - 1 \right] (q_0 - 1)$$

Infine, il fattore di struttura q da adottare nelle analisi si ottiene moltiplicando il q_0 così ottenuto per il coefficiente riduttivo K_R che dipende dalle caratteristiche di regolarità della struttura.

In generale il requisito di regolarità e quindi il valore di K_R si determinano a posteriori secondo il procedimento indicato nel §7.9.2.1 [1]. Per il caso in esame si ipotizza un K_R pari a 1.

$$q_0(v_k) = q_0 = 1.5$$

$$q_0(v_k) = q_0(v_k) \cdot K_R = 1.5$$

Tale valore di q sarà usato per le verifiche a pressoflessione della pila. Si dimostra a posteriori che, per nessuna combinazione di carico, v_k supera il valore di 0.3.

Sono stati analizzati anche dei modelli in cui si impiegano i seguenti fattori di struttura:

- $q = 1$ per le verifiche a taglio della pila: per la verifica a taglio della pila è richiesto l’utilizzo della progettazione in capacità, come esplicitato nel § 7.9.5.1.1 delle NTC18. La domanda di resistenza valutata con i criteri della progettazione in capacità può essere assunta non superiore alla domanda di resistenza valutata per il caso di comportamento strutturale non dissipativo, ovvero la domanda valutata con un fattore q unitario in accordo con il paragrafo §7.9.2.1 delle NTC2018, in cui si afferma che “Nel caso di comportamento strutturale non dissipativo, per le due componenti orizzontali dell’azione sismica, q_0 è assunto pari a 1,0”.
- $q = 1.364$ per il calcolo degli scarichi in fondazione: nel §7.2.5 delle NTC18 si afferma che per il dimensionamento delle strutture di fondazione è possibile impiegare le azioni derivanti da un’analisi della struttura in elevazione considerando un comportamento dissipativo. Tali azioni devono essere amplificate di un fattore pari a 1.10 in CD”B”. Ciò equivale a dividere il fattore q per 1.10.

8.6.2 Masse sismiche

- Ref. §2.5.1.8.3 (P.II - S.II) del Manuale RFI
- Ref. §5.2.2.8 delle NTC18
- Ref. §2.5.3 delle NTC18

Come indicato al §2.5.3 dell’NTC18, gli effetti dell’azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 57 di 137

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

In accordo a §2.5.1.8.3 delle Specifiche RFI, si prevede l'applicazione di un'aliquota pari al 20% del carico ferroviario in presenza dell'azione sismica di progetto, per cui il coefficiente ψ_{02} associato al carico da treno è pari a 0.20.

A favore di sicurezza la massa sismica così determinata è quella riferita alla disposizione dei carichi che trasmette il massimo scarico verticale, e cioè la disposizione 1. Nelle combinazioni sismiche, di conseguenza, per quanto riguarda la componente dell'azione da traffico, si considera la disposizione 1.

Le masse sismiche della pila e del pulvino sono calcolate automaticamente dal programma sulla base delle caratteristiche geometriche e della massa unitaria dei materiali costituenti i vari elementi.

Le masse sismiche relative agli impalcati e i carichi variabili sono inserite manualmente nel modello. Il punto di applicazione delle stesse è definito in base ai gradi di vincolo offerti dagli apparecchi d'appoggio per ciascun impalcato. Nel caso in esame si ha che:

- in direzione X la massa sismica è rappresentata dalle masse afferenti all'impalcato vincolato alla pila mediante gli apparecchi d'appoggio fissi e si considera agente alla quota degli apparecchi d'appoggio;
- in direzione Y la massa sismica è rappresentata della metà della massa afferente a ciascun impalcato e si considerano agenti alla quota baricentrica degli impalcati stessi;
- in direzione Z la massa sismica è rappresentata della metà della massa di ciascun impalcato ciascuna delle quali agisce nel centro geometrico degli apparecchi d'appoggio degli impalcati stessi.

8.6.3 Eccentricità accidentale

- Ref. §7.2.6 delle NTC18
- Ref. §7.2.6 della CNTC19
- Ref. §7.9.3 delle NTC18

Al punto §7.2.6 della NTC08 si afferma che per tenere conto della variabilità spaziale del moto, nonché di eventuali incertezze, deve essere attribuita al centro di massa un'eccentricità accidentale rispetto alla sua posizione quale deriva dal calcolo. Come indicato al §7.9.3 della NTC18, in assenza di più accurate determinazioni, l'eccentricità accidentale di cui al §7.2.6 è riferita all'impalcato e può essere assunta pari a 0.03 volte la dimensione dell'impalcato stesso, misurata perpendicolarmente alla direzione dell'azione sismica.

Pertanto:

- La massa M_x viene applicata in un punto traslato di una quantità in direzione y pari a $0.03 \times 15.21 \text{ m} = 0.46 \text{ m}$;
- Le masse M_y e M_z vengono incrementate del 3%. Ciò equivale a spostare il baricentro dell'impalcato di un'eccentricità pari a $0.03L$, dove L è la lunghezza dell'impalcato.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 58 di 137

Nella seguente tabella è riportato il calcolo delle masse sismiche:

SISMA IMPALCATO				
	IMPALCATO SX		IMPALCATO DX	
	reazioni A		reazioni B	
L impalcato	40	m	40	m
G1	9848	kN	9848	
<u>G21</u>	9796		9796	
Q LM71,max	3688	kN	3688	kN
Q SW/2,max	4950	kN	4950	kN
Q TRENO TOT	8638	kN	8638	kN
tipologia vincolo	UL		F	
eccentricità	3%		3%	
peso sismico long	0	kN	21372	kN
peso sismico trasv	10686	kN	10686	kN
peso sismico vert	10686	kN	10686	kN
peso sismico long	0	kN	21372	kN
peso sismico trasv ecc. 3%	11006	kN	11006	kN
peso sismico vert ecc. 3%	11006	kN	11006	kN
m sismica,long	0	ton	2179	ton
m sismica,trasv ecc. 3%	1122	ton	1122	ton
m sismica,vert ecc. 3%	1122	ton	1122	ton

Tabella 26 Masse sismiche dell'impalcato

8.6.4 Combinazione direzionale

- Ref. §7.3.5 delle NTC18

La risposta è calcolata unitariamente per le tre componenti, applicando l'espressione:

$$1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$$

Gli effetti più gravosi si ricavano dal confronto tra le tre combinazioni ottenute permutando circolarmente i coefficienti moltiplicativi:

$$0.30 \cdot E_x + 1.00 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$$

$$0.30 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + 1.00 \cdot E_z$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 59 di 137

9 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di calcolo sono state definite sulla base dei criteri enunciati nei §2.5.1.8.2.3 [3], §2.5.1.8.3.1 [3] e §2.5.1.8.3.2 [3] di cui si riportano di seguito alcuni stralci.

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

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

Tabella 27 Valutazione dei carichi da traffico (tab. 5.2.IV NTC08)

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

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.
⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.
⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.
⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

Tabella 28 Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica (tab. 5.2.V NTC08)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 60 di 137

Azioni		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

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

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

Tabella 29 Coefficienti di combinazione delle azioni (tab. 5.2.VI NTC08)

	Azioni	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 ⁽³⁾	(1)	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 ⁽³⁾	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 ⁽³⁾	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 ⁽³⁾	-	-
	Centrifuga	(2) (3)	(2)	(2)
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 ⁽³⁾	0,80	0,0

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

(2) Si usano gli stessi coefficienti ψ adottati per i carichi che provocano dette azioni.

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

Tabella 30 Ulteriori coefficienti di combinazione delle azioni (tab. 5.2.VII NTC08)

Le combinazioni di carico, dedotte a partire dalle precedenti tabelle, vengono riportate in allegato alla relazione di calcolo.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 61 di 137

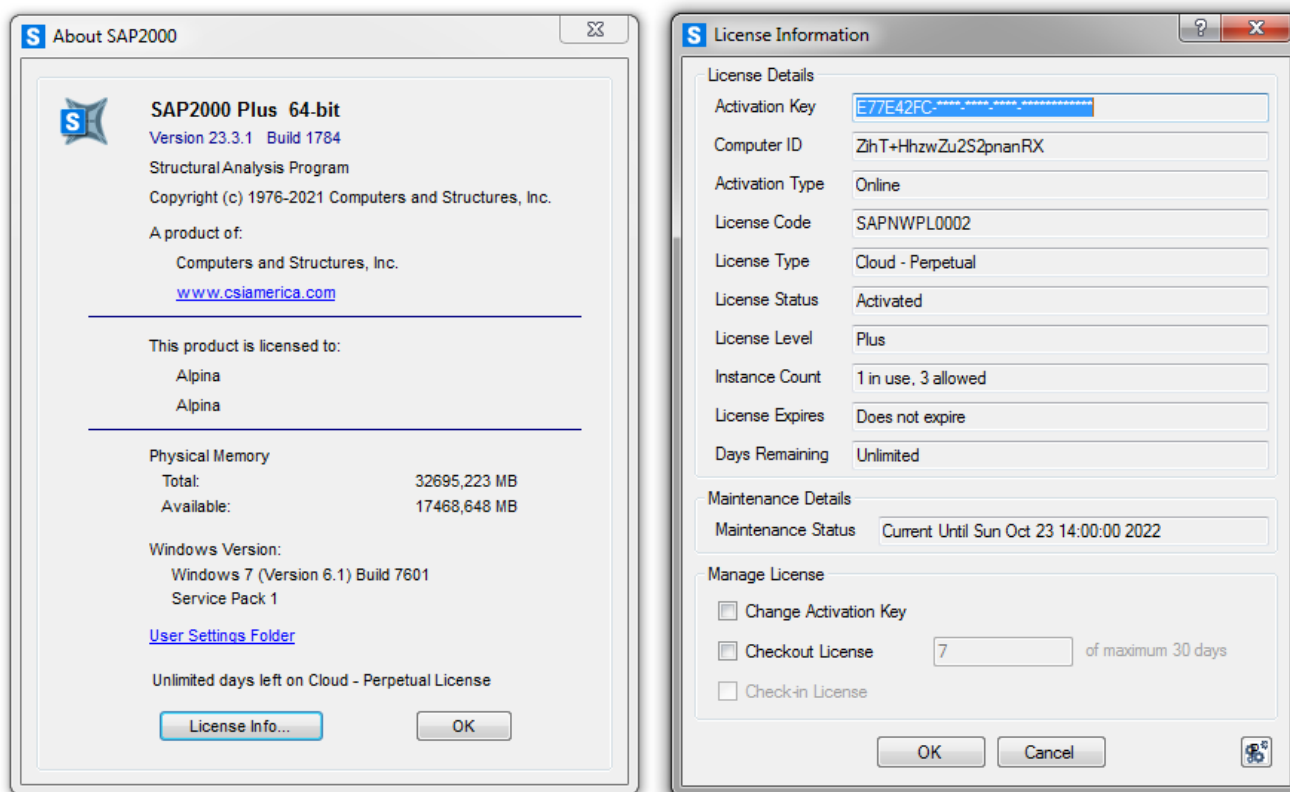
10 MODELLAZIONE NUMERICA

In questa sezione sarà presentato il modello FEM generato per l'analisi strutturale della struttura in esame. Il software agli elementi finiti utilizzato è il "Sap2000", il quale offre funzionalità avanzate di analisi per semplici e complesse strutture. Nello specifico saranno descritti i vari step della modellazione riportando le caratteristiche geometriche e meccaniche degli elementi strutturali e le condizioni di carico e vincolo adottati.

10.1 SOFTWARE DI CALCOLO

- Ref. §7.2.6 delle NTC18
- Ref. §C7.2.6 del CNTC19

Si riporta in modo sintetico una descrizione delle capacità del software di calcolo adottati per le analisi descritte nel precedente capitolo mentre per la valutazione dell'attendibilità dei risultati ottenuti si rinvia alla sezione pertinente.



Le funzioni di input / output orientate all'utente sono basate su un'interfaccia utente sofisticata e intuitiva e su tecniche aggiornate di computer grafica tali da semplificare il processo di modellazione ed analisi delle strutture anche su progetti di grandi dimensioni.

Come indicato al §7.2.6 dell'NTC18 è stato sviluppato un modello tridimensionale, capace di rappresentare in maniera adeguata le effettive distribuzioni spaziali di massa, rigidezza e resistenza. Si è adottato un modello di comportamento dissipativo impiegando per i materiali leggi costitutive elastiche. Le linearità geometriche sono state tenute in conto come spiegato nel paragrafo 7.2.2.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 62 di 137

10.2 MODELLO TRIDIMENSIONALE

Il fusto della pila viene modellato attraverso l'utilizzo di un frame a sezione variabile incastrato alla base in corrispondenza dell'asse baricentrico. Il pulvino della pila viene invece modellato con un frame a sezione costante al fine di ricreare la reale geometria; le caratteristiche geometriche e meccaniche assegnate a ciascun elemento sono state definite sulla base delle reali dimensioni e dei materiali che compongono l'elemento stesso. Si definiscono inoltre 3 distinte coppie di nodi poste a quote differenti rispettivamente coincidenti con:

- quota intradosso impalcati
- baricentro degli impalcati
- piano del ferro

Tutte e tre le coppie di punti vengono posizionate in pianta nel baricentro degli appoggi.

In aggiunta a questi tre punti, è stato aggiunto anche un punto alla quota dell'intradosso dell'impalcato. In tale punto, eccentrico rispetto all'asse dell'impalcato, è applicata la massa sismica M_x dell'impalcato

I nodi rappresentativi delle quote del singolo impalcato vengono collegati tra loro e al nodo sommitale del pulvino attraverso un *constraint* di tipo *body*.

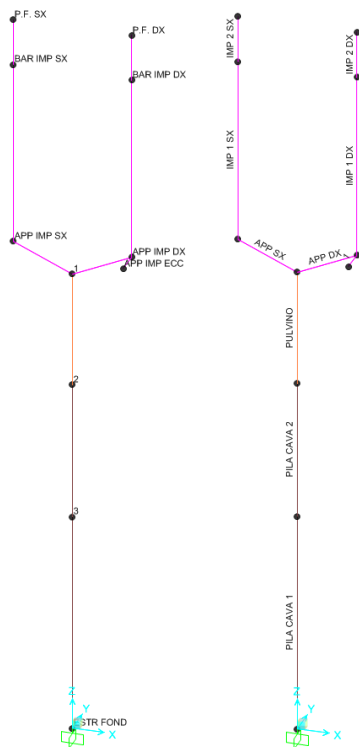


Figura 32 Vista 3D del modello di calcolo utilizzato per il dimensionamento delle pile

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 63 di 137

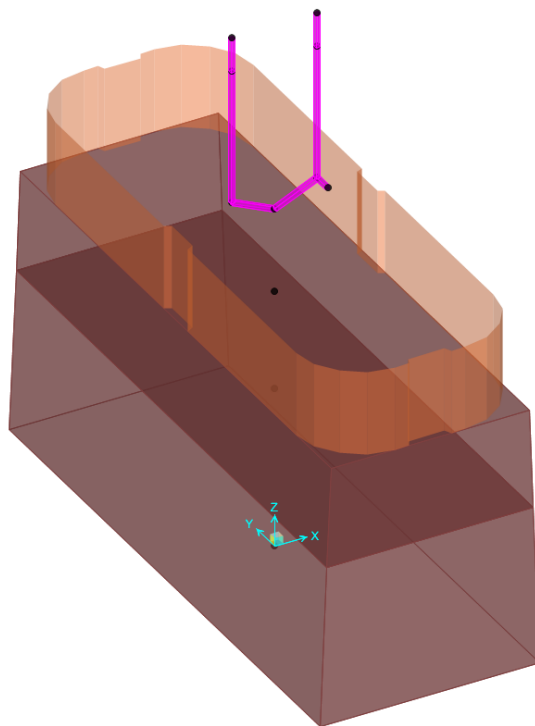


Figura 33 Vista estrusa del modello di calcolo delle pile

10.3 CARICHI ELEMENTARI

Si riporta nelle tabelle sottostanti un riassunto delle azioni scambiate dall'impalcato alle pile ed inserite come azioni di input nel modello di calcolo eseguito con SAP2000. Nella tabella non rientrano i carichi relativi a:

- peso della pila, calcolato in automatico dal software
- vento trasversale sul fusto della pila, applicato come un carico uniformemente distribuito
- azioni del sisma, calcolate in automatico dal software a seguito dell'inserimento degli spettri di progetto, per entrambi i versi nelle direzioni considerate.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 64 di 137

10.3.1 Riepilogo degli scarichi dall'impalcato sinistro

	Joint	LoadPat	F1	F2	F3	M1	M2	M3
			KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
G1 pesi propri strutturali	APP IMP SX	G1	59	0	-4924	0	0	0
G21 pesi propri non strutturali	APP IMP SX	G21	59	0	-4898	0	0	0
Q1 treno verticale	APP IMP SX	Q11	109	0	-3640	-933	0	0
	APP IMP SX	Q12	0	0	0	0	0	0
	APP IMP SX	Q13	68	0	-2270	6083	0	0
	APP IMP SX	Q14	61	0	-2024	5586	0	0
	APP IMP SX	Q15	108	0	-3613	767	0	0
	APP IMP SX	Q16	129	0	-4294	820	0	0
	APP IMP SX	Q17	0	0	0	0	0	0
Q2 avviamento e frenatura	APP IMP SX	Q21	0	0	162	0	0	0
	APP IMP SX	Q22	0	0	0	0	0	0
	APP IMP SX	Q23	0	0	46	0	0	0
	APP IMP SX	Q24	0	0	116	0	0	0
	APP IMP SX	Q25	0	0	208	0	0	0
	APP IMP SX	Q26	0	0	208	0	0	0
	APP IMP SX	Q27	0	0	0	0	0	0
Q3 centrifuga	APP IMP SX	Q31	0	0	0	0	0	0
	APP IMP SX	Q32	0	0	0	0	0	0
	APP IMP SX	Q33	0	0	0	0	0	0
	APP IMP SX	Q34	0	0	0	0	0	0
	APP IMP SX	Q35	0	0	0	0	0	0
	APP IMP SX	Q36	0	0	0	0	0	0
	APP IMP SX	Q37	0	0	0	0	0	0
Q4 serpeggio	APP IMP SX	Q41	0	-105	0	420	0	0
	APP IMP SX	Q42	0	-105	0	420	0	0
	APP IMP SX	Q43	0	-50	0	200	0	0
	APP IMP SX	Q44	0	-55	0	220	0	0
	APP IMP SX	Q45	0	-105	0	420	0	0
	APP IMP SX	Q46	0	-105	0	420	0	0
	APP IMP SX	Q47	0	-105	0	420	0	0
Q vento	APP IMP SX	Q51	0	-576	0	2476	0	0

Tabella 31 Scarichi dell'impalcato sinistro sulla pila

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 65 di 137

10.3.2 Riepilogo degli scarichi dall'impalcato destro

	Joint	LoadPat	F1 KN	F2 KN	F3 KN	M1 KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m
G1 pesi propri strutturali	APP IMP DX	G1	59	0	-4924	0	0	0
G21 pesi propri non strutturali	APP IMP DX	G21	59	0	-4898	0	0	0
Q1 treno verticale	APP IMP DX	Q11	132	0	-4389	1073	0	0
	APP IMP DX	Q12	152	0	-5060	1152	0	0
	APP IMP DX	Q13	68	0	-2270	6083	0	0
	APP IMP DX	Q14	61	0	-2024	5586	0	0
	APP IMP DX	Q15	149	0	-4965	898	0	0
	APP IMP DX	Q16	129	0	-4294	820	0	0
	APP IMP DX	Q17	134	0	-4470	2686	0	0
Q2 avviamento e frenatura	APP IMP DX	Q21	2255	0	-237	0	0	0
	APP IMP DX	Q22	2255	0	-237	0	0	0
	APP IMP DX	Q23	1155	0	-122	0	0	0
	APP IMP DX	Q24	1100	0	-116	0	0	0
	APP IMP DX	Q25	1975	0	-208	0	0	0
	APP IMP DX	Q26	1975	0	-208	0	0	0
	APP IMP DX	Q27	2255	0	-237	0	0	0
Q3 centrifuga	APP IMP DX	Q31	0	0	0	0	0	0
	APP IMP DX	Q32	0	0	0	0	0	0
	APP IMP DX	Q33	0	0	0	0	0	0
	APP IMP DX	Q34	0	0	0	0	0	0
	APP IMP DX	Q35	0	0	0	0	0	0
	APP IMP DX	Q36	0	0	0	0	0	0
	APP IMP DX	Q37	0	0	0	0	0	0
Q4 serpeggio	APP IMP DX	Q41	0	-105	0	420	0	0
	APP IMP DX	Q42	0	-105	0	420	0	0
	APP IMP DX	Q43	0	-50	0	200	0	0
	APP IMP DX	Q44	0	-55	0	220	0	0
	APP IMP DX	Q45	0	-105	0	420	0	0
	APP IMP DX	Q46	0	-105	0	420	0	0
	APP IMP DX	Q47	0	-105	0	420	0	0
Q vento	APP IMP DX	Q51	0	-576	0	2476	0	0

Tabella 32 Scarichi dell'impalcato destro sulla pila

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<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>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>VI0105 003</td> <td>B</td> <td>66 di 137</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	VI0105 003	B	66 di 137
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	VI0105 003	B	66 di 137													
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione																		

10.3.3 Riempimento della pila

Il riempimento della pila è considerato sia come carico verticale permanente non strutturale (G_2) sia come massa sismica.

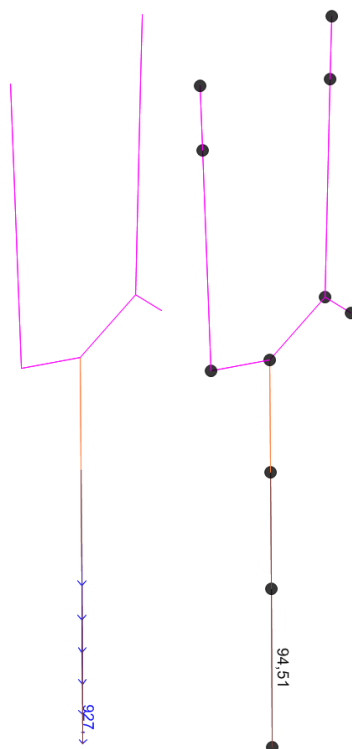


Figura 34 Assegnazione del peso del riempimento della pila come carico verticale (kN/m) e come massa sismica (ton/m)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 67 di 137

10.3.4 Masse sismiche e spettri di risposta

Le masse sismiche dell'impalcato, calcolate nel paragrafo 8.6.2, sono applicate nel modello nel modo seguente:

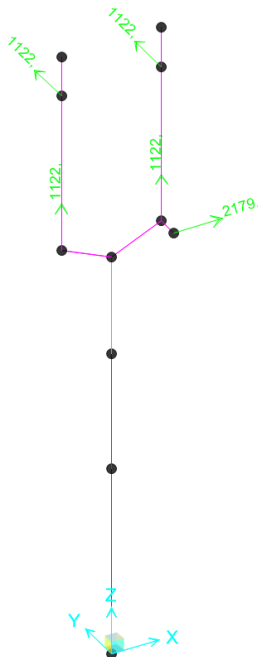


Figura -35 Assegnazione delle masse sismiche al modello di calcolo

10.3.5 Azione del vento sulla pila e sul pulvino

Si mostra l'applicazione del carico del vento sul fusto della pila, in direzione trasversale all'asse dell'impalcato.

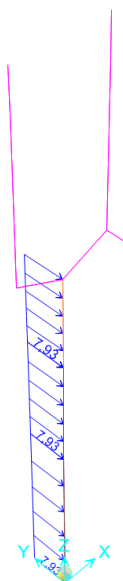
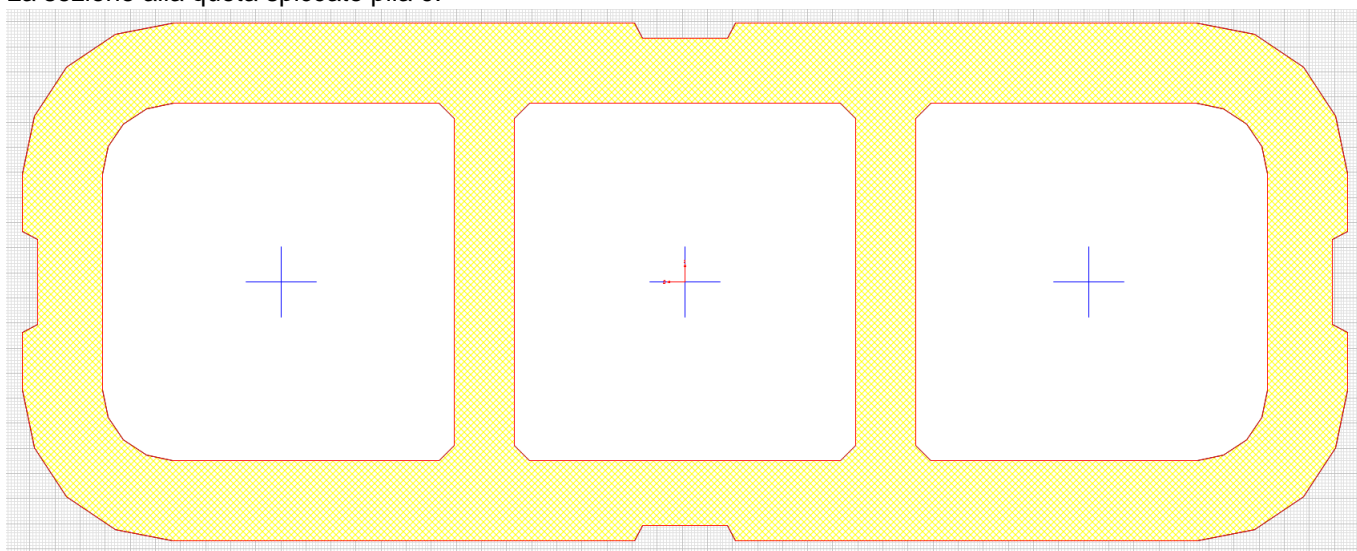


Figura 36 Azione del vento sulla pila

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 68 di 137

10.3.6 Proprietà delle sezioni

La sezione della pila è stata modellata su SAP2000 per mezzo della funzione *section designer* del programma. La sezione alla quota spiccato pila è:

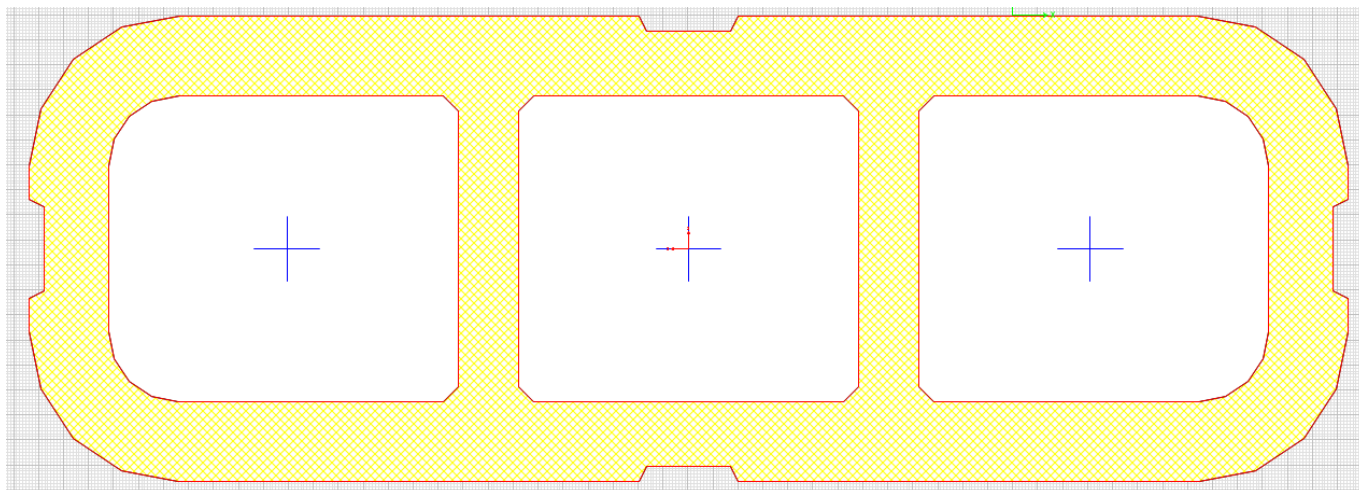


Property Data			
Section Name		sezione base pila P4-5-6	
Properties			
Cross-section (axial) area	28,9737	Section modulus about 3 axis	39,1741
Moment of Inertia about 3 axis	101,0813	Section modulus about 2 axis	70,2582
Moment of Inertia about 2 axis	463,7116	Plastic modulus about 3 axis	50,3537
Product of Inertia about 2-3	0,0163	Plastic modulus about 2 axis	101,2662
Shear area in 2 direction	13,7818	Radius of Gyration about 3 axis	1,8678
Shear area in 3 direction	19,9827	Radius of Gyration about 2 axis	4,0006
Torsional constant	281,4584	Shear Center Eccentricity (x3)	0,

Figura-37 Proprietà della sezione di base della pila

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 69 di 137

La sezione di sommità della pila è:

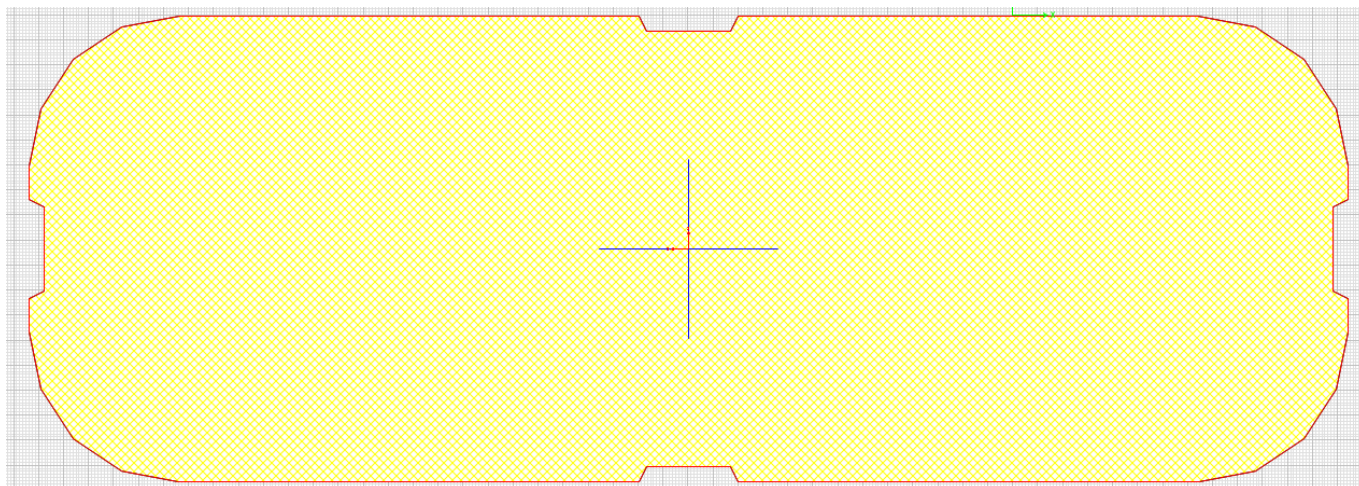


Property Data			
Section Name	sezione sommità pila P4-5-6		
Properties			
Cross-section (axial) area	27,5724	Section modulus about 3 axis	33,3291
Moment of Inertia about 3 axis	77,6683	Section modulus about 2 axis	65,2239
Moment of Inertia about 2 axis	430,485	Plastic modulus about 3 axis	43,2145
Product of Inertia about 2-3	0,0224	Plastic modulus about 2 axis	95,1035
Shear area in 2 direction	12,568	Radius of Gyration about 3 axis	1,6784
Shear area in 3 direction	19,6776	Radius of Gyration about 2 axis	3,9513
Torsional constant	226,2212	Shear Center Eccentricity (x3)	0,

Figura 38 Proprietà della sezione di sommità della pila

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 70 di 137

La sezione del pulvino è:



Property Data			
Section Name	pulvino pila P4-5-6		
Properties			
Cross-section (axial) area	58,8467	Section modulus about 3 axis	43,5315
Moment of Inertia about 3 axis	101,4375	Section modulus about 2 axis	121,0207
Moment of Inertia about 2 axis	798,7424	Plastic modulus about 3 axis	66,7992
Product of Inertia about 2-3	0,0225	Plastic modulus about 2 axis	187,9281
Shear area in 2 direction	49,8213	Radius of Gyration about 3 axis	1,3129
Shear area in 3 direction	49,3725	Radius of Gyration about 2 axis	3,6842
Torsional constant	327,5012	Shear Center Eccentricity (x3)	0,
OK			

Figura 39 Proprietà della sezione del pulvino

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER			RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 71 di 137

10.4 RISULTATI DEL MODELLO DI CALCOLO

10.4.1 Analisi modale

Si riportano i risultati dell'analisi modale:

TABLE: Modal Participating Mass Ratios															
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0,102218	0,8466	5,921E-09	0	0,8466	5,921E-09	0	1,43E-09	0,17637	0,00816	1,43E-09	0,17637	0,00816
MODAL	Mode	2	0,075911	6,393E-09	0,85084	0	0,8466	0,85084	0	0,16907	9,521E-10	5,129E-11	0,16907	0,17637	0,00816
MODAL	Mode	3	0,028222	0	0	0,90377	0,8466	0,85084	0,90377	0	0	0	0,16907	0,17637	0,00816
MODAL	Mode	4	0,016225	0,10165	6,482E-10	2,568E-20	0,94825	0,85084	0,90377	1,961E-09	0,53226	0,11706	0,16907	0,70864	0,12522
MODAL	Mode	5	0,014029	0,00244	2,576E-10	0	0,9507	0,85084	0,90377	1,16E-09	0,01858	0,86945	0,16907	0,72722	0,99467
MODAL	Mode	6	0,012711	4,84E-10	0,11019	7,864E-19	0,9507	0,96104	0,90377	0,64751	3,665E-09	3,591E-10	0,81657	0,72722	0,99467
MODAL	Mode	7	0,00911	0,02183	9,86E-11	0	0,97252	0,96104	0,90377	7,681E-10	0,0952	0,0014	0,81657	0,82242	0,99607
MODAL	Mode	8	0,00629	3,987E-12	0,01663	0	0,97252	0,97767	0,90377	0,05734	1,085E-12	9,225E-13	0,87392	0,82242	0,99607
MODAL	Mode	9	0,005366	0,01424	2E-12	6,769E-19	0,98677	0,97767	0,90377	4,882E-12	0,09381	0,00247	0,87392	0,91623	0,99854
MODAL	Mode	10	0,005189	0	1,857E-18	0,06788	0,98677	0,97767	0,97165	1,072E-17	2,496E-20	0	0,87392	0,91623	0,99854
MODAL	Mode	11	0,004017	1,947E-12	0,01172	6,647E-18	0,98677	0,98939	0,97165	0,07043	2,037E-11	1,535E-13	0,94435	0,91623	0,99854
MODAL	Mode	12	0,003887	0,00437	3,263E-12	3,303E-17	0,99114	0,98939	0,97165	2,286E-11	0,02654	0,00029	0,94435	0,94277	0,99882
MODAL	Mode	13	0,003137	0,00334	1,202E-15	1,053E-18	0,99448	0,98939	0,97165	1,982E-14	0,02141	0,00054	0,94435	0,96418	0,99936
MODAL	Mode	14	0,002802	5,15E-15	0,00446	1,308E-16	0,99448	0,99385	0,97165	0,02147	6,737E-14	1,536E-16	0,96582	0,96418	0,99936
MODAL	Mode	15	0,002615	0,00211	1,483E-14	1,084E-15	0,99659	0,99385	0,97165	1,612E-13	0,01368	0,00021	0,96582	0,97786	0,99958
MODAL	Mode	16	0,00259	0	4,323E-19	0,0118	0,99659	0,99385	0,98344	2,076E-18	0	0	0,96582	0,97786	0,99958
MODAL	Mode	17	0,002245	5,449E-14	0,00261	3,243E-16	0,99659	0,99646	0,98344	0,01533	8,509E-13	7,862E-15	0,98114	0,97786	0,99958
MODAL	Mode	18	0,002195	0,00161	8,178E-14	9,082E-17	0,9982	0,99646	0,98344	3,74E-13	0,01046	0,00021	0,98114	0,98832	0,99979
MODAL	Mode	19	0,001955	1,711E-18	6,213E-19	0,00676	0,9982	0,99646	0,9902	1,473E-17	1,004E-17	9,152E-20	0,98114	0,98832	0,99979
MODAL	Mode	20	0,001893	0,00089	4,886E-14	3,125E-20	0,99909	0,99646	0,9902	1,906E-13	0,0057	0,0001	0,98114	0,99401	0,99989
MODAL	Mode	21	0,001856	3,059E-14	0,00154	5,807E-18	0,99909	0,998	0,9902	0,00767	4,967E-13	3,922E-15	0,98881	0,99401	0,99989
MODAL	Mode	22	0,001699	0,00051	2,372E-14	1,297E-15	0,9996	0,998	0,9902	1,827E-13	0,00338	0,00006506	0,98881	0,9974	0,99995
MODAL	Mode	23	0,001645	1,32E-14	0,0007	2,181E-15	0,9996	0,99871	0,9902	0,00436	1,487E-15	1,339E-15	0,99317	0,9974	0,99995
MODAL	Mode	24	0,00156	0,00028	9,944E-15	7,5E-17	0,99987	0,99871	0,9902	3,669E-14	0,00176	0,00003164	0,99317	0,99916	0,99998
MODAL	Mode	25	0,001496	8,919E-15	0,00061	5,573E-18	0,99987	0,99932	0,9902	0,00298	2,174E-13	1,325E-15	0,99615	0,99916	0,99998
MODAL	Mode	26	0,001473	0,00009657	2,471E-14	1,509E-17	0,99997	0,99932	0,9902	1,589E-13	0,00067	0,0000132	0,99615	0,99983	1
MODAL	Mode	27	0,001455	3,114E-16	7,659E-17	0,00402	0,99997	0,99932	0,99422	4,556E-16	2,009E-15	3,934E-17	0,99615	0,99983	1
MODAL	Mode	28	0,001438	0,00002907	2,007E-15	6,439E-17	1	0,99932	0,99422	2,099E-14	0,00017	0,000002903	0,99615	1	1
MODAL	Mode	29	0,001366	7,534E-16	0,00039	4,215E-16	1	0,99971	0,99422	0,00229	4,253E-14	1,305E-16	0,99843	1	1
MODAL	Mode	30	0,001307	2,355E-09	5,967E-15	1,552E-17	1	0,99971	0,99422	1,221E-14	0,000001454	7,743E-08	0,99843	1	1

Tabella 33 Risultati dell'analisi modale

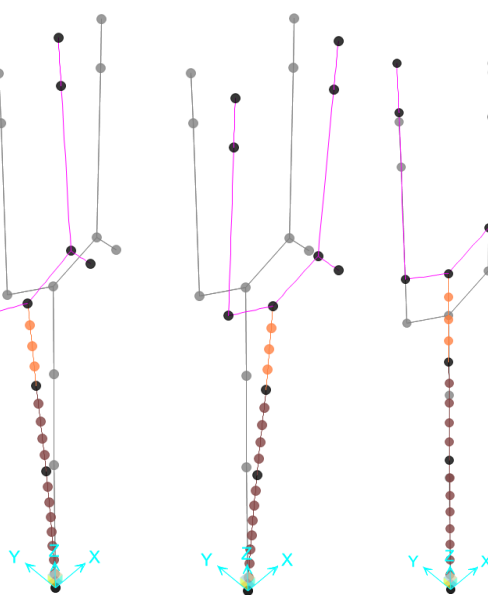


Figura 40 Deformata dei primi 3 modi

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 72 di 137

10.5 SOLLECITAZIONI SUGLI ELEMENTI

10.5.1 Definizione della zona critica

Al fine di assicurare un adeguato comportamento dissipativo alla struttura, si localizzano le dissipazioni di energia per isteresi in zone a tal fine individuate e progettate, dette 'dissipative' o 'critiche', effettuando il dimensionamento degli elementi non dissipativi nel rispetto del criterio di gerarchia delle resistenze; l'individuazione delle zone dissipative deve essere congruente con lo schema strutturale adottato. Poiché il comportamento sismico della struttura è largamente dipendente dal comportamento delle sue zone critiche, esse debbono formarsi ove previsto e mantenere, in presenza di azioni cicliche, la capacità di trasmettere le necessarie sollecitazioni e di dissipare energia. Nel caso delle pile tali zone si identificano come la zona compresa tra la sezione di incastro alla base e la sezione posta ad una distanza L_h dall'incastro, dove L_h assume il massimo tra i seguenti valori (rif §7.9.6.2):

- la profondità della sezione in direzione ortogonale all'asse di rotazione delle cerniere;
- la distanza tra la sezione di momento massimo e la sezione in cui il momento si riduce del 20%.

Nel caso in esame essendo la profondità massima della sezione 13.20m, si assume tale misura come altezza della zona critica. Di conseguenza tutta la pila risulta essere in zona critica.

10.5.2 Sollecitazioni flettenti in zona critica

Come indicato al paragrafo 7.2.2, si deve tenere conto dell'incremento delle sollecitazioni flettenti nelle zone dissipative per effetto delle non linearità geometriche.

Nel caso in esame:

q	1,50 [-]
T_c	0,597 s
T_1	0,102 s
$\mu_{d,max}$	3,50 [-]
$\mu_d (T_1 > T_c)$	1,50 [-]
$\mu_d (T_1 < T_c)$	3,93 [-]
μ_d	3,50 [-]

Tabella 34 Calcolo del coefficiente μ_d

Come specificato al §7.9.5.1.1 delle NTC2018, si assume come domanda flessionale quella derivante dall'analisi (accompagnata dalla domanda flessionale in direzione ortogonale assunta come ad essa contemporanea).

La capacità flessionale è calcolata sul relativo dominio di resistenza allo *SLU* in corrispondenza della sollecitazione assiale agente.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 73 di 137

10.5.3 Sollecitazioni di taglio in zona critica

Si considerano le seguenti grandezze:

$V_{Ey (q=1.5)}$ = taglio agente derivante dall'analisi con $q=1.5$ in direzione y

$V_{Ex (q=1.5)}$ = taglio agente derivante dall'analisi con $q=1.5$ in direzione x

$V_{y,MRd} = M_{Rd,x} \cdot \gamma_{Rd}/I_p$ = taglio in y ottenuto imponendo l'equilibrio con la capacità a flessione [7.9.10b]

$V_{x,MRd} = M_{Rd,y} \cdot \gamma_{Rd}/I_p$ = taglio in x ottenuto imponendo l'equilibrio con la capacità a flessione [7.9.10b]

$V_{Ey (q=1)}$ = taglio agente derivante dall'analisi con $q=1$ in direzione y

$V_{Ex (q=1)}$ = taglio agente derivante dall'analisi con $q=1$ in direzione x

Quindi, nel caso in esame, la domanda a taglio V_{prc} sarà calcolata come la minore tra:

- Taglio derivante dal modello della pila con comportamento non dissipativo, ovvero impiegando $q=1$.
- Taglio calcolato secondo la progettazione in capacità come indicato nel paragrafo §7.9.5.1.1 e riportato al precedente paragrafo 8.6.1.

$$V_{y,prc} = \min(V_{y,MRd}; V_{Ey (q=1)})$$

$$V_{x,prc} = \min(V_{x,MRd}; V_{Ex (q=1)})$$

Il coefficiente γ_{Bd} si calcola secondo l'equazione [7.9.11] delle NTC2018:

$$1.00 \leq \gamma_{Bd} = 2,25 \cdot q \cdot V_{Ey(q=1.5)} / V_{y,prc} \leq 1.25$$

$$1.00 \leq \gamma_{Bd} = 2,25 \cdot q \cdot V_{Ex(q=1.5)} / V_{x,prc} \leq 1.25$$

Quindi la domanda a taglio si calcola secondo l'equazione [7.9.10a]

$$V_{Edy} = \min(V_{y,prc}; V_{Ey (q=1)}) \cdot \gamma_{Bd} = V_{y,prc} \cdot \gamma_{Bd}$$

$$V_{Edx} = \min(V_{x,prc}; V_{Ex (q=1)}) \cdot \gamma_{Bd} = V_{x,prc} \cdot \gamma_{Bd}$$

La pila in esame risulta essere tozza, sulla base della definizione del paragrafo §7.9.2.1 delle NTC:

$$\alpha = \frac{L}{H}$$

Dove:

L è la distanza della sezione di cerniera plastica dalla sezione di momento nullo

H è la dimensione della sezione nel piano di inflessione della cerniera plastica.

Nel caso in esame:

$$L = 8.20\text{m}$$

$$H = 13.20\text{m}$$

$$\alpha = 0.62$$

Quindi il taglio deve essere verificato anche nei confronti dello scorrimento.

Nel §5.6.2 dell' EC8 (EN 1998-2:2005) si afferma che la verifica della resistenza a taglio deve essere eseguita in conformità al §6.2 dell' EC2 (EN 1992-1-1:2004).

In particolare, si riporta il §6.2.5 in cui si descrive la verifica a scorrimento.

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 74 di 137

6.2.5

Azione tagliante nell'interfaccia tra calcestruzzi gettati in tempi diversi

- (1) In aggiunta ai requisiti dei punti 6.2.1- 6.2.4 si raccomanda che la tensione tangenziale all'interfaccia tra calcestruzzi gettati in tempi diversi soddisfi la seguente espressione:

$$V_{Edi} \leq V_{Rdi} \quad (6.23)$$

V_{Edi} è il valore di progetto della tensione tangenziale all'interfaccia ed è data da:

$$V_{Edi} = \beta V_{Ed} / (z b_i) \quad (6.24)$$

dove:

β è il rapporto tra la forza longitudinale nell'ultimo getto di calcestruzzo e la forza longitudinale totale in zona compressa o tesa, entrambe calcolate nella sezione considerata;

V_{Ed} è la forza di taglio trasversale;

z è il braccio della coppia interna della sezione composita;

b_i è la larghezza dell'interfaccia (vedere figura 6.8);

V_{Rdi} è la resistenza di progetto a taglio all'interfaccia ed è data da:

$$V_{Rdi} = c f_{ctd} + \mu \sigma_n + \rho f_{yd} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0,5 v f_{cd} \quad (6.25)$$

dove:

c e μ sono fattori che dipendono dalla scabrezza dell'interfaccia [vedere punto (2)];

f_{ctd} come definito nel punto 3.1.6 (2)P;

σ_n tensione prodotta dalla forza esterna minima agente nell'interfaccia che può agire simultaneamente alla forza di taglio, positiva se di compressione, ma tale che $\sigma_n < 0,6 f_{cd}$ e negativa se di trazione. Se σ_n è di trazione si raccomanda di assumere $c f_{ctd}$ pari a 0;

$$\rho = A_s / A_i.$$

dove:

A_s è l'area di armatura che attraversa l'interfaccia, compresa l'ordinaria armatura a taglio (se presente), adeguatamente ancorata ad entrambi i lati dell'interfaccia;

A_i è l'area del giunto;

α è definito nella figura 6.9 e si raccomanda che sia limitato a $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$;

v è un coefficiente di riduzione della resistenza [vedere punto 6.2.2 (6)].

10.5.4 Sollecitazioni alla base della pila

Si riportano le sollecitazioni più significative nelle combinazioni SLU-STR, SLU-SISMA e SLE-RARA alla base del fusto della pila, ottenute dal modello con $q=1.5$.

Le seguenti sollecitazioni sono state ottenute massimizzando ciascuna delle singole componenti e considerando le altre componenti contemporanee ad essa, in modo da estrapolare i valori più gravosi per le verifiche.

Nelle tabelle seguenti, le sollecitazioni che vengono massimizzate (o minimizzate) sono in grassetto.

Le combinazioni così ottenute sono numerate:

SLU:

da 1 a 10: combinazioni SLU-STR

da 11 a 20: combinazioni SLV

SLE:

da 1 a 10: combinazioni RARA

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 75 di 137

SLU-STR	F1	F2	F3	M1	M2	M3	N°Comb
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	
MAX	-236	1825	30508	22773	2038	0	1
MIN	-3955	1248	54937	15809	35851	0	2
MAX	336	1825	30508	22774	-2904	0	3
MIN	336	0	43186	0	-2904	0	4
MAX	3573	1400	55638	19895	-31491	0	5
MIN	236	1825	30508	22773	-2038	0	6
MAX	336	0	43186	0	-2904	0	7
MIN	1376	-1240	49823	-33142	-12022	0	8
MAX	236	1825	30508	22773	-2038	0	9
MIN	3826	1248	50867	17275	-40750	0	10

Tabella 35 Sollecitazioni SLU-STR a quota spiccato pila

SISMA	F1	F2	F3	M1	M2	M3	N°Comb
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	
MAX	12474	3670	33582	39929	-102707	4894	11
MIN	-13444	3649	29054	40221	111303	-4894	12
MAX	3329	12272	34618	132494	-27207	1469	13
MIN	4098	-12230	27433	-133071	-34030	1469	14
MAX	3328	3711	42475	39330	-27209	1468	15
MIN	4049	3669	20258	39911	-33446	1468	16
MAX	3578	12230	33582	133051	-29397	1469	17
MIN	4193	-12210	28348	-135728	-34714	1469	18
MAX	-12474	3670	33582	39929	102707	4894	19
MIN	13427	3649	28492	40423	-111976	4894	20

Tabella 36 Sollecitazione SLV, q=1.5, a quota spiccato pila

RARA	F1	F2	F3	M1	M2	M3	N°Comb
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	
MAX	-236	1217	30508	15182	2038	0	1
MIN	-2732	835	38612	10579	24765	0	2
MAX	236	1217	30508	15182	-2038	0	3
MIN	236	0	30508	0	-2038	0	4
MAX	2468	940	39095	13406	-21757	0	5
MIN	236	1217	30508	15182	-2038	0	6
MAX	236	0	30508	0	-2038	0	7
MIN	949	-830	35085	-22541	-8293	0	8
MAX	236	1217	30508	15182	-2038	0	9
MIN	2643	835	35805	11590	-28143	0	10

Tabella 37 Sollecitazioni RARA a quota spiccato pila

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 76 di 137

Con i valori calcolati dell'azione assiale sismica è possibile confermare il valore del fattore di confidenza impiegato: si ottiene che $v_k < 0.3$ in ogni combinazione.

A_{cls}	28,97	m ²
f_{ck}	33,20	MPa
N_{Rd}	961927	kN

N°Comb	N_{Ed}	v_k
	kN	[-]
		N_{Ed}/N_{Rd}
11	33582	0,035
12	29054	0,030
13	34618	0,036
14	27433	0,029
15	42475	0,044
16	20258	0,021
17	33582	0,035
18	28348	0,029
19	33582	0,035
20	28492	0,030

Tabella 38 Calcolo del coefficiente v_k

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 77 di 137

11 VERIFICHE

Nelle verifiche sezionali si considera un sistema di riferimento diverso rispetto a quello di SAP2000.

Si considera come asse x quello trasversale all'asse dell'impalcato e come asse y quello parallelo all'asse dell'impalcato.

11.1 VERIFICHE SLU

La sezione di base viene armata tramite armatura verticale disposta lungo i perimetri esterni ed interni della sezione cava con barre $\phi 26$ ad interasse di circa 20 cm secondo lo schema riportato nella figura sottostante.

Il copriferro lordo utilizzato nel calcolo è pari a 8.3 cm. La verifica dell'armatura trasversale per il taglio viene eseguita a posteriori applicando il metodo della gerarchia delle resistenze.

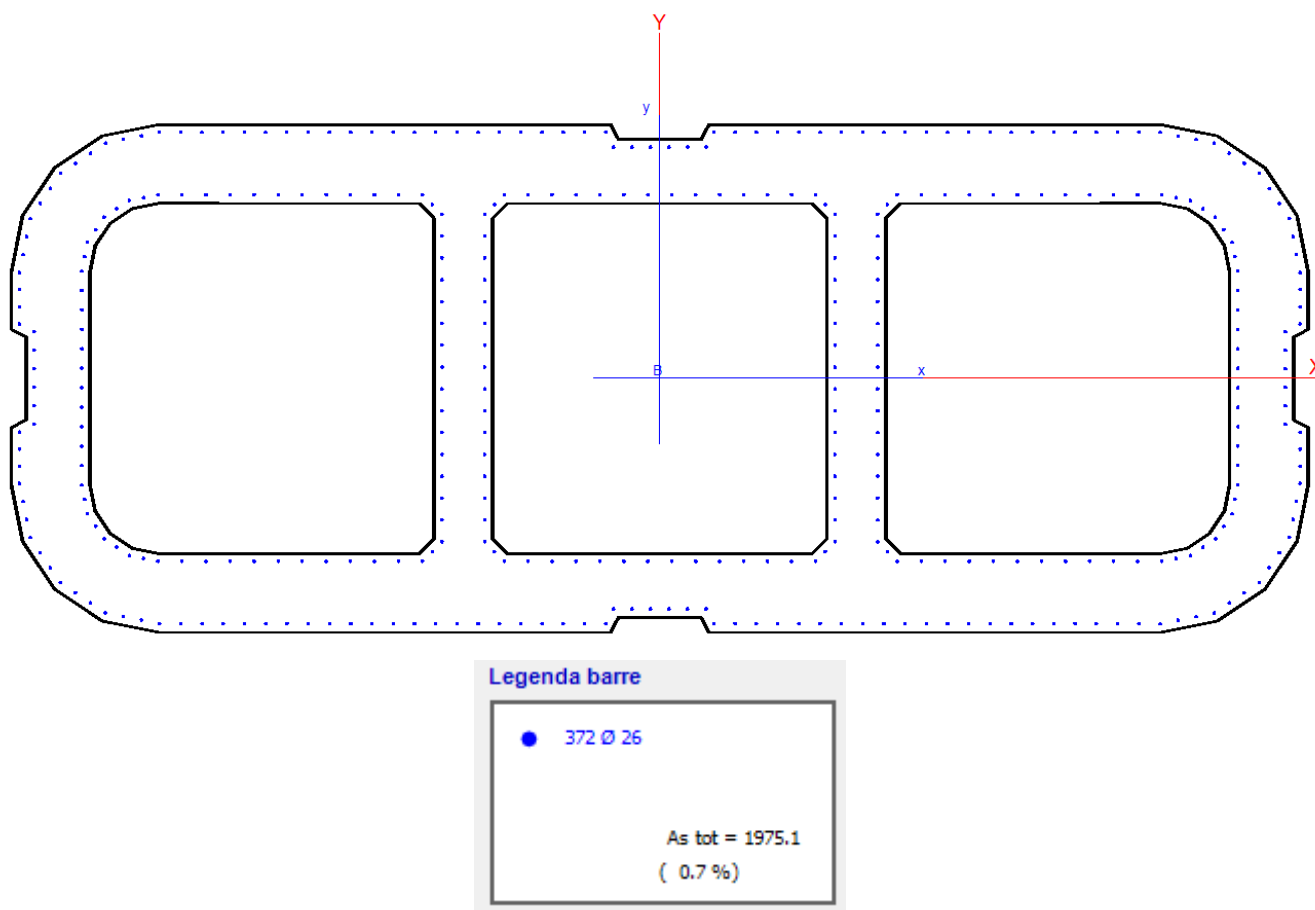


Figura 41 Disposizione dell'armatura verticale

Il coefficiente di sicurezza a pressoflessione viene determinato secondo due percorsi di sollecitazione:

- ad azione assiale costante
- a rapporto M/N costante

Il numero di barre indicato nella precedente figura è il minimo considerato per le verifiche strutturali; negli elaborati grafici la distribuzione delle barre è adattata alle esigenze di montaggio e quindi potrebbero aversi - a favore di sicurezza - alcune barre aggiuntive rispetto al suddetto minimo.

Si riportano le caratteristiche dei materiali:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.8	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33642.8	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.10	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.9	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	

Facendo riferimento al punto 2.5.2.2.6 del MdP RFI si vuole verificare il quantitativo minimo di armatura longitudinale, che dovrà risultare:

$$\rho_{\min} \geq 0.6\%$$

Nel caso in esame si ha: $\rho = 0.68\% > \rho_{\min}$

11.1.1 Verifica pressoflessione SLU-SLV, N=cost

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 Totale	Area totale barre longitudinali [cm ²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	30508.00	2038.00	22773.00	30508.15	58098.09	632462.73	27.78	1975.1(869.2)
2	S	54937.00	35851.00	15809.00	54937.08	303719.97	134869.02	8.48	1975.1(869.2)
3	S	30508.00	-2904.00	22774.00	30507.84	-80397.31	623698.81	27.39	1975.1(869.2)
4	S	43186.00	-2904.00	0.00	43185.93	-283626.00	199.79	97.58	1975.1(869.2)
5	S	55638.00	-31491.00	19895.00	55637.95	-301932.97	189831.46	9.57	1975.1(869.2)
6	S	30508.00	-2038.00	22773.00	30507.78	-58114.81	632450.42	27.78	1975.1(869.2)
7	S	43186.00	-2904.00	0.00	43185.93	-283626.00	199.79	97.58	1975.1(869.2)
8	S	49823.00	-12022.00	-33142.00	49822.87	-213694.34	-590601.06	17.82	1975.1(869.2)
9	S	30508.00	-2038.00	22773.00	30507.78	-58114.81	632450.42	27.78	1975.1(869.2)
10	S	50867.00	-40750.00	17275.00	50867.15	-295684.71	126853.89	7.27	1975.1(869.2)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER							
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione							
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO		
IF3A	02	E ZZ CL	VI0105 003	B	79 di 137		

11	S	33582.00	-102707.00	39929.00	33582.01	-260559.29	101100.36	2.54	1975.1(869.2)
12	S	29054.00	111303.00	40221.00	29054.11	251379.83	89891.40	2.26	1975.1(869.2)
13	S	34618.00	-27207.00	132494.00	34618.03	-124314.32	619021.67	4.67	1975.1(869.2)
14	S	27433.00	-34030.00	-133071.00	27432.91	-143985.95	-563052.48	4.23	1975.1(869.2)
15	S	42475.00	-27209.00	39330.00	42475.00	-257306.54	369977.75	9.42	1975.1(869.2)
16	S	20258.00	-33446.00	39911.00	20258.14	-220824.54	263834.16	6.61	1975.1(869.2)
17	S	33582.00	-29397.00	133051.00	33581.84	-133234.18	606291.49	4.56	1975.1(869.2)
18	S	28348.00	-34714.00	-135728.00	28348.00	-144699.56	-567407.58	4.18	1975.1(869.2)
19	S	33582.00	102707.00	39929.00	33581.78	260557.79	101263.40	2.54	1975.1(869.2)
20	S	28492.00	-111976.00	40423.00	28492.24	-250140.15	90625.81	2.23	1975.1(869.2)

11.1.2 Verifica pressoflessione SLU-SLV, M/N=cost

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 Totale	Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	30508.00	2038.00	22773.00	770222.66	51206.92	574962.31	25.25	1975.1(869.2)
2	S	54937.00	35851.00	15809.00	663213.00	432748.40	190971.42	12.07	1975.1(869.2)
3	S	30508.00	-2904.00	22774.00	768683.06	-73852.51	573729.39	25.20	1975.1(869.2)
4	S	43186.00	-2904.00	0.00	864578.38	-58137.72	-67.35	20.02	1975.1(869.2)
5	S	55638.00	-31491.00	19895.00	686129.85	-387450.42	246766.87	12.33	1975.1(869.2)
6	S	30508.00	-2038.00	22773.00	770219.22	-51056.49	574973.40	25.25	1975.1(869.2)
7	S	43186.00	-2904.00	0.00	864578.38	-58137.72	-67.35	20.02	1975.1(869.2)
8	S	49823.00	-12022.00	-33142.00	760592.42	-182907.15	-506166.94	15.27	1975.1(869.2)
9	S	30508.00	-2038.00	22773.00	770219.22	-51056.49	574973.40	25.25	1975.1(869.2)
10	S	50867.00	-40750.00	17275.00	621226.45	-497542.66	211275.41	12.21	1975.1(869.2)
11	S	33582.00	-102707.00	39929.00	163904.44	-501227.10	195028.45	4.88	1975.1(869.2)
12	S	29054.00	111303.00	40221.00	104851.97	401804.72	144799.36	3.61	1975.1(869.2)
13	S	34618.00	-27207.00	132494.00	344438.94	-269270.10	1318569.94	9.95	1975.1(869.2)
14	S	27433.00	-34030.00	-133071.00	236790.78	-294237.39	-1148487.48	8.63	1975.1(869.2)
15	S	42475.00	-27209.00	39330.00	633166.70	-407889.90	584700.18	14.91	1975.1(869.2)
16	S	20258.00	-33446.00	39911.00	342722.76	-565994.19	675078.46	16.92	1975.1(869.2)
17	S	33582.00	-29397.00	133051.00	322478.73	-288183.72	1276349.55	9.60	1975.1(869.2)
18	S	28348.00	-34714.00	-135728.00	241532.79	-295040.25	-1156628.01	8.52	1975.1(869.2)
19	S	33582.00	102707.00	39929.00	163928.96	501304.02	195054.53	4.88	1975.1(869.2)
20	S	28492.00	-111976.00	40423.00	99789.39	-392392.40	140991.21	3.50	1975.1(869.2)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 80 di 137

11.1.3 Verifica a taglio

La verifica viene effettuata distintamente per le due direzioni x e y.

Si considerano solo le combinazioni sismiche, dal momento che risultano essere quelle dimensionanti per l'armatura resistente a taglio.

Come anticipato nel paragrafo 10.5.3, le sollecitazioni derivanti dalla progettazione in capacità sono confrontate con i tagli derivanti dall'analisi della struttura nel caso di comportamento strutturale non dissipativo.

Per questo motivo si riportano i risultati relativi all'analisi della pila con $q=1$:

SISMA	F1	F2	F3	M1	M2	M3	N°Comb
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	
MAX	16456	4580	33582	49898	-135634	6413	11
MIN	-17427	4559	29054	50191	144250	-6413	12
MAX	4525	15302	34618	165706	-37083	1925	13
MIN	5293	-15260	27433	-166290	-43918	1925	14
MAX	4523	4620	42475	49292	-37077	1924	15
MIN	5244	4578	20258	49881	-43337	1924	16
MAX	4774	15260	33582	166265	-39277	1925	17
MIN	5388	-15240	28348	-168948	-44602	1925	18
MAX	-16456	4580	33582	49898	135634	6413	19
MIN	17409	4559	28492	50393	-144924	6413	20

Tabella 39 Sollecitazione SLV, $q=1$, a quota spiccato pila

Si riporta il calcolo della domanda a taglio, facendo riferimento al §7.9.5 delle NTC2018.

A_{cls}	28,97 m ²
f_{ck}	33,20 MPa
N_{Rd}	961927 kN
l_p	8,2 m
q	1,5 -

N°Comb	v_k	γ_{Rd}
	[-]	[-]
	N_{Ed}/N_{Rd}	[7.9.7] NTC18
11	0,035	1,00
12	0,030	1,00
13	0,036	1,00
14	0,029	1,00
15	0,044	1,00
16	0,021	1,00
17	0,035	1,00
18	0,029	1,00
19	0,035	1,00
20	0,030	1,00

Tabella 40 Calcolo del coefficiente γ_{Rd}

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 81 di 137

N°Comb	$V_{Ey} (q=1.5)$	$V_{Ex} (q=1.5)$	$V_{y,MRd}$	$V_{x,MRd}$
	kN	kN	kN	kN
			$M_{Rd,x} \cdot V_{Rd}/I_p$	$M_{Rd,yx} \cdot V_{Rd}/I_p$
11	12474	3670	61125	23784
12	13444	3649	49001	17658
13	3329	12272	32838	160801
14	4098	12230	35883	140059
15	3328	3711	49743	71305
16	4049	3669	69024	82327
17	3578	12230	35144	155652
18	4193	12210	35981	141052
19	12474	3670	61135	23787
20	13427	3649	47853	17194

N°Comb	$V_{Ey} (q=1)$	$V_{Ex} (q=1)$	$V_{y,prc}$	$V_{x,prc}$
	kN	kN	kN	kN
			$\min(V_{y,prc}; V_{Ey} (q=1))$	$\min(V_{x,prc}; V_{Ex} (q=1))$
11	16456	4580	16456	4580
12	17427	4559	17427	4559
13	4525	15302	4525	15302
14	5293	15260	5293	15260
15	4523	4620	4523	4620
16	5244	4578	5244	4578
17	4774	15260	4774	15260
18	5388	15240	5388	15240
19	16456	4580	16456	4580
20	17409	4559	17409	4559

N°Comb	$\gamma_{Bd}(V_y)$		$\gamma_{Bd}(V_x)$	
	$2,25 \cdot q \cdot V_{Ey}(q=1.5) / V_{y,prc}$	$[-]$	$2,25 \cdot q \cdot V_{Ex}(q=1.5) / V_{x,prc}$	$[-]$
	[7.9.11] NTC18		[7.9.11] NTC18	
11	1,11	1,11	1,05	1,05
12	1,09	1,09	1,05	1,05
13	1,15	1,15	1,05	1,05
14	1,09	1,09	1,05	1,05
15	1,15	1,15	1,05	1,05
16	1,09	1,09	1,05	1,05
17	1,13	1,13	1,05	1,05
18	1,08	1,08	1,05	1,05
19	1,11	1,11	1,05	1,05
20	1,09	1,09	1,05	1,05

N°Comb	V_{Edy}	V_{Edx}
	kN	kN
	$V_{y,prc} \cdot \gamma_{Bd}(V_y)$	$V_{x,prc} \cdot \gamma_{Bd}(V_x)$
11	18316	4799
12	19044	4783
13	5186	16021
14	5763	15990
15	5185	4829
16	5725	4797
17	5373	15990
18	5833	15975
19	18316	4799
20	19031	4783

Tabella 41 Calcolo della domanda di taglio

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 82 di 137

Per la verifica a taglio essendo la sezione cava, si fa riferimento alle zone evidenziate nelle figure sottostanti per la determinazione del taglio resistente:

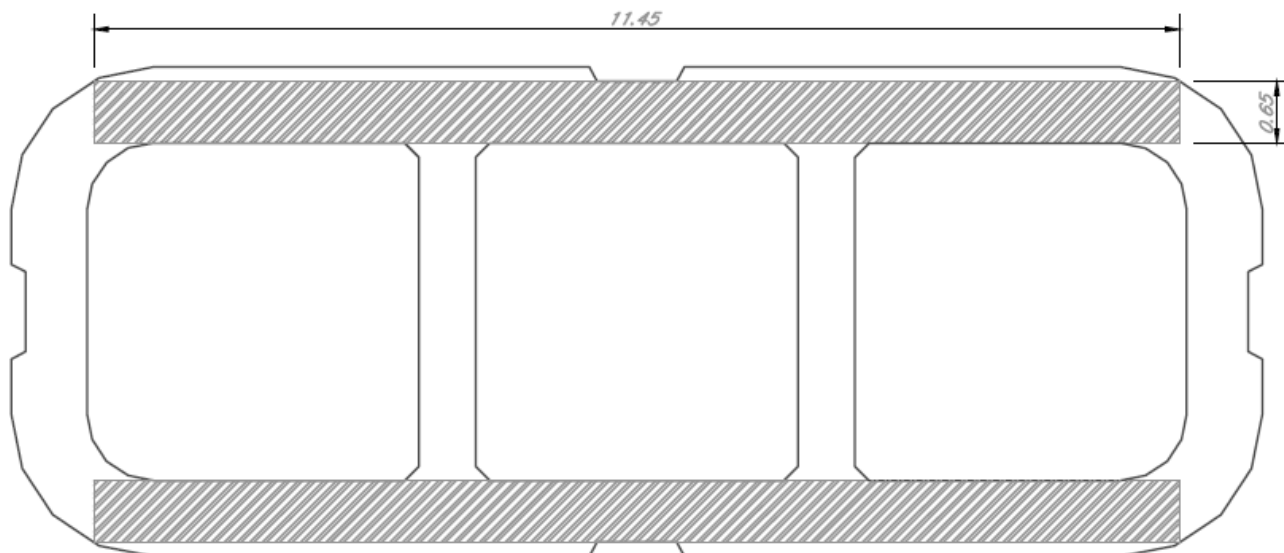


Figura 42 Area resistente a taglio, direzione x

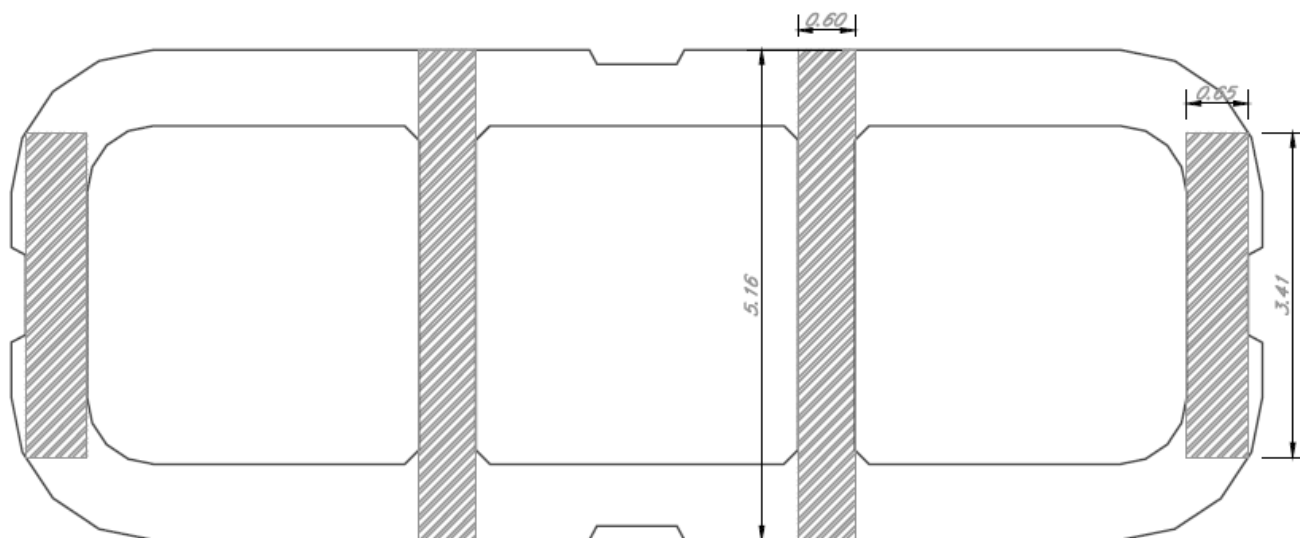


Figura 43 Area resistente a taglio, direzione y

Il taglio agente in direzione x viene ripartito equamente tra i due setti resistenti.

Il taglio in direzione y viene distribuito in base al rapporto tra l'area di ciascun setto e l'area totale dei quattro setti resistenti.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 83 di 137

Le proprietà dei materiali e i dati necessari al calcolo del taglio resistente sono:

calcestruzzo		
resistenza caratt. cilindrica a 28 gg.	33,2 MPa	f_{ck}
coeff. parziale di sicurezza	1,5	γ_c
coeff. effetti a lungo termine	0,85	α_{cc}
tensione di calcolo	18,8 MPa	f_{cd}
coeff. riduzione resistenza bielle	0,520	ν
tensione di calcolo bielle	9,8 MPa	νf_{cd}
acciaio		
tensione caratt. di snervamento	450 MPa	f_{yk}
coeff. parziale di sicurezza	1,15	γ_s
tensione di snervamento di calcolo	391,3 MPa	f_{yd}
angolo θ		
scelta (imposto/calcolato)	imposto	
θ_{imposto}	35°	
$\theta_{\text{calcolato}}$	26,1°	
θ_{inf}	21,8°	
θ_{sup}	45°	
COPRIFERRO netto ferri verticali		
netto	4 cm	
ϕ staffa	1 cm	
ϕ orizzontale	2 cm	
ϕ verticale	2,6 cm	
c	8,3 cm	

Tabella 42 Dati di input per il calcolo di V_{Rd}

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 84 di 137

SEZIONI DI VERIFICA AL TAGLIO					
TAGLIO IN DIREZIONE X (convenzione di RCSEC)		TAGLIO IN DIREZIONE Y (convenzione di RCSEC) LATERALE		TAGLIO IN DIREZIONE Y (convenzione di RCSEC) CENTRALE	
b	0,65 m	b	0,65 m	b	0,60 m
h	11,45 m	h	3,41 m	h	5,16 m
copriferro	8,3 cm	copriferro	8,3 cm	copriferro	8,3 cm
n	2 -	n	2 -	n	2 -
A	14,89 m ²	A	4,433 m ²	A	6,19 m ²
A _{x,tot}	14,89 m ²	A _{y,tot}	10,63 m ²	A _{y,tot}	10,63 m ²
A/A _{x,tot}	1,000 -	A/A _{y,tot}	0,417 -	A/A _{y,tot}	0,583 -
armatura a taglio		armatura a taglio		armatura a taglio	
n° braccia	2	n° braccia	2	n° braccia	2
diametro	20 mm	diametro	20 mm	diametro	20 mm
passo	20 cm	passo	20 cm	passo	20 cm
inclinazione	90 °	inclinazione	90 °	inclinazione	90 °
area	6,28 cm ²	area	6,28 cm ²	area	6,28 cm ²

Tabella 43 Proprietà delle sezioni resistenti a taglio

Nelle tabelle seguenti è riportato il calcolo del taglio resistente V_{Rd} in ciascuno dei setti di calcestruzzo, presi singolarmente.

Come resistenza si assume la minima tra la resistenza dell'armatura a taglio e quella della biella in calcestruzzo.

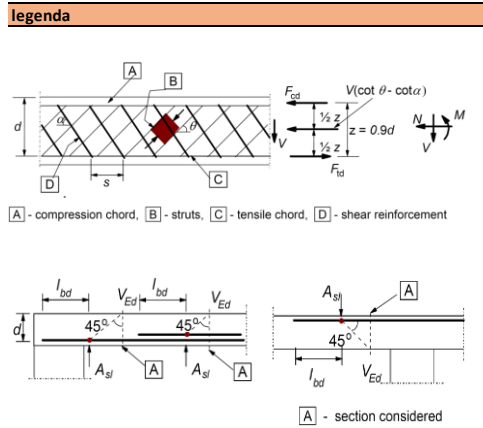
APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 85 di 137

TAGLIO IN DIREZIONE X (convenzione di RCSEC)

verifica a taglio di una sezione rettangolare
 secondo EN 1992-1-1:2004:E

geometria		
sezione trasversale		
base	B	65 cm
altezza	H	1145 cm
copriferro (asse armatura long.)	c	8,3 cm
altezza utile	d	1136,7 cm
braccio coppia interna	z	1023,0 cm
armatura a taglio		
numero braccia	n	2
diametro	ϕ	20 mm
passo	s	20 cm
inclinazione	α	90 °
area	A_{sw}	6,28 cm ²
armatura longitudinale tesa		
numero barre	n_1	0
diametro	ϕ_1	0 mm
numero barre	n_2	0
diametro	ϕ_2	0 mm
area totale	A_{sl}	0 cm ²

materiali		
calcestruzzo		
resistenza caratt. cilindrica a 28 gg.	f_{ck}	33,2 MPa
coeff. parziale di sicurezza	γ_c	1,5
coeff. effetti a lungo termine	α_{cc}	0,85
tensione di calcolo	f_{cd}	18,81 MPa
coeff. riduzione resistenza bielle	ν	0,52
tensione di calcolo bielle	νf_{cd}	9,79 MPa
acciaio		
tensione caratt. di snervamento	f_{yk}	450 MPa
coeff. parziale di sicurezza	γ_s	1,15
tensione di snervamento di calcolo	f_{yd}	391,30 MPa



servizio	
α	1,571 rad
θ	0,611 rad
C_{Rdc}	0,12
k	1,13
ρ_l	0,0000
k_1	0,15
V_{min}	0,243
σ_{cp}	0,00 MPa
V_{Rdc}	0,0 kN
V_{Rdmin}	1796,1 kN
α_{cw}	1,0

sollecitazioni e verifiche		
taglio	V_{Ed}	kN
azione assiale	N_{Ed}	kN
resistenza elemento non armato	V_{Rdc}	1796,1 kN
resistenza armatura a taglio	V_{Rds}	17960,8 kN
resistenza bielle calcestruzzo	V_{Rdmax}	30584,0 kN
inclinazione bielle calcestruzzo	θ	35,0 °
sezione		duatile
traslazione armatura long.	a_l	1136,7 cm

angolo θ	
scelta	imposto
$\theta_{imposto}$	35 °
$\theta_{calcolato}$	26,08 °
θ_{inf}	21,8 °
θ_{sup}	45 °

Tabella 44 Calcolo del taglio resistente in direzione X

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 86 di 137

TAGLIO IN DIREZIONE Y (convenzione di RCSEC) LATERALE

verifica a taglio di una sezione rettangolare
 secondo EN 1992-1-1:2004:E

geometria
sezione trasversale

base	B	65 cm
altezza	H	341 cm
copriferio (asse armatura long.)	c	8,3 cm
altezza utile	d	332,7 cm
braccio coppia interna	z	299,4 cm

armatura a taglio

numero braccia	n	2
diametro	ϕ	20 mm
passo	s	20 cm
inclinazione	α	90 °
area	A_{sw}	6,28 cm ²

armatura longitudinale tesa

numero barre	n_1	0
diametro	ϕ_1	0 mm
numero barre	n_2	0
diametro	ϕ_2	0 mm
area totale	A_{sl}	0 cm ²

materiali

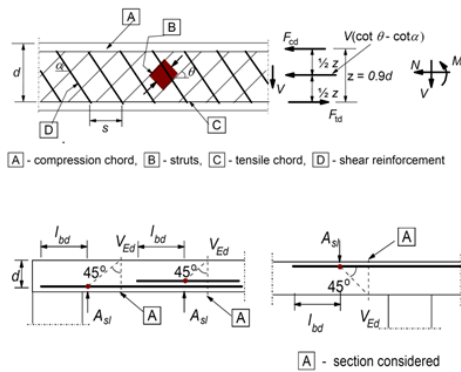
calcestruzzo

resistenza caratt. cilindrica a 28 gg.	f_{ck}	33,2 MPa
coeff. parziale di sicurezza	γ_c	1,5
coeff. effetti a lungo termine	α_{cc}	0,85
tensione di calcolo	f_{cd}	18,81 MPa
coeff. riduzione resistenza bielle	ν	0,52
tensione di calcolo bielle	νf_{cd}	9,79 MPa

acciaio

tensione caratt. di snervamento	f_{yk}	450 MPa
coeff. parziale di sicurezza	γ_s	1,15
tensione di snervamento di calcolo	f_{yd}	391,30 MPa

legenda



servizio

α	1,571 rad
θ	0,611 rad
C_{Rdc}	0,12
k	1,25
ρ_l	0,0000
k_1	0,15
V_{min}	0,280
σ_{cp}	0,00 MPa
V_{Rdc}	0,0 kN
V_{Rdmin}	606,0 kN
α_{cw}	1,0

sollecitazioni e verifiche

taglio	V_{Ed}	kN
azione assiale	N_{Ed}	kN
resistenza elemento non armato	V_{Rdc}	606,0 kN
resistenza armatura a taglio	V_{Rds}	5256,9 kN
resistenza bielle calcestruzzo	V_{Rdmax}	8951,6 kN
inclinazione bielle calcestruzzo	θ	35,0 °
sezione		duatile
traslazione armatura long.	a_l	332,7 cm

angolo θ

scelta	imposto
$\theta_{imposto}$	35 °
$\theta_{calcolata}$	26,08 °
θ_{inf}	21,8 °
θ_{sup}	45 °

Tabella 45 Calcolo del taglio resistente in direzione Y, setto laterale

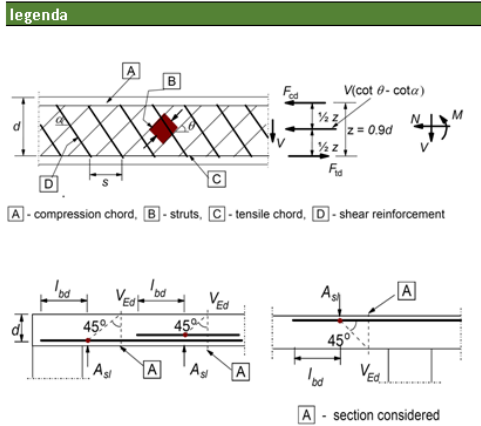
APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 87 di 137

TAGLIO IN DIREZIONE Y (convenzione di RCSEC) CENTRALE

verifica a taglio di una sezione rettangolare
 secondo EN 1992-1-1:2004:E

geometria		
sezione trasversale		
base	B	60 cm
altezza	H	516 cm
copriferito (asse armatura long.)	c	8,3 cm
altezza utile	d	507,7 cm
braccio coppia interna	z	456,9 cm
armatura a taglio		
numero braccia	n	2
diámetro	ϕ	20 mm
passo	s	20 cm
inclinazione	α	90 °
area	A_{sw}	6,28 cm ²
armatura longitudinale tesa		
numero barre	n_1	0
diámetro	ϕ_1	0 mm
numero barre	n_2	0
diámetro	ϕ_2	0 mm
area totale	A_{sl}	0 cm ²

materiali		
calcestruzzo		
resistenza caratt. cilindrica a 28 gg.	f_{ck}	33,2 MPa
coeff. parziale di sicurezza	γ_c	1,5
coeff. effetti a lungo termine	α_{cc}	0,85
tensione di calcolo	f_{cd}	18,81 MPa
coeff. riduzione resistenza bielle	ν	0,52
tensione di calcolo bielle	νf_{cd}	9,79 MPa
acciaio		
tensione caratt. di snervamento	f_{yk}	450 MPa
coeff. parziale di sicurezza	γ_s	1,15
tensione di snervamento di calcolo	f_{yd}	391,30 MPa



servizio	
α	1,571 rad
θ	0,611 rad
C_{Rdc}	0,12
k	1,20
ρ_l	0,0000
k_1	0,15
ν_{min}	0,265
σ_{cp}	0,00 MPa
V_{Rdc}	0,0 kN
V_{Rdmin}	806,0 kN
α_{cw}	1,0

sollecitazioni e verifiche		
taglio	V_{Ed}	kN
azione assiale	N_{Ed}	kN
resistenza elemento non armato	V_{Rdc}	806,0 kN
resistenza armatura a taglio	V_{Rds}	8022,1 kN
resistenza bielle calcestruzzo	V_{Rdmax}	12609,4 kN
inclinazione bielle calcestruzzo	θ	35,0 °
sezione		duatile
traslazione armatura long.	a_l	507,7 cm

angolo θ	
scelta	imposto
$\theta_{imposto}$	35 °
$\theta_{calcolata}$	27,23 °
θ_{inf}	21,8 °
θ_{sup}	45 °

Tabella 46 Calcolo del taglio resistente in direzione Y, setto centrale

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 88 di 137

N°Comb	TAGLIO IN DIREZIONE X (convenzione di RCSEC)			TAGLIO IN DIREZIONE Y (convenzione di RCSEC) LATERALE			TAGLIO IN DIREZIONE Y (convenzione di RCSEC) CENTRALE		
	$C_{rip} = 0,500$			$C_{rip} = 0,209$			$C_{rip} = 0,291$		
	$V_{Ed,x,rip} = V_{Ed,x} \cdot C_{rip}$			$V_{Ed,y,rip,lat} = V_{Ed,y} \cdot C_{rip}$			$V_{Ed,y,rip,cen} = V_{Ed,y} \cdot C_{rip}$		
	$V_{Ed,x,rip}$	$V_{Rd,x}$	FS	$V_{Ed,y,rip,lat}$	$V_{Rd,y}$	FS	$V_{Ed,y,rip,cen}$	$V_{Rd,y}$	FS
kN	kN	-	kN	kN	-	kN	kN	-	
11	2399	17961	7,486	3821	5257	1,376	5337	8022	1,503
12	2391	17961	7,510	3973	5257	1,323	5549	8022	1,446
13	8011	17961	2,242	1082	5257	4,859	1511	8022	5,309
14	7995	17961	2,247	1202	5257	4,373	1679	8022	4,778
15	2414	17961	7,439	1082	5257	4,860	1511	8022	5,310
16	2399	17961	7,488	1194	5257	4,402	1668	8022	4,809
17	7995	17961	2,247	1121	5257	4,690	1566	8022	5,124
18	7987	17961	2,249	1217	5257	4,320	1700	8022	4,719
19	2399	17961	7,486	3821	5257	1,376	5337	8022	1,503
20	2391	17961	7,510	3970	5257	1,324	5545	8022	1,447

Tabella 47 Riepilogo degli FS delle verifiche a taglio

Si nota come tutti i fattori di sicurezza (FS) definiti come V_{Rd}/V_{Ed} sono maggiori di 1, quindi tutte le sezioni nelle combinazioni sismiche risultano essere verificate.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI						
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER			RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA						
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 89 di 137	

Si riporta la verifica a scorrimento, come descritta nel §6.2.5 dell' EC2 (EN 1992-1-1:2004).

f_{ck}	33,2	MPa
f_{ctm}	3,10	MPa
$f_{ctk,5\%}$	2,17	MPa
f_{ctd}	1,45	MPa
f_{cd}	18,81	MPa
β	1	-
c	0,35	-
μ	0,6	-
A	28973700	mm ²
A_s	197506	mm ²
ρ	0,68%	-
f_{yd}	391,3	MPa
v	0,52	-

X	V_{ED}	β	z	b	c	f_{ctd}	μ	N_{ED}	A	σ_n	A_s	ρ	f_{yd}	v	f_{cd}	V_{ED}	V_{RD}		
	kN	[-]	m	m	[-]	MPa	[-]	kN	mm ²	MPa	mm ²	[-]	MPa	[-]	MPa	MPa	MPa	FS	N°Comb
	2399	1	10,23	0,65	0,35	1,446	0,6	33582	28973700	1,16	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	0,36	2,80	7,766	11
	2391	1	10,23	0,65	0,35	1,446	0,6	29054	28973700	1,00	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	0,36	2,71	7,531	12
	8011	1	10,23	0,65	0,35	1,446	0,6	34618	28973700	1,19	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	1,20	2,82	2,344	13
	7995	1	10,23	0,65	0,35	1,446	0,6	27433	28973700	0,95	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	1,20	2,67	2,225	14
	2414	1	10,23	0,65	0,35	1,446	0,6	42475	28973700	1,47	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	0,36	2,99	8,224	15
	2399	1	10,23	0,65	0,35	1,446	0,6	20258	28973700	0,70	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	0,36	2,53	7,003	16
	7995	1	10,23	0,65	0,35	1,446	0,6	33582	28973700	1,16	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	1,20	2,80	2,331	17
	7987	1	10,23	0,65	0,35	1,446	0,6	28348	28973700	0,98	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	1,20	2,69	2,243	18
	2399	1	10,23	0,65	0,35	1,446	0,6	33582	28973700	1,16	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	0,36	2,80	7,766	19
	2391	1	10,23	0,65	0,35	1,446	0,6	28492	28973700	0,98	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	0,36	2,70	7,498	20

Y LATERALE	V_{ED}	β	z	b	c	f_{ctd}	μ	N_{ED}	A	σ_n	A_s	ρ	f_{yd}	v	f_{cd}	V_{ED}	V_{RD}		
	kN	[-]	m	m	[-]	MPa	[-]	kN	mm ²	MPa	mm ²	[-]	MPa	[-]	MPa	MPa	MPa	FS	N°Comb
	3821	1	2,99	0,65	0,35	1,446	0,6	33582	28973700	1,16	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	1,96	2,80	1,427	11
	3973	1	2,99	0,65	0,35	1,446	0,6	29054	28973700	1,00	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	2,04	2,71	1,327	12
	1082	1	2,99	0,65	0,35	1,446	0,6	34618	28973700	1,19	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	0,56	2,82	5,079	13
	1202	1	2,99	0,65	0,35	1,446	0,6	27433	28973700	0,95	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	0,62	2,67	4,330	14
	1082	1	2,99	0,65	0,35	1,446	0,6	42475	28973700	1,47	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	0,56	2,99	5,374	15
	1194	1	2,99	0,65	0,35	1,446	0,6	20258	28973700	0,70	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	0,61	2,53	4,117	16
	1121	1	2,99	0,65	0,35	1,446	0,6	33582	28973700	1,16	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	0,58	2,80	4,866	17
	1217	1	2,99	0,65	0,35	1,446	0,6	28348	28973700	0,98	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	0,63	2,69	4,308	18
	3821	1	2,99	0,65	0,35	1,446	0,6	33582	28973700	1,16	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	1,96	2,80	1,427	19
	3970	1	2,99	0,65	0,35	1,446	0,6	28492	28973700	0,98	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	2,04	2,70	1,322	20

Y CENTRALE	V_{ED}	β	z	b	c	f_{ctd}	μ	N_{ED}	A	σ_n	A_s	ρ	f_{yd}	v	f_{cd}	V_{ED}	V_{RD}		
	kN	[-]	m	m	[-]	MPa	[-]	kN	mm ²	MPa	mm ²	[-]	MPa	[-]	MPa	MPa	MPa	FS	N°Comb
	5337	1	4,57	0,60	0,35	1,446	0,6	33582	28973700	1,16	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	1,95	2,80	1,439	11
	5549	1	4,57	0,60	0,35	1,446	0,6	29054	28973700	1,00	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	2,02	2,71	1,338	12
	1511	1	4,57	0,60	0,35	1,446	0,6	34618	28973700	1,19	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	0,55	2,82	5,122	13
	1679	1	4,57	0,60	0,35	1,446	0,6	27433	28973700	0,95	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	0,61	2,67	4,367	14
	1511	1	4,57	0,60	0,35	1,446	0,6	42475	28973700	1,47	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	0,55	2,99	5,419	15
	1668	1	4,57	0,60	0,35	1,446	0,6	20258	28973700	0,70	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	0,61	2,53	4,152	16
	1566	1	4,57	0,60	0,35	1,446	0,6	33582	28973700	1,16	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	0,57	2,80	4,907	17
	1700	1	4,57	0,60	0,35	1,446	0,6	28348	28973700	0,98	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	0,62	2,69	4,345	18
	5337	1	4,57	0,60	0,35	1,446	0,6	33582	28973700	1,16	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	1,95	2,80	1,439	19
	5545	1	4,57	0,60	0,35	1,446	0,6	28492	28973700	0,98	197506	0,68%	391,30	0,52	18,81	2,02	2,70	1,333	20

Tabella 48 verifica a scorrimento a quota spiccato pila

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 90 di 137

11.2 VERIFICHE SLE

In combinazione SLE-RARA si vuole verificare che l'apertura delle fessure risulti

- $w_k \leq 0.2 \text{ mm}$

Dal punto di vista tensionale dovrà risultare inoltre:

- tensione limite nel calcestruzzo: $\sigma_{cls} = 0,55 f_{ck} = 18,2 \text{ MPa}$
- tensione limite nelle barre: $\sigma_{acciaio} = 0,75 f_{yk} = 337,5 \text{ Mpa}$

Dal punto di vista tensionale dovrà inoltre risultare, alla combinazione Quasi-Permanente:

- tensione limite nel calcestruzzo: $\sigma_{cls} = 0,40 f_{ck} = 13,2 \text{ Mpa}$

Tale condizione, essendo verificata in combinazione SLE-RARA, risulta implicitamente soddisfatta anche in SLE-QP.

Si riportano le verifiche effettuate con il software RC-SEC per le sollecitazioni riportate al 10.5.4.

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	1.18	648.6	165.4	11.0	-640.8	-162.1	----	----
2	S	1.89	510.0	258.0	8.2	-509.2	-249.7	----	----
3	S	1.18	648.6	-165.3	11.0	-640.8	162.2	----	----
4	S	1.00	510.0	-258.0	13.6	-509.4	249.7	----	----
5	S	1.86	510.0	-258.0	9.0	-509.4	249.7	----	----
6	S	1.18	648.6	-165.3	11.0	-640.8	162.2	----	----
7	S	1.00	510.0	-258.0	13.6	-509.4	249.7	----	----
8	S	1.53	-567.4	-246.6	10.1	564.2	238.7	----	----
9	S	1.18	648.6	-165.3	11.0	-640.8	162.2	----	----
10	S	1.89	510.0	-258.0	5.6	-509.4	249.7	----	----

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										
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]										
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]										
k3	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]										
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali										
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali										
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]										
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa										
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]										
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]										
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]										
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi										
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]										
	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: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 91 di 137

1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00

11.3 QUANTITATIVI MINIMI DELLE ARMATURE

Si riportano le verifiche dei quantitativi minimi di armatura richiesti nel MdP al §2.5.2.2.6 e richiamati al paragrafo 7.3.1 della presente relazione.

Per le armature verticali:

<i>armatura longitudinale delle pile</i>		
ϕ	26 mm	
i_{max}	262,5 mm	
n	241 -	
ρ_{min}	0,60% -	
A_s	127954 mm ²	
A_c	18826000 mm ²	
ρ	0,68% -	OK

Tabella 49 Verifica armatura minima verticale

Per l'armatura di confinamento costituita dalle staffe:

<i>armatura trasversale delle pile</i>		
$\Phi_{staffe,min}$	8 mm	
$i_{staffe,max}$	260 mm	
n° min	6 spilli al mq	
SE $q \leq 1.5$, per l'armatura di confinamento:		
$i_{staffe,vert}$	200 mm	OK
$i_{staffe,orizz}$	200 mm	OK
n°	25 spilli al mq	OK
Φ_{staffe}	12 mm	OK
A_{sw}	565 mm ²	
b	1000 mm	
s	200 mm	
f_{yd}	391 MPa	
f_{cd}	18,8 MPa	
$\omega_{wd,r}$	0,059 -	OK
a_g	0,273 g	
ζ	0,050 -	

Tabella 50 Verifica armatura minima staffe

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 92 di 137

12 ESCURSIONE LONGITUDINALE GIUNTI E VARCHI

Le escursioni longitudinali che i vincoli mobili devono consentire, sono state determinate in accordo con quanto indicato nel §2.5.2.1.5 del MdP RFI.

Per i ponti e viadotti costituiti da una serie di travi semplicemente appoggiate l'entità dell'escursione totale dei giunti e degli apparecchi d'appoggio viene valutato mediante la seguente relazione:

$$E_L = k_1 \cdot (E_1 + E_2 + E_3) = k_1 \cdot (2D_t + 4d_{Ed}k_2 + 2d_{eg})$$

dove:

E_1 = spostamento dovuto alla variazione termica uniforme;

E_2 = spostamento dovuto alla risposta della struttura all'azione sismica;

E_3 = spostamento dovuto all'azione sismica fra le fondazioni di strutture non collegate;

k_1 = 0,45 coefficiente che tiene conto della non contemporaneità dei valori massimi corrispondenti a ciascun evento singolo;

k_2 = 0,55 coefficiente legato alla probabilità di moto in controfase di due pile adiacenti;

d_{Ed} = è lo spostamento relativo totale tra le parti, pari allo spostamento d_E prodotto dall'azione sismica di progetto, calcolato come indicato nel §7.3.3.3 delle NTC2018;

d_{eg} = è lo spostamento relativo tra le parti dovuto agli spostamenti relativi del terreno, da valutare secondo il §3.2.3.3 delle NTC2018;

In ogni caso, dovrà risultare:

$$E_L \geq E_0 \text{ e } E_L \geq E_i \text{ con } i=1, 2, 3$$

dove:

E_0 = escursione valutata secondo i criteri validi nelle zone non sismiche;

E_i = il maggiore dei due termini indicati nella espressione precedente.

Nei casi in cui anche una sola delle due precedenti disuguaglianze non risultasse verificata, dovrà assumersi:

$$E_L = \max (E_0; E_i)$$

Per garantire un valore minimo di escursione, in funzione della sismicità del sito, il valore E_L dovrà essere assunto non minore di:

$$E_L \geq 3,3 \cdot L/1000 + 0,1 \text{ m} \quad \text{e} \quad E_L \geq 0,15 \text{ m} \quad \text{per } a_g(\text{SLV}) \geq 0,25 \text{ g}$$

$$E_L \geq 2,3 \cdot L/1000 + 0,073 \text{ m} \quad \text{e} \quad E_L \geq 0,10 \text{ m} \quad \text{per } a_g(\text{SLV}) < 0,25 \text{ g}$$

dove:

L = la lunghezza del ponte (m).

Il MdP prescrive che:

La corsa degli apparecchi d'appoggio mobili deve essere non inferiore a $E_{C,\min} = \pm(E_L/2 + E_L/8)$ con un minimo di $\pm(E_L/2 + 15 \text{ mm})$.

Il giunto fra le testate di due travi adiacenti dovrà consentire una escursione totale pari a: $E_{G,\min} = \pm(E_L/2 + 10 \text{ mm})$

Il varco da prevedere fra le testate degli impalcati adiacenti, a temperatura media ambiente, dovrà essere non inferiore a: $E_{V,\min} = E_L/2 + 20 \text{ mm}$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 93 di 137

Il ritegno sismico dovrà essere disposto ad una distanza, dal bordo della trave supportata dal vincolo mobile, pari a:
 $E_{R,min} = V - 10 \text{ mm}$

In accordo con quanto indicato nel §2.5.1.4.4.1 della specifica RFI per i ponti, la variazione termica per la quale si procede al calcolo della massima escursione è pari a:

$$\Delta T = 1,50 \cdot 15 \text{ °C} = \pm 22,5 \text{ °C}$$

Lo spostamento sismico longitudinale si ottiene dal modello di calcolo agli elementi finiti delle pile. Il valore dello spostamento elastico si ottiene a partire dal valore di calcolo allo SLV (per $q=1,5$), moltiplicando quest'ultimo per il fattore μ_d .

Lo spostamento relativo tra le pile e spalle d_{eg} dovuto agli spostamenti relativi del terreno si determina in base alle indicazioni riportate nel §3.2.3.3 delle NTC2018.

Il valore dello spostamento assoluto orizzontale del suolo in un punto si determina mediante la seguente espressione:

$$d_g = 0.025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C \cdot T_D$$

Lo spostamento massimo relativo tra due punti i e j, viene stimato:

$$d_{ij,max} = 1.25 \cdot \sqrt{d_{gi}^2 + d_{gj}^2}$$

Se i punti ricadono su sottosuolo dello stesso tipo lo spostamento relativo tra due punti a distanza x può essere stimato con le seguenti relazioni:

$$d_{ij}(x) = d_{ij,0} + (d_{ij,max} - d_{ij,0}) \cdot \left(1 - e^{-1.25 \left(\frac{x}{V_s}\right)^{0.7}}\right)$$

Nelle tabelle seguenti sono riportati i calcoli:

L	40	m
α_T	0,000012	1/°C
ΔT	22,5	°C
a_g (SLV)	0,273	g
S	1,302	[-]
q	1,500	[-]
T_c	0,597	s
T_D	2,693	s
T_1	0,102	s
k_1	0,450	[-]
k_2	0,550	[-]
$\mu_{d,max}$	3,50	[-]
$\mu_d (T_1 > T_c)$	1,50	[-]
$\mu_d (T_1 < T_c)$	3,93	[-]
μ_d	3,50	[-]

D_t	10,80	mm
E_1	21,60	mm
d_{Ed}	4,53	mm
E_2	9,97	mm
d_g	140,24	mm

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 94 di 137

$d_{ij,max}$	247,92	mm
$d_{ij,0}$	0	mm
V_s	220,00	m/s
x	40,00	m
$d_{ij}(x)$	78,21	mm
d_{eg}	78,21	mm
E_3	156,42	mm
$E_L = k_1 \cdot (E_1 + E_2 + E_3)$	84,60	mm

$E_{L,min} a_g(SLV) \geq 0,25g$	232	mm
	150	mm
$E_{L,min} a_g(SLV) < 0,25g$	165	mm
	100	mm
$E_{L,min}$	232	mm
V_0	20	mm

escursione totale apparecchi di appoggio		
E_L	232	mm

VALORI MINIMI:		
corsa apparecchi di appoggio mobili		
$E_{C,min}$	145	mm
escursione dei giunti fra testate di travi adiacenti		
$E_{G,min}$	126	mm
varco fra testate di impalcati adiacenti		
$E_{V,min}$	136	mm
distanza ritegno sismico dal bordo della trave		
$E_{R,min}$	130	mm

VALORI IMPIEGATI:		
corsa apparecchi di appoggio mobili:		
E_C	145	mm
escursione dei giunti fra testate di travi adiacenti		
E_G	130	mm
varco fra testate di impalcati adiacenti		
E_V	140	mm
distanza ritegno sismico dal bordo della trave minima		
E_R	130	mm

Tabella 51 Calcolo dell'escursione longitudinale dei giunti e ampiezza dei varchi

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 95 di 137

13 VERIFICHE STRUTTURALI DEL PLINTO DI FONDAZIONE PILA 4 E 5

Nel presente capitolo si riporta la verifica del plinto di fondazione nei confronti delle azioni assiali provenienti dai pali. Le verifiche saranno condotte sia allo SLU che allo SLE.

13.1 VERIFICHE SLU CON MECCANISMO TIRANTE-PUNTONE

Si esegue la verifica strutturale del plinto di fondazione impiegando un modello tirante puntone:

La procedura di dimensionamento e verifica è riportata nella norma CNR10037-86.

Vengono verificati due meccanismi: uno innescato dalle azioni dei pali posizionati lungo il lato lungo del plinto e uno innescato dai pali lungo il lato corto.

Come sollecitazione si considera la forza assiale dei pali nella combinazione sismica che genera la compressione maggiore e nella combinazione che genera la forza di trazione maggiore.

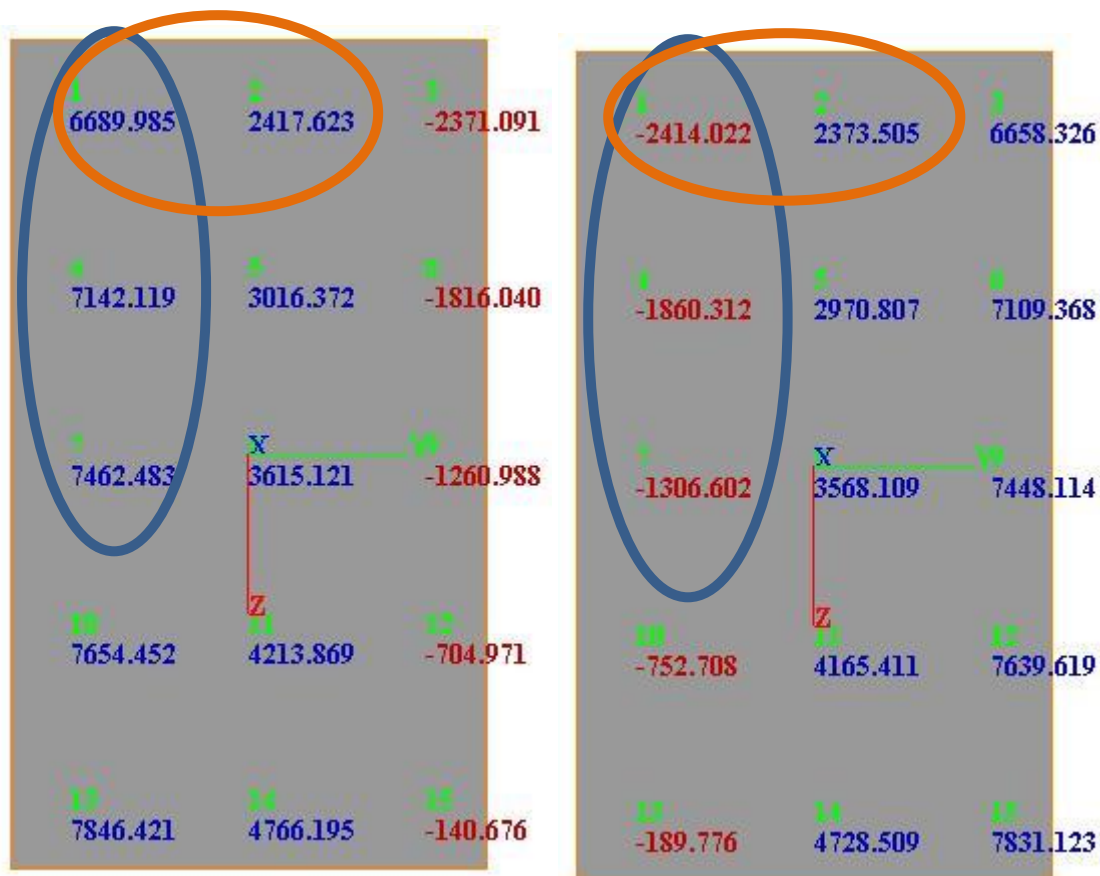


Tabella 52 Azione assiale SLV dei pali di fondazione

Nelle figure riportate sopra, i valori positivi sono di compressione, quelli negativi di trazione.

Le sollecitazioni fanno riferimento alle combinazioni di carico "sismica 12" (massima compressione) e "sismica 20" (massima trazione).

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 96 di 137

L'azione di calcolo è ottenuta considerando:

Per l'armatura parallela al lato corto:

- somma delle N dei tre pali più sollecitati (cerchiati in blu). L'azione del palo centrale e del palo d'angolo vengono considerate al 50% perché concorrono alla formazione dei meccanismi adiacenti. Tale somma viene distribuita su metà della lunghezza della sezione della pila.

Per l'armatura parallela al lato lungo:

- somma delle N dei due pali più sollecitati (cerchiati in arancione). Entrambe le azioni vengono considerate al 50%. Tale somma viene distribuita su metà della larghezza della sezione della pila.

In ciascuna delle due direzioni vengono dimensionate sia l'armatura inferiore della fondazione, sia l'armatura superiore.

La forza di taglio di calcolo H_{Ed} agente alla testa del palo si trascura in via conservativa, in quanto il suo effetto ridurrebbe la trazione nel tirante inferiore d'armatura, essendo tale azione di taglio indotta dalla reazione del terreno.

Ai fini delle successive verifiche, le azioni trasmesse dai pali al plinto sono ridotte della quota parte spettante ad ogni palo del peso del plinto P_{pl} [kN] presente all'estradosso del plinto:

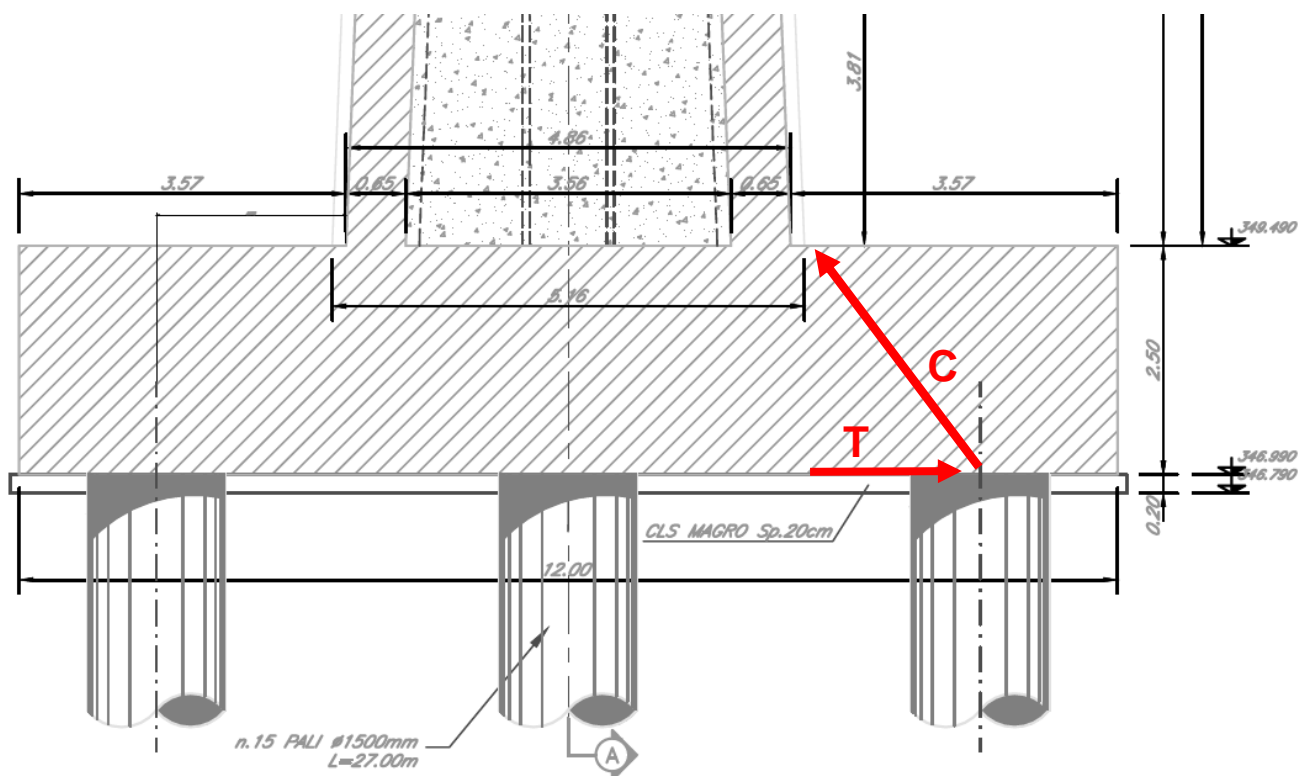


Figura 44 Meccanismo tirante puntone per il dimensionamento dell'armatura parallela al lato corto inferiore

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 97 di 137

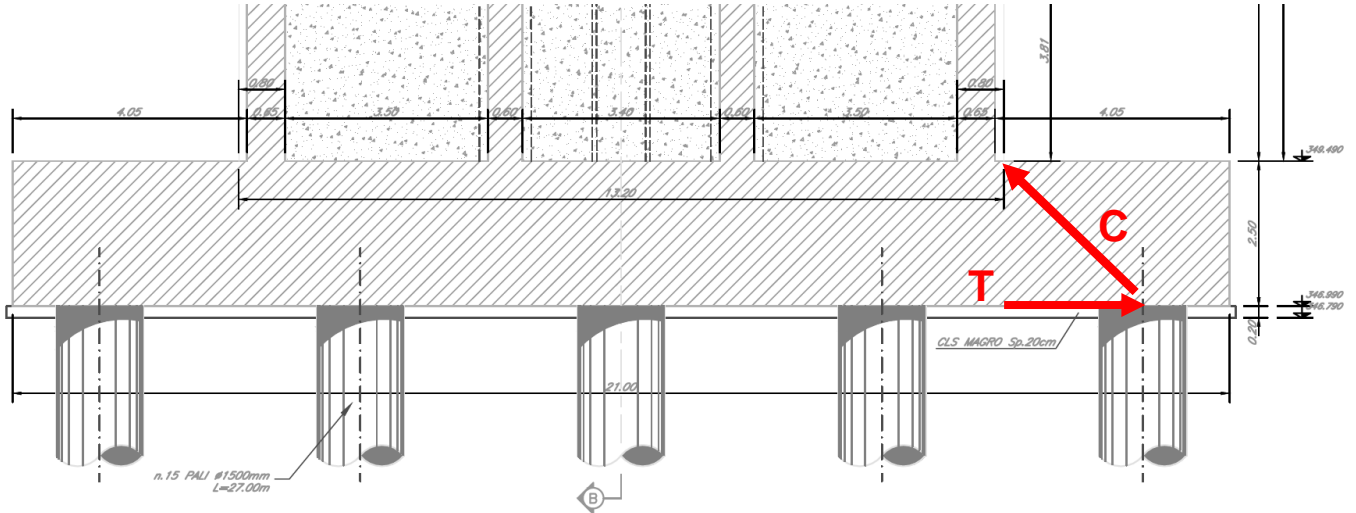


Figura 45 Meccanismo tirante puntone per il dimensionamento dell'armatura parallela al lato lungo inferiore

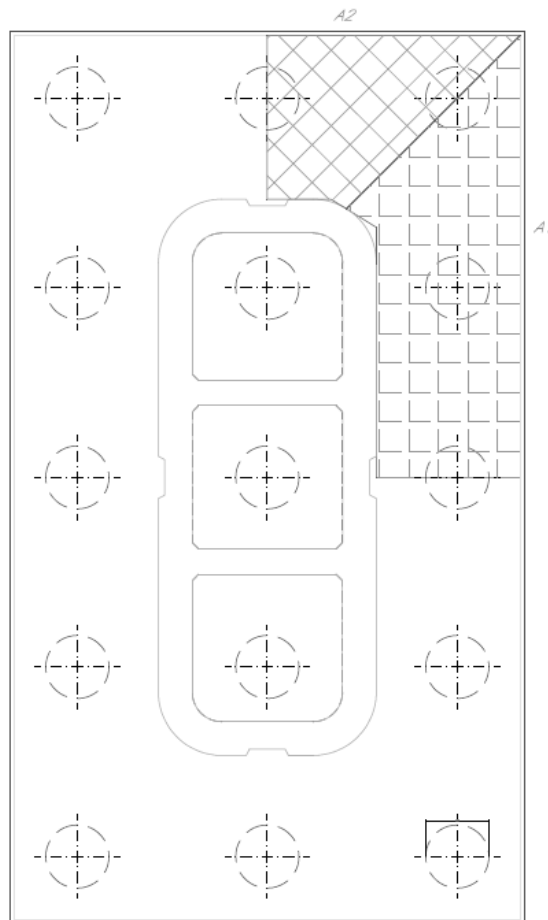


Figura 46 Aree di fondazione

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	
	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL VI0105 003 B 98 di 137

Φ_{palo}	1,5 m	di diametro del palo
S_{fond}	2,5 m	spessore fondazione
d	2,42 m	altezza utile fondazione
L_{pila}	13,2 m	lunghezza sezione di base della pila
B_{pila}	5,16 m	larghezza sezione di base della pila
d_{lungo}	1,92 m	distanza palo - lato lungo pila
d_{corto}	2,4 m	distanza palo - lato corto pila
A_1	30,47 m	area di fondazione sopra i pali nel lato lungo
A_2	15,86 m	area di fondazione sopra i pali nel lato corto
Peso A_1	1904 kN	peso fondazione sopra i pali nel lato lungo
Peso A_2	991 kN	peso fondazione sopra i pali nel lato lungo

forze per la verifica dell'ARMATURA PARALLELA AL LATO CORTO

forza totale compressione nei pali sul lato lungo

$V_{\text{compr}} \quad 13405 \text{ kN} \quad 7846,4/2+7654,5+7462,5/2-1904$

forza totale trazione nei pali sul lato lungo

$V_{\text{tens}} \quad -5625 \text{ kN} \quad -2414/2-1860,3-1306,6/2-1904$

forza compressione nei pali sul lato lungo distribuita

$V_{\text{compr}} \quad 2031 \text{ kN/m} \quad 13405/(13,2/2)$

forza trazione nei pali sul lato lungo distribuita

$V_{\text{tens}} \quad -852 \text{ kN/m} \quad -5625/(13,2/2)$

forze per la verifica dell'ARMATURA PARALLELA AL LATO LUNGO

forza totale compressione nei pali sul lato corto

$V_{\text{compr}} \quad 5315 \text{ kN} \quad 7846,4/2+4766,2/2-991$

forza totale trazione nei pali sul lato corto

$V_{\text{tens}} \quad -1012 \text{ kN} \quad -2414/2+2373,5/2-991$

forza compressione nei pali sul lato corto distribuita

$V_{\text{compr}} \quad 2060 \text{ kN/m} \quad 5315/(5,16/2)$

forza trazione nei pali sul lato corto distribuita

$V_{\text{tens}} \quad -392 \text{ kN/m} \quad -1012/(5,16/2)$

Nella fondazione si predispongono la seguente armatura:

Armatura inferiore parallela al lato corto: $\phi 26/10$ (1° strato) e $\phi 26/40$ (2° strato)

Armatura superiore parallela al lato corto: $\phi 26/20$

Armatura inferiore parallela al lato lungo: $\phi 26/10$ (1° strato) e $\phi 26/20$ (2° strato)

Armatura superiore parallela al lato lungo: $\phi 26/20$

Armatura intermedia (a taglio): 2 strati di $\phi 20/20$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 99 di 137

Armatura inferiore parallela al lato corto

PROGETTO E VERIFICA MENSOLE TOZZE (CNR 10037/86)

GEOMETRIA MENSOLA

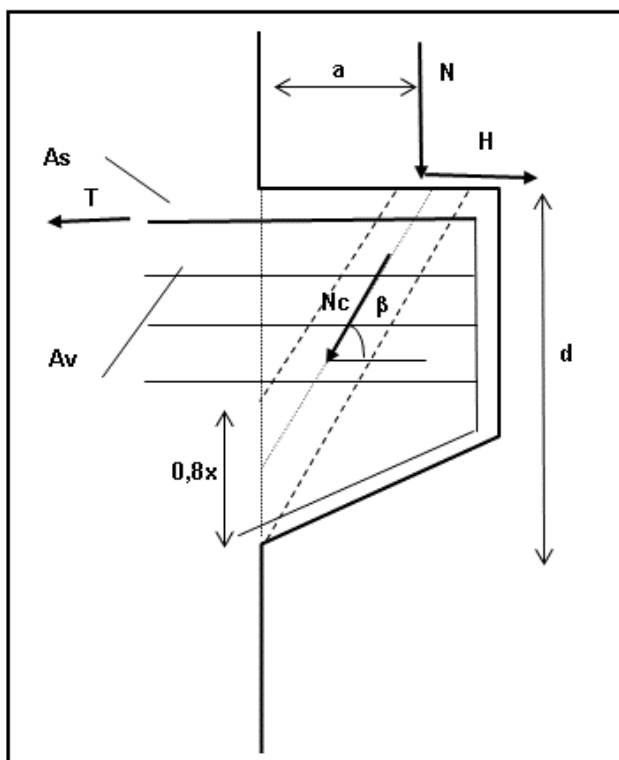
a (m)	b (m)	d (m)	λv (a/d)	$0,1 < \lambda v < 1$
1,92	1	2,42	0,793	Si

SOLLECITAZIONI SULLA MENSOLA

N (kN)	H (kN)
2031	0

CARATTERISTICHE MATERIALI

Calcestruzzo		Acciaio	
Rck (MPa)	fcd (MPa)	B450C	x/d
35	16,46	391,3	0,6577



MECCANISMO TRALICCIO PUNTO

Verifica puntone compresso

β_{min} (°)	v_{cd} (MPa)	K	β (°)	$\beta > \beta_{min}$
42,9	0,84	1,40	49,8	Si

Armatura tirante

T (kN)	A_{s1} (cm ²)	A_{s2} (cm ²)
1716	44	0,00

MECCANISMO TAGLIO RESISTENTE

Armatura a taglio

c (-)	A_v (cm ²)
1,2	43,25

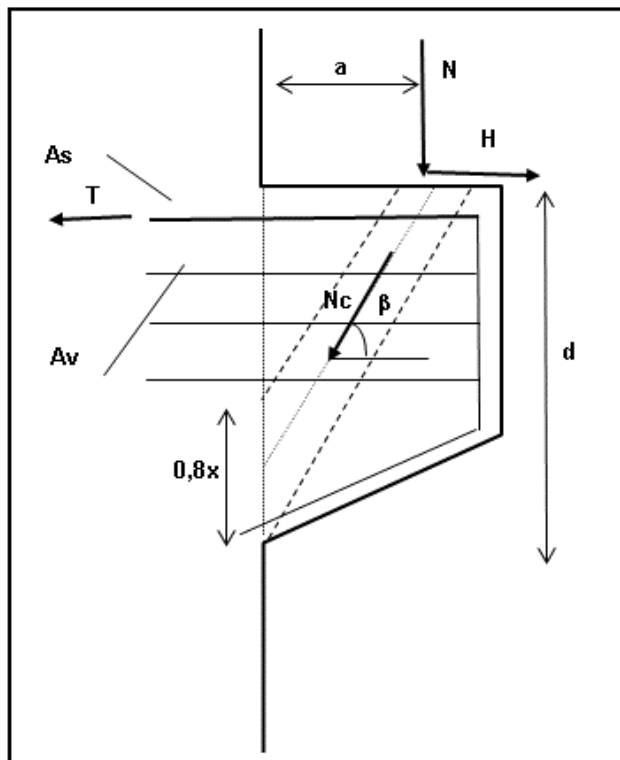
ARMATURA MENSOLA RICHIESTA

	A_s	A_s/b	n°	ϕ	A_s	FS
Armatura tirante	43,85 cm ²	43,85 cm ² / m	12,5	26	66,37 cm ² / m	1,51 OK
Armatura a taglio	21,92 cm ²	21,92 cm ² / m	10	20	31,42 cm ² / m	1,43 OK

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 100 di 137

Armatura superiore parallela al lato corto

PROGETTO E VERIFICA MENSOLE TOZZE (CNR 10037/86)						
GEOMETRIA MENSOLA						
a (m)	b (m)	d (m)	λv (a/d)	$0,1 < \lambda v < 1$		
1,92	1	2,42	0,793388	Si		
SOLLECITAZIONI SULLA MENSOLA						
N (kN)	H (kN)					
852	0					
CARATTERISTICHE MATERIALI						
Calcestruzzo			Acciaio			
Rck (MPa)	fcd (MPa)		B450C	x/d		
35	16,46		391,3	0,6577		
MECCANISMO TRALICCIO PUNTONE						
Verifica puntone compresso						
β_{min} (°)	v_{cd} (MPa)	K	β (°)	$\beta > \beta_{min}$		
42,9	0,35	1,37	50,8	Si		
Armatura tirante						
T (kN)	A_{s1} (cm²)	A_{s2} (cm²)				
694	18	0,00				
MECCANISMO TAGLIO RESISTENTE						
Armatura a taglio						
c (-)	A_v (cm²)					
1,2	18,15					
ARMATURA MENSOLA RICHIESTA						
	A_s	A_s/b	n°	ϕ	A_s	FS
Armatura tirante	17,74 cm ²	17,74 cm ² / m	5	ϕ	26 26,55 cm ² / m	1,50 OK
	A_v	A_v/b	n°	ϕ	A_v	FS
Armatura a taglio	9,07 cm ²	9,07 cm ² / m	10	ϕ	20 31,42 cm ² / m	3,46 OK



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 101 di 137

Armatura inferiore parallela al lato lungo

PROGETTO E VERIFICA MENSOLE TOZZE (CNR 10037/86)

GEOMETRIA MENSOLA

a (m)	b (m)	d (m)	λv (a/d)	$0,1 < \lambda v < 1$
2,40	1	2,42	0,991736	Sì

SOLLECITAZIONI SULLA MENSOLA

N (kN)	H (kN)
2060	0

CARATTERISTICHE MATERIALI

Calcestruzzo		Acciaio	
Rck (MPa)	fcd (MPa)	B450C	x/d
35	16,46	391,3	0,6577

MECCANISMO TRALICCIO PUNTO

Verifica puntone compresso

β_{min} (°)	v_{cd} (MPa)	K	β (°)	$\beta > \beta_{min}$
36,6	0,85	1,74	43,4	Sì

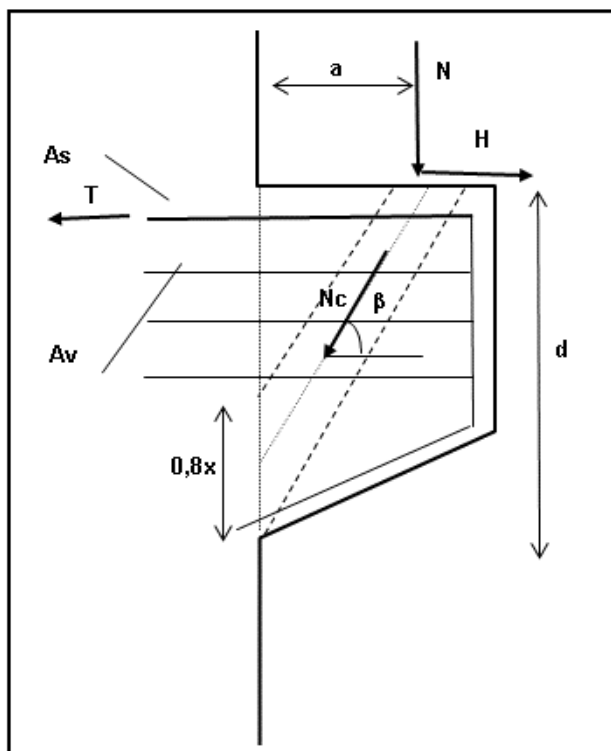
Armatura tirante

T (kN)	A_{s1} (cm ²)	A_{s2} (cm ²)
2176	56	0,00

MECCANISMO TAGLIO RESISTENTE

Armatura a taglio

c (-)	A_v (cm ²)
1,2	43,87



ARMATURA MENSOLA RICHIESTA

	A_s	A_s/b	n°	ϕ	A_s	FS
Armatura tirante	55,60 cm ²	55,60 cm ² / m	15	26	79,64 cm ² / m	1,43 OK
	A_v	A_v/b	n°	ϕ	A_v	FS
Armatura a taglio	27,80 cm ²	27,80 cm ² / m	10	20	31,42 cm ² / m	1,13 OK

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 102 di 137

Armatura superiore parallela al lato lungo

PROGETTO E VERIFICA MENSOLE TOZZE (CNR 10037/86)

GEOMETRIA MENSOLA

a (m)	b (m)	d (m)	$\lambda v (a/d)$	$0,1 < \lambda v < 1$
2,40	1	2,42	0,991736	Si

SOLLECITAZIONI SULLA MENSOLA

N (kN)	H (kN)
392	0

CARATTERISTICHE MATERIALI

Calcestruzzo		Acciaio	
Rck (MPa)	fcd (MPa)	B450C	x/d
35	16,46	391,3	0,6577

MECCANISMO TRALICCIO PUNTO

Verifica puntone compresso

$\beta_{min} (^\circ)$	$v_{cd} (MPa)$	K	$\beta (^\circ)$	$\beta > \beta_{min}$
36,6	0,16	1,70	44,9	Si

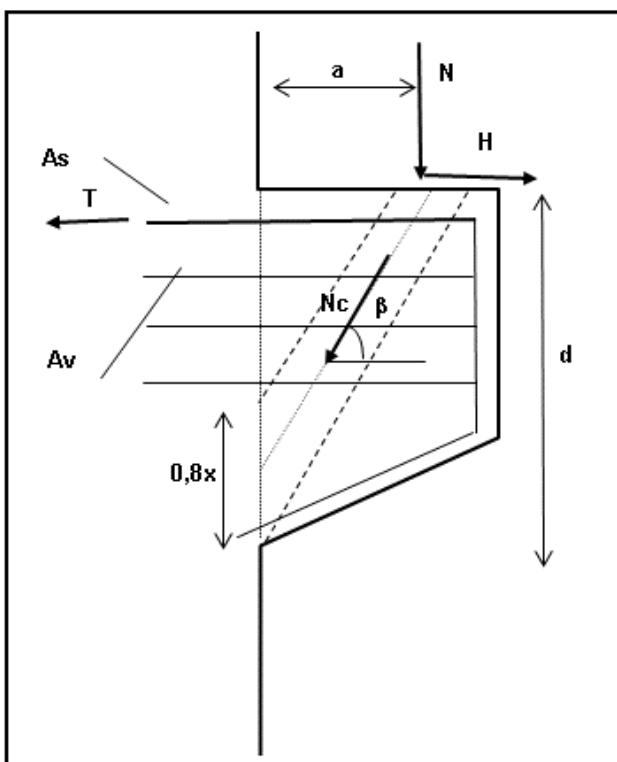
Armatura tirante

T (kN)	$A_{s1} (cm^2)$	$A_{s2} (cm^2)$
393	10	0,00

MECCANISMO TAGLIO RESISTENTE

Armatura a taglio

c (-)	$A_v (cm^2)$
1,2	8,35



ARMATURA MENSOLA RICHIESTA

	A_s	A_s/b	n°	ϕ	A_s	FS
Armatura tirante	10,05 cm ²	10,05 cm ² / m	5	26	26,55 cm ² / m	2,64 OK
Armatura a taglio	5,03 cm ²	5,03 cm ² / m	10	20	31,42 cm ² / m	6,25 OK

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 103 di 137

13.2 VERIFICHE SLE - RARA

Le verifiche SLE sono effettuate per mezzo delle seguenti azioni assiali dei pali:

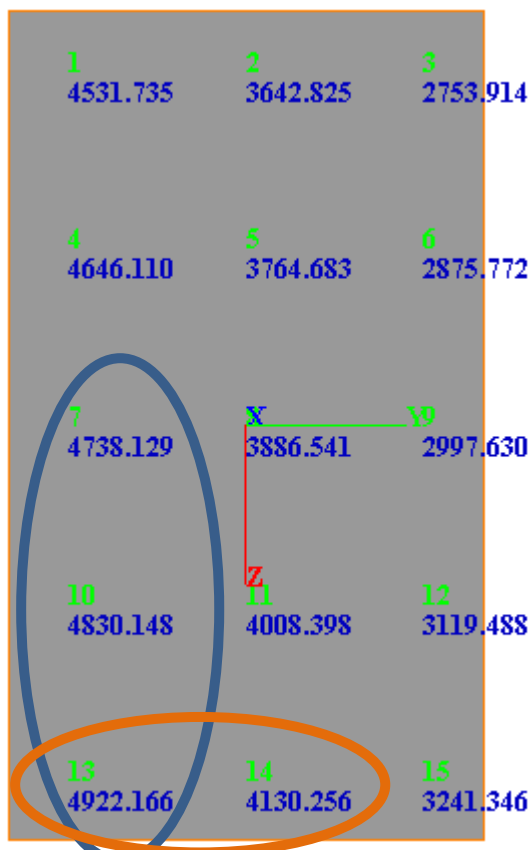


Tabella 53 Azione assiale RARA dei pali di fondazione

Le sollecitazioni fanno riferimento alla combinazione di carico “rara 22”.

forze per la verifica dell'ARMATURA PARALLELA AL LATO CORTO

forza totale compressione nei pali sul lato lungo

Vcompr 7756 kN 4922,2/2+4830,1+4738,1/2-1904

forza compressione nei pali sul lato lungo distribuita

Vcompr 1175 kN/m 7756/(13,2/2)

Si riportano le verifiche SLE: la verifica degli sforzi in calcestruzzo e acciaio è svolta per mezzo del meccanismo a mensola tozza, imponendo i limiti delle tensioni nei materiali indicati in normativa.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 104 di 137

Armatura inferiore parallela al lato corto

PROGETTO E VERIFICA MENSOLE TOZZE (CNR 10037/86)

GEOMETRIA MENSOLA

a (m)	b (m)	d (m)	λ_v (a/d)	$0,1 < \lambda_v < 1$
1,92	1	2,42	0,793	Sì

SOLLECITAZIONI SULLA MENSOLA

N (kN)	H (kN)
1175	0

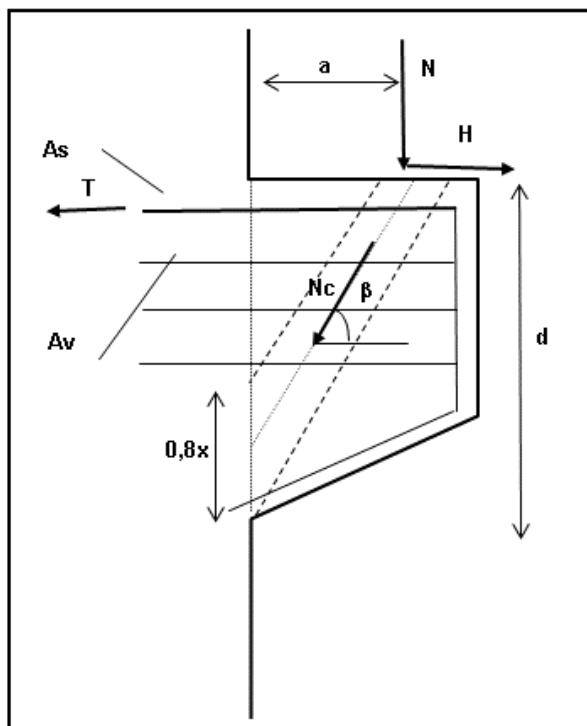
CARATTERISTICHE MATERIALI

Calcestruzzo		Acciaio	
Rck (MPa)	0,4fck	0,75fyk	x/d
35	11,62	337,5	0,6577

MECCANISMO TRALICCIO PUNTO

Verifica puntone compresso

β_{min} (°)	v_{ed} (MPa)	K	β (°)	$\beta > \beta_{min}$
42,9	0,49	1,39	50,1	Sì



Armatura tirante

T (kN)	A_{s1} (cm ²)	A_{s2} (cm ²)
981	29,08	0,00

MECCANISMO TAGLIO RESISTENTE

Armatura a taglio

c (-)	A_v (cm ²)
1,2	29,02

ARMATURA MENSOLA RICHIESTA

	A_s	A_s/b	n°	ϕ	A_s	FS	
Armatura tirante	29,08 cm ²	29,08 cm ² /m	12,5	26	66,37 cm ² /m	2,28	OK
Armatura a taglio	14,54 cm ²	14,54 cm ² /m	10	20	31,42 cm ² /m	2,16	OK

Sforzo nell'armatura A_s	
T (kN)	σ_s [MPa]
981	147,88

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 105 di 137

Armatura inferiore parallela al lato lungo

PROGETTO E VERIFICA MENSOLA TOZZE (CNR 10037/86)

GEOMETRIA MENSOLA

a (m)	b (m)	d (m)	λv (a/d)	$0,1 < \lambda v < 1$
2,40	1	2,42	0,991736	Sì

SOLLECITAZIONI SULLA MENSOLA

N (kN)	H (kN)
1370	0

CARATTERISTICHE MATERIALI

Calcestruzzo		Acciaio	
Rck (MPa)	0,4fck	0,75fyk	x/d
35	16,46	337,5	0,6577

MECCANISMO TRALICCIO PUNTONE

Verifica puntone compresso

β_{min} (°)	v_{cd} (MPa)	K	β (°)	$\beta > \beta_{min}$
36,6	0,57	1,72	44,1	Sì

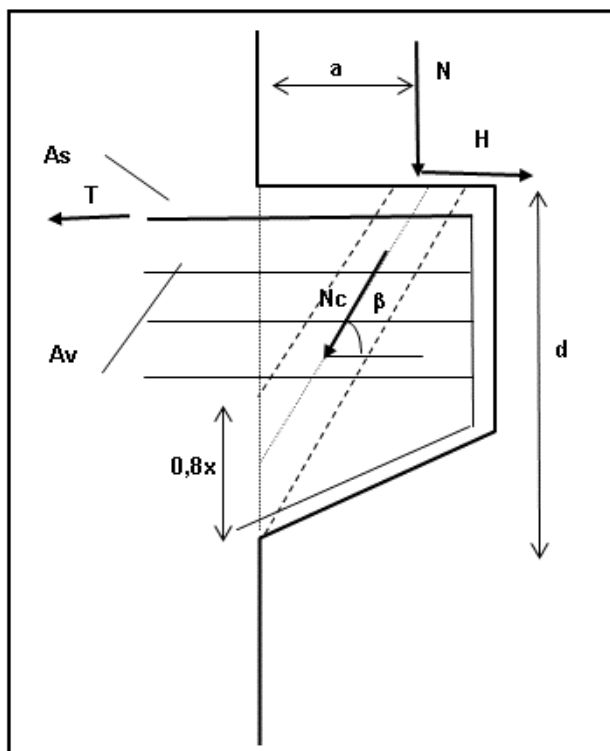
Armatura tirante

T (kN)	A_{s1} (cm ²)	A_{s2} (cm ²)
1416	41,96	0,00

MECCANISMO TAGLIO RESISTENTE

Armatura a taglio

c (-)	A_v (cm ²)
1,2	33,83



ARMATURA MENSOLA RICHIESTA

	A_s	A_s/b	n°	ϕ	A_s	FS
Armatura tirante	41,96 cm ²	41,96 cm ² / m	15	26	79,64 cm ² / m	1,90 OK
Armatura a taglio	20,98 cm ²	20,98 cm ² / m	10	20	31,42 cm ² / m	1,50 OK

Sforzo nell'armatura A_s	
T (kN)	σ_s [MPa]
1416	177,82

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 106 di 137

L'ampiezza delle fessure si calcola secondo l'EC2.

Calcolo dell'ampiezza delle fessure: armatura inferiore parallela al lato corto

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	250	6,6	242,1	217,9
armatura longitudinale				
nbarre	φ	d	A _{sl}	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
5	26	7,9	26,55	
2.5	26	239,5	13,27	
10	26	242,1	53,09	

σ _{s max}	[MPa]	147,88
apertura fessure		
EC2		
k _t	[-]	0,4
A _{seff}	[cm ²]	66,4
d _{ceff}	[cm]	240,8
h _{ceff}	[cm]	23,0
A _{ceff}	[cm ²]	2300,0
ρ _{peff}	[-]	0,0289
σ _{s,cr}	[-]	56,3
ε _{sm} -ε _{cm}	[‰]	0,46

k ₁	[-]	0,8
k ₂	[-]	0,5
k ₃	[-]	3,4
k ₄	[-]	0,425
Φ _{eq}	[mm]	26,0
c	[cm]	6,6
s	[cm]	10,0
s _{rm}	[cm]	37,8
w _k	[mm]	0,173

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA												
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER													
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	<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>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>VI0105 003</td> <td>B</td> <td>107 di 137</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	VI0105 003	B	107 di 137
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	VI0105 003	B	107 di 137								

Calcolo dell'ampiezza delle fessure: armatura inferiore parallela al lato lungo

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	250	4,0	244,7	220,2
armatura longitudinale				
nbarre	φ	d	A _{sl}	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
5	26	5,3	26,55	
5	26	239,5	26,55	
10	26	244,7	53,09	

σ _{s max}	[MPa]	177,8
apertura fessure		
EC2		
k _t	[-]	0,4
A _{seff}	[cm ²]	79,6
d _{ceff}	[cm]	242,1
h _{ceff}	[cm]	19,8
A _{ceff}	[cm ²]	1975,0
ρ _{peff}	[-]	0,0403
σ _{s,cr}	[-]	45,1
ε _{sm} - ε _{cm}	[‰]	0,66

k ₁	[-]	0,8
k ₂	[-]	0,5
k ₃	[-]	3,4
k ₄	[-]	0,425
φ _{eq}	[mm]	26,0
c	[cm]	4,0
s	[cm]	10,0
s _{rm}	[cm]	24,6
W _k	[mm]	0,163

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 108 di 137

14 VERIFICHE STRUTTURALI DEL PLINTO DI FONDAZIONE PILA 6

Nel presente capitolo si riporta la verifica del plinto di fondazione nei confronti delle azioni assiali provenienti dai pali. Le verifiche saranno condotte sia allo SLU che allo SLE.

14.1 VERIFICHE SLU E SLE CON MODELLO NUMERICO

Si esegue la verifica strutturale del plinto di fondazione impiegando un modello a elementi finiti SAP2000, dal momento che la geometria particolare della pila rende difficile individuare dei meccanismi tirante-puntone:

La procedura di dimensionamento e verifica è riportata nella norma CNR10037-86.

Come sollecitazione si considera la forza assiale dei pali nella combinazione sismica che genera la compressione maggiore e nella combinazione che genera la forza di trazione maggiore.

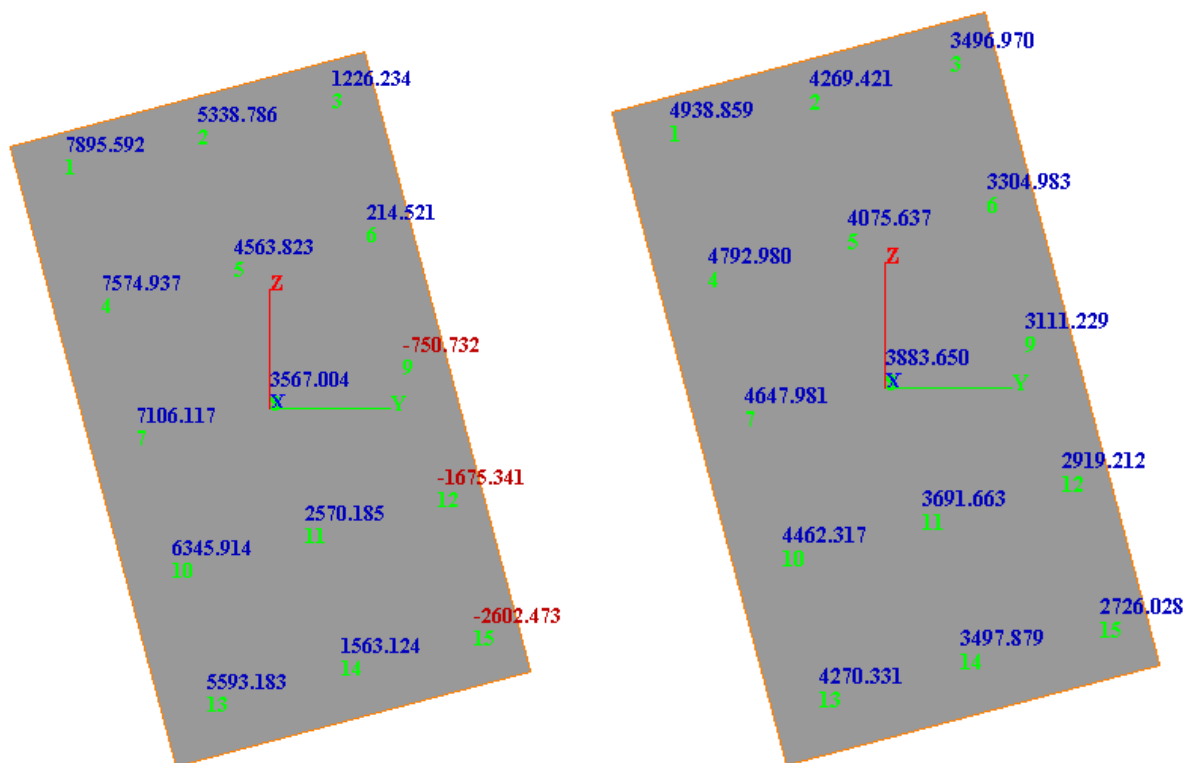


Tabella 54 Azione assiale SLV e SLE dei pali di fondazione

Nelle figure riportate sopra, i valori positivi sono di compressione, quelli negativi di trazione.

Le sollecitazioni fanno riferimento alle combinazioni di carico "sismica 12" e "sle 22".

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<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>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>VI0105 003</td> <td>B</td> <td>109 di 137</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	VI0105 003	B	109 di 137
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	VI0105 003	B	109 di 137													
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione																		

La fondazione è stata modellata come una *thick shell* incastrata in corrispondenza del perimetro esterno del fusto della pila.

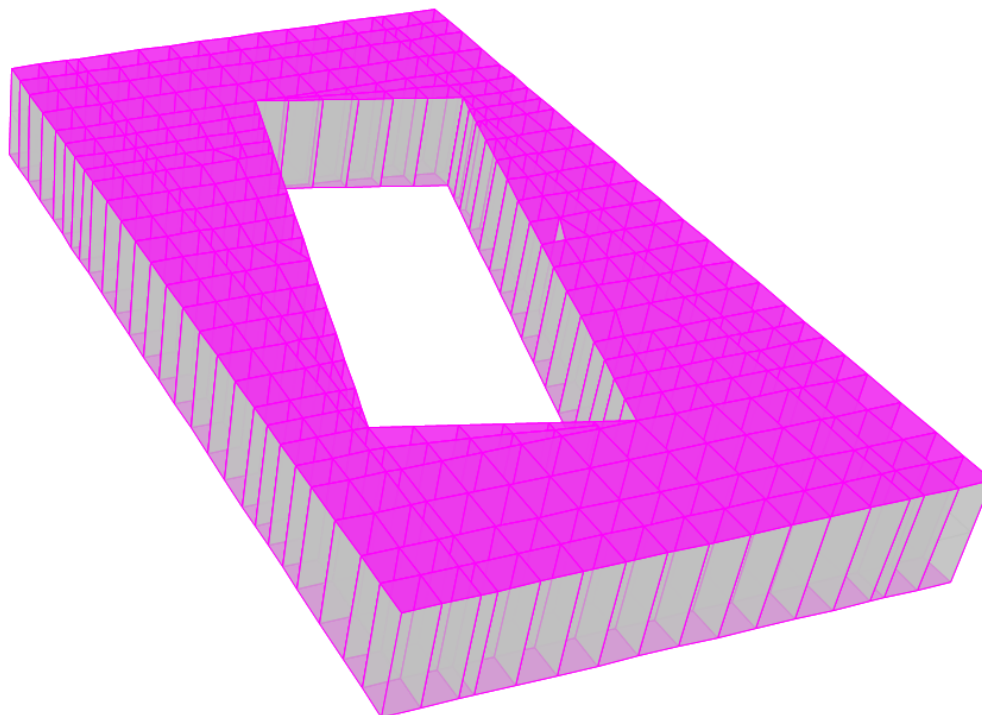


Figura 47 Modello a elementi finiti fondazione pila 6

In corrispondenza dei pali si applicano le reazioni derivanti dall'analisi delle fondazioni profonde:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 110 di 137

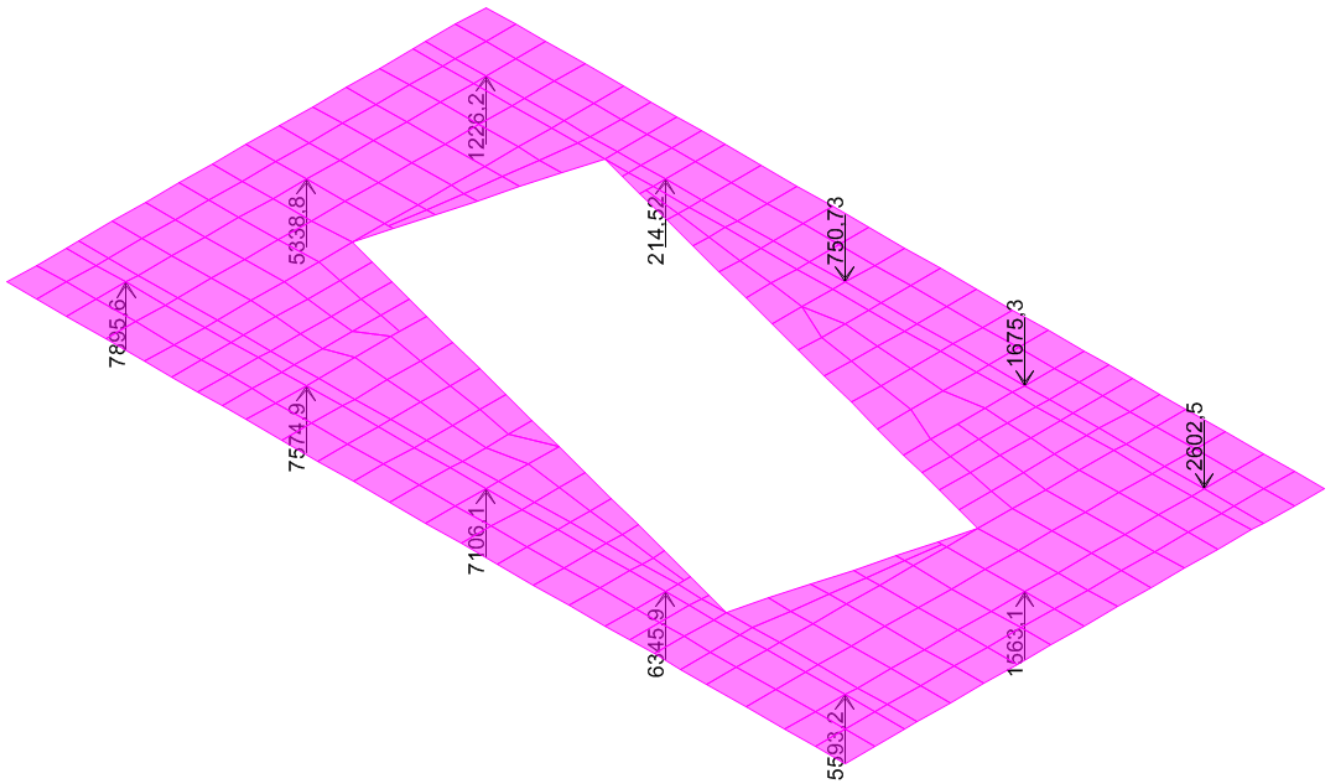


Figura 48 reazioni vincolari SLV in testa palo

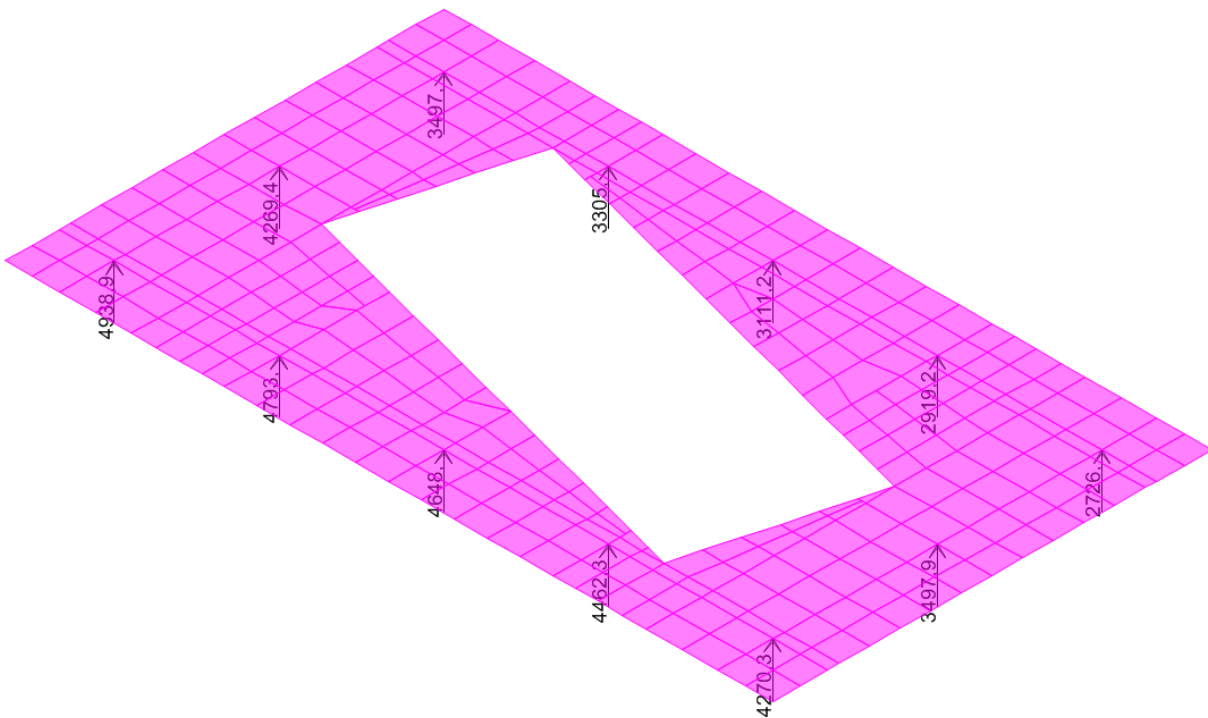
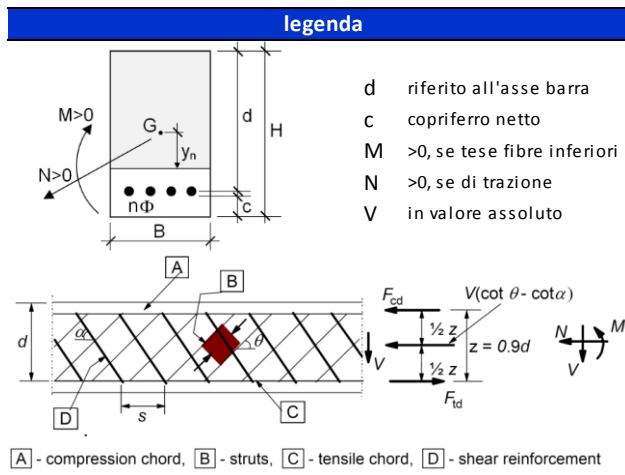


Figura 49 reazioni vincolari SLE in testa palo

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 112 di 137

Si riportano nel presente paragrafo le verifiche effettuate.

Le verifiche sono state effettuate mediante un foglio di calcolo, che utilizza la seguente simbologia:



Si adottano le seguenti convenzioni:

- N positiva se di trazione,
- M positivo se tende le fibre inferiori,
- V preso in valore assoluto.

Le principali grandezze sono:

- M_{dec} momento di decompressione,
- M_{cr} momento di fessurazione,
- y_n posizione dell'asse neutro,
- $\sigma_{c,min}$ sforzo minimo nel calcestruzzo (<0 se di compressione),
- $\sigma_{s,min}$ sforzo minimo nell'acciaio,
- $\sigma_{s,max}$ sforzo massimo nell'acciaio,
- $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ deformazione relativa media tra acciaio e calcestruzzo,
- $s_{r,max}$ massimo interasse tra le fessure,
- w_k valore caratteristica dell'apertura fessure;

- M_{Rd} momento resistente calcolato a N costante,
- FS fattore di sicurezza calcolato a N costante;

- V_{Rdc} resistenza di un elemento privo di armatura a taglio,
- V_{Rds} resistenza lato acciaio di un elemento armato a taglio,
- V_{Rdmax} resistenza lato calcestruzzo di un elemento armato a taglio,
- sezione Il tipo di sezione deve essere "duttile",
 ovvero la resistenza lato acciaio deve essere minore o uguale a quella lato calcestruzzo,

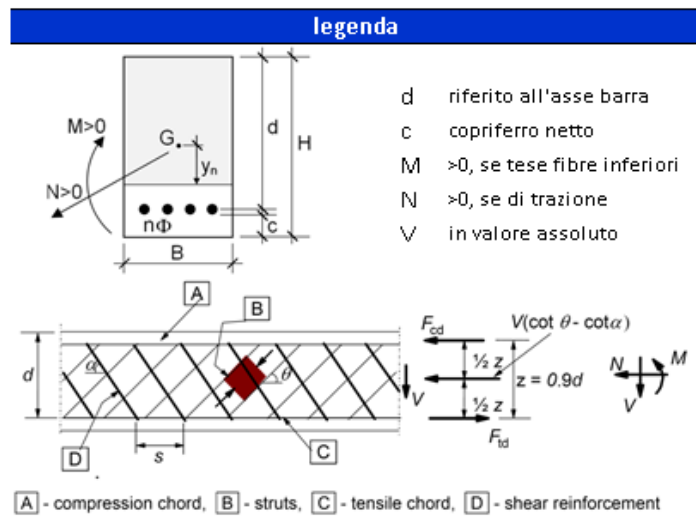
APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 113 di 137

Sezione di verifica barre orizzontali parallele al lato corto

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	250	6,6	240,8	216,7
armatura longitudinale				
nbarre	φ	d	A _{sl}	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
10	26	7,9	53,09	
10	26	239,5	53,09	
10	26	242,1	53,09	
armatura a taglio				
nbracci	φ	s	α	A _{sw}
	[mm]	[cm]	[°]	[cm ²]
5	16	40	90	10,05

sollecitazioni e risultati		
SLE	SLU	
MEk 3800,00 [kNm]	MEd 1,00 [kNm]	
NEk 0,00 [kN]	NEd 0,00 [kN]	
tensioni e fessure		
Mdec 0,0 [kNm]	MRd 9697,7 [kNm]	
Mcr 3102,9 [kNm]	FS 9697,75	
γ _n -57,42 [cm]	taglio	
σ _{c,min} -4,2 [MPa]	V _{Rdc} 664,2 [kN]	
σ _{s,min} -55,8 [MPa]	non serve armatura a taglio	
σ _{s,max} 163,3 [MPa]	V _{Rds} 3043,9 [kN]	
k ₂ 0,5	V _{Rdmax} 8888,6 [kN]	
ε _{sm-ε_{cm}} 0,61 [‰]	θ 35,0 [°]	
s _{r,max} 32,0 [cm]	sezione duttile	
w _k 0,195 [mm]	a _l 240,8 [cm]	

materiali			
calcestruzzo		acciaio	
R _{ck}	35 [MPa]	f _{yk}	450 [MPa]
f _{ck}	29,1 [MPa]	γ _s	1,15
γ _c	1,5	f _{yd}	391,3 [MPa]
α _{cc}	0,85	E _s	200000 [MPa]
f _{cd}	16,5 [MPa]	ε _{uk}	75 [‰]
ν	0,530	valori limite	
ε _{c2}	2,0 [‰]		
ε _{cu2}	3,5 [‰]		
α _e	15,0		
k _t	0,4	0,40 f _{ck}	11,6 [MPa]
k ₁	0,8	0,75 f _{yk}	337,5 [MPa]
k ₃	3,4	w _{k,lim}	0,2 [mm]
k ₄	0,425		



Il momento resistente della sezione orizzontale è pari a $M_{Rd} = 9592$ kNm/m.

Il momento limite per la fessurazione ($w_k = 0.2$ mm) della sezione è pari a $M_{Ed} = 3800$ kNm/m.

Il taglio resistente è pari a $V_{Rd} = 3043$ kN/m.

Di seguito si riportano i plot dei momenti e tagli nelle due direzioni: M11 è il momento orizzontale, M22 è il momento verticale, V13 è il taglio agente nel piano verticale, V23 è il taglio agente nel piano orizzontale. Come limiti nei vari plot sono stati impiegati i limiti di resistenza della sezione. Si può notare come le verifiche siano ovunque soddisfatte.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 114 di 137
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione						

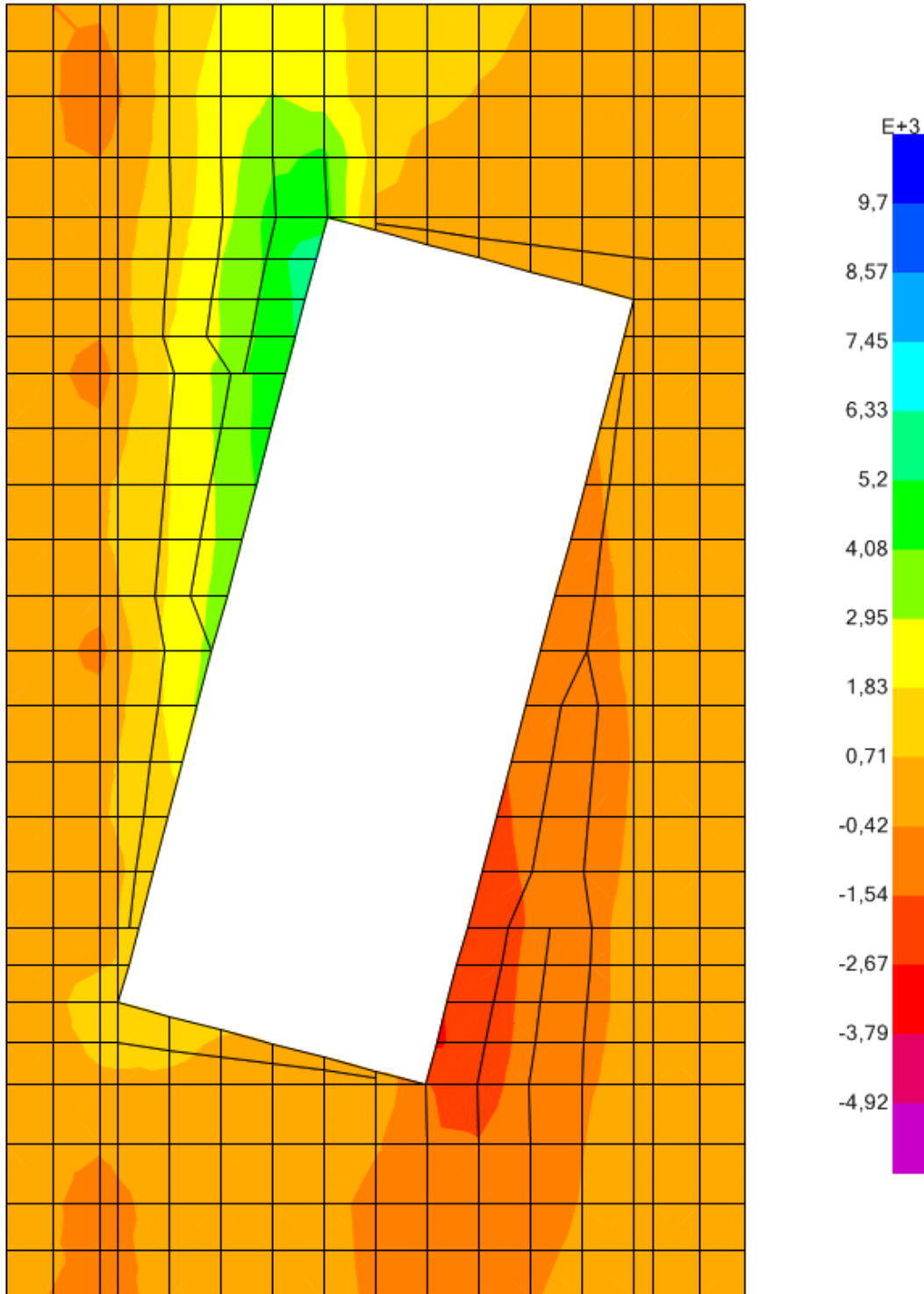


Figura 50 Momento M11 SLU (orizzontale)

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 115 di 137
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione						

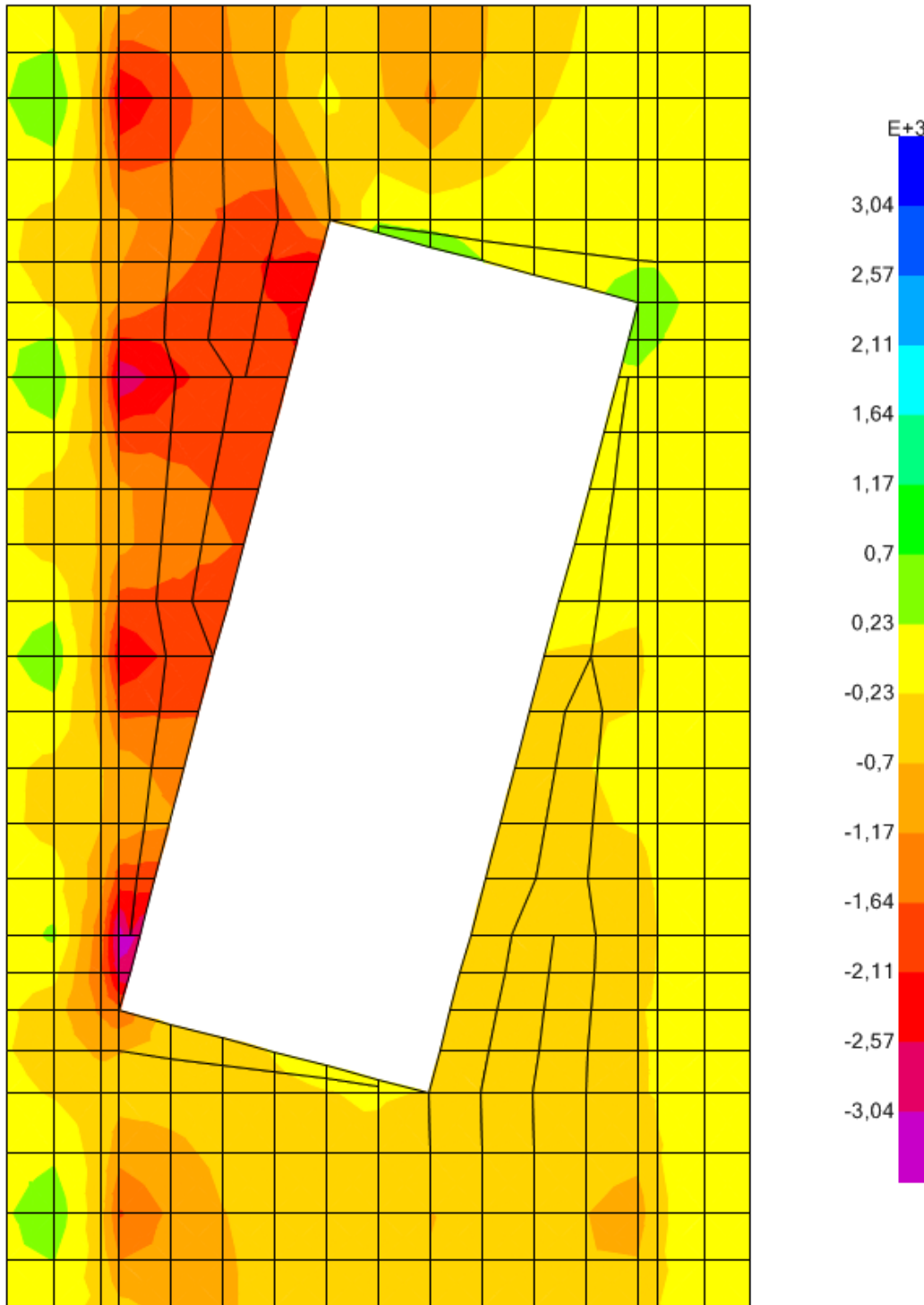


Figura 51 Taglio V13 SLU (orizzontale)

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 116 di 137
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione						

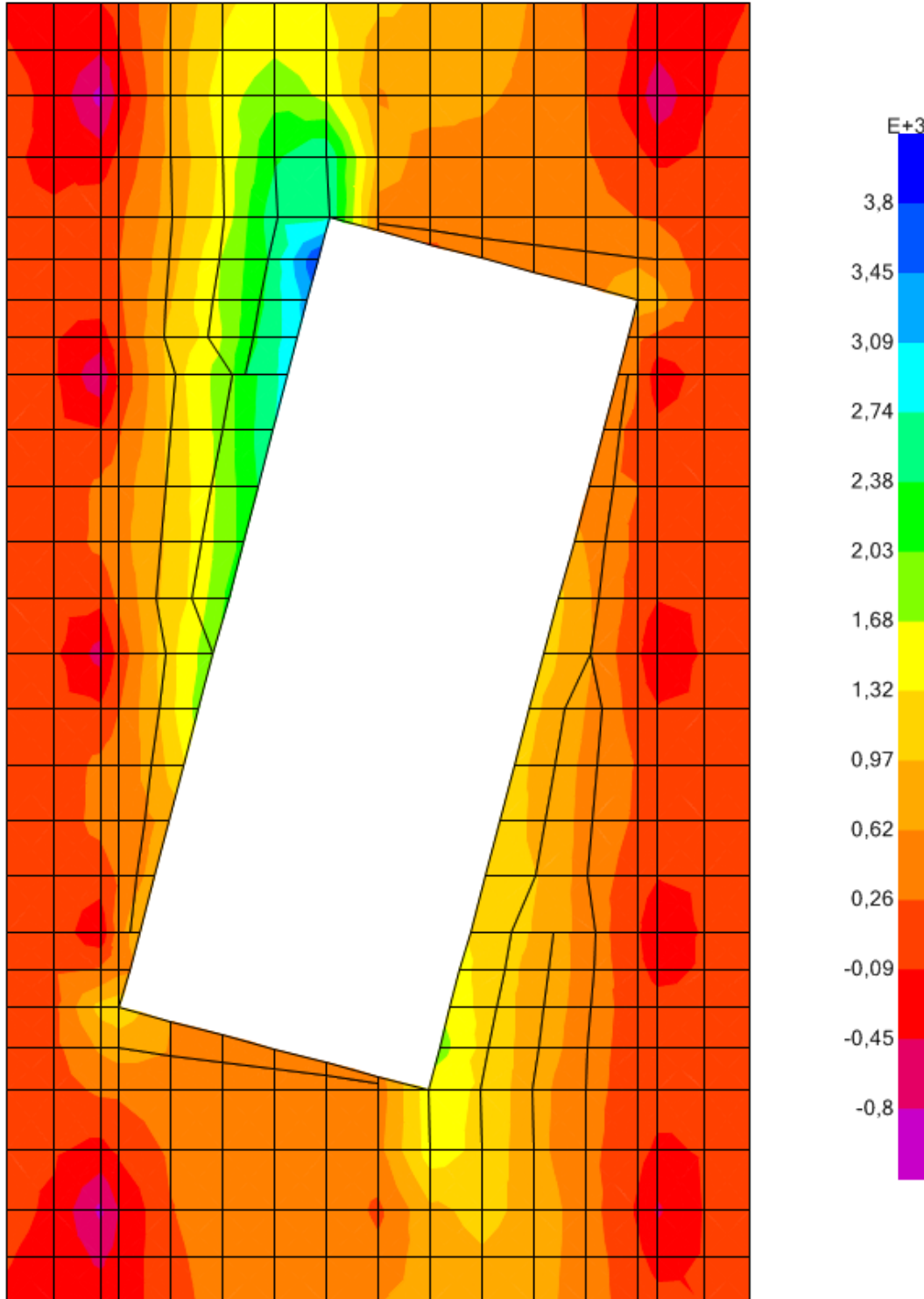


Figura 52 Momento M11 SLE (orizzontale)

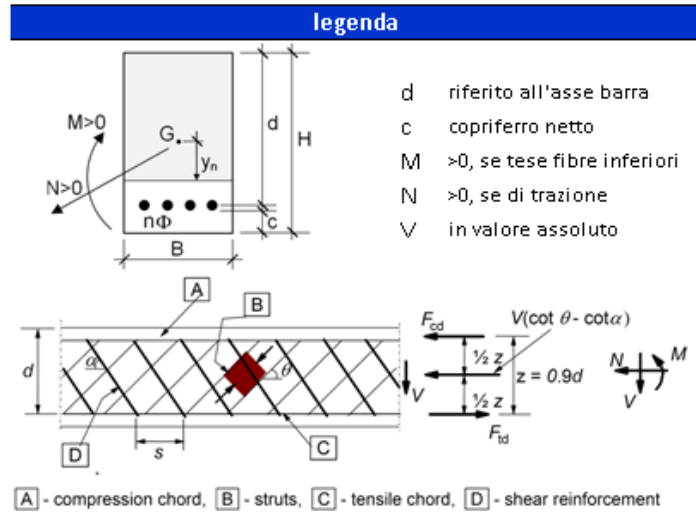
APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 117 di 137

Sezione di verifica barre orizzontali parallele al lato lungo

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	250	6,6	241,2	217,1
armatura longitudinale				
nbarre	φ	d	A _{sl}	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
5	26	7,9	26,55	
5	26	239,5	26,55	
10	26	242,1	53,09	
armatura a taglio				
nbracci	φ	s	α	A _{sw}
	[mm]	[cm]	[°]	[cm ²]
5	16	40	90	10,05

sollecitazioni e risultati			
SLE		SLU	
M _{Ek}	2912,00 [kNm]	M _{Ed}	1,00 [kNm]
N _{Ek}	0,00 [kN]	N _{Ed}	0,00 [kN]
tensioni e fessure		V _{Ed}	0,00 [kN]
M _{dec}	0,0 [kNm]	M _{Rd}	7293,8 [kNm]
M _{cr}	2912,4 [kNm]	FS	7293,82
y _n	-62,95 [cm]	taglio	
σ _{c,min}	-3,8 [MPa]	V _{Rdc}	665,2 [kN]
σ _{s,min}	-49,8 [MPa]	non serve armatura a taglio	
σ _{s,max}	165,6 [MPa]	V _{Rds}	3049,4 [kN]
k ₂	0,5	V _{Rdmax}	8904,6 [kN]
ε _{sm-ε_{cm}}	- [%]	θ	35,0 [°]
s _{r,max}	- [cm]	sezione duttile	
w _k	- [mm]	ai	241,2 [cm]

materiali					
calcestruzzo		acciaio			
R _{ck}	35 [MPa]	f _{yk}	450 [MPa]		
f _{ck}	29,1 [MPa]	γ _s	1,15		
γ _c	1,5	f _{yd}	391,3 [MPa]		
α _{cc}	0,85	E _s	200000 [MPa]		
f _{cd}	16,5 [MPa]	ε _{uk}	75 [%]		
ν	0,530	valori limite			
ε _{c2}	2,0 [%]				
ε _{cu2}	3,5 [%]				
α _e	15,0				
k _t	0,4				
k ₁	0,8			0,40 f _{ck}	11,6 [MPa]
k ₃	3,4			0,75 f _{yk}	337,5 [MPa]
k ₄	0,425	w _{k,lim}	0,2 [mm]		



Il momento resistente della sezione orizzontale è pari a $M_{Rd} = 7294$ kNm/m.

Il momento limite per la fessurazione ($w_k = 0.2$ mm) della sezione è pari a $M_{Ed} = 2912$ kNm/m.

Il taglio resistente è pari a $V_{Rd} = 3049$ kN/m.

Di seguito si riportano i plot dei momenti e tagli nelle due direzioni: M11 è il momento orizzontale, M22 è il momento verticale, V13 è il taglio agente nel piano verticale, V23 è il taglio agente nel piano orizzontale. Come limiti nei vari plot sono stati impiegati i limiti di resistenza della sezione. Si può notare come le verifiche siano ovunque soddisfatte.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 118 di 137
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione						

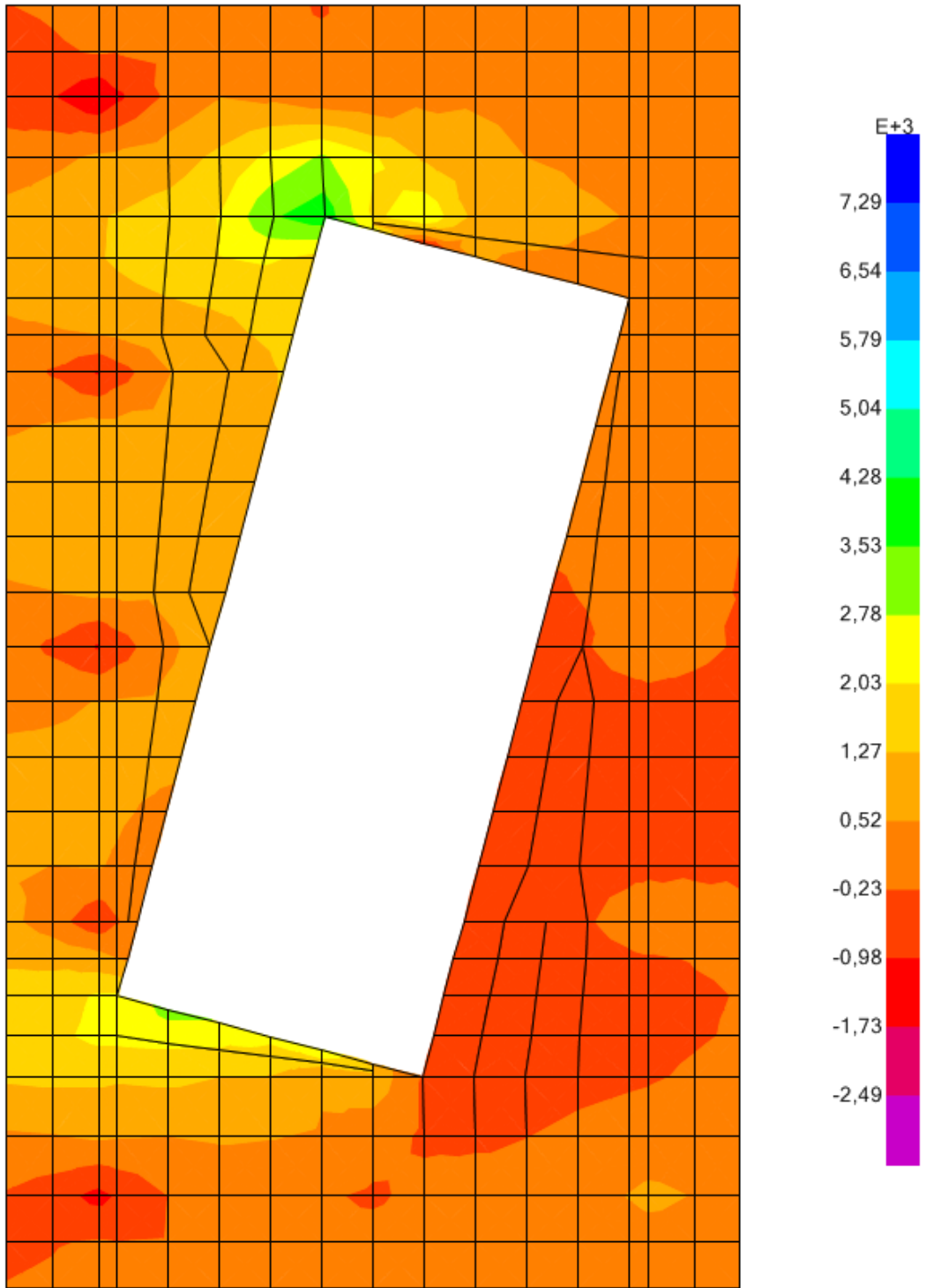


Figura 53 Momento M22 SLU (verticale)

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B FOGLIO 119 di 137
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione					

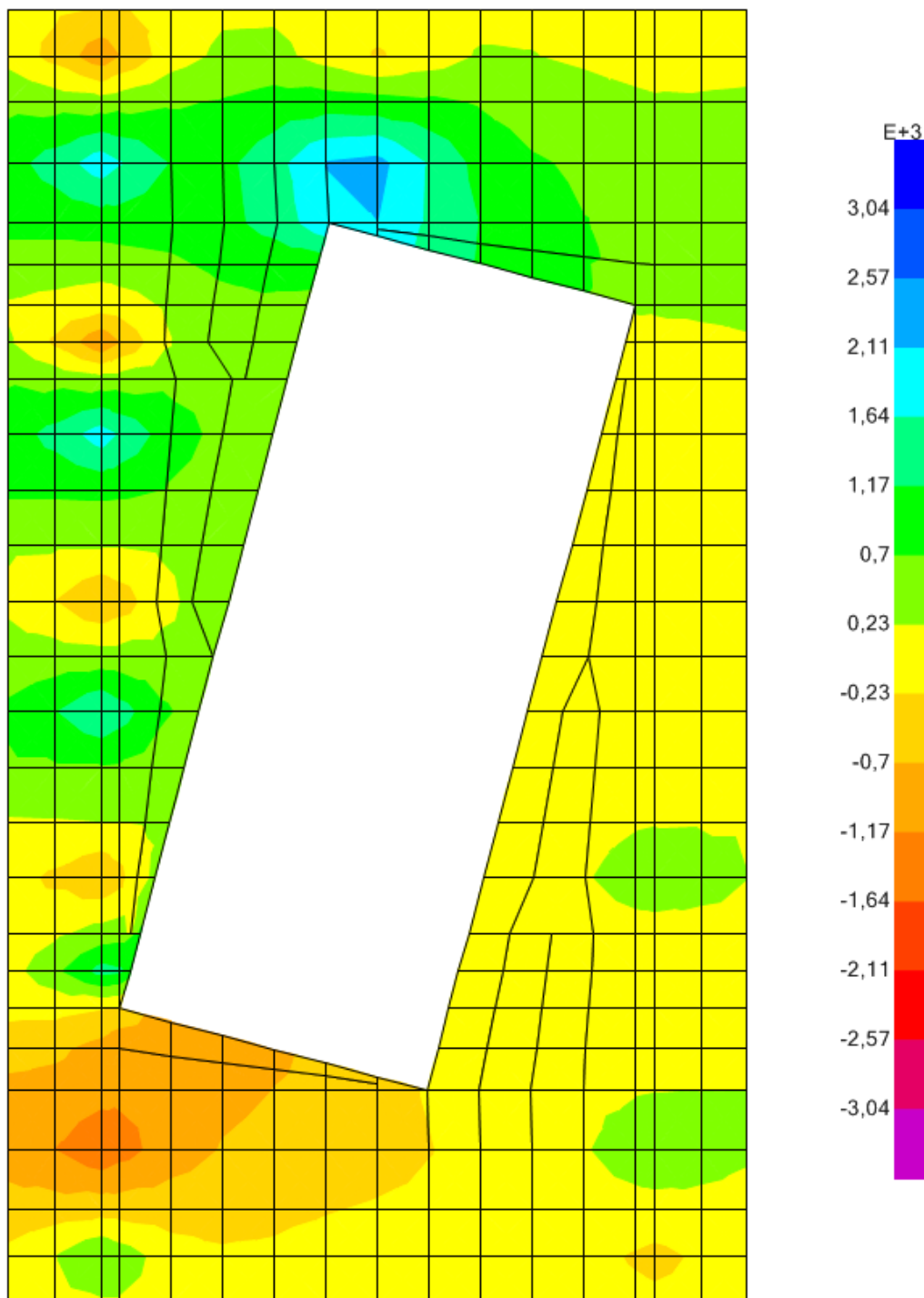


Figura 54 Taglio V23 SLU (verticale)

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 120 di 137
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione						

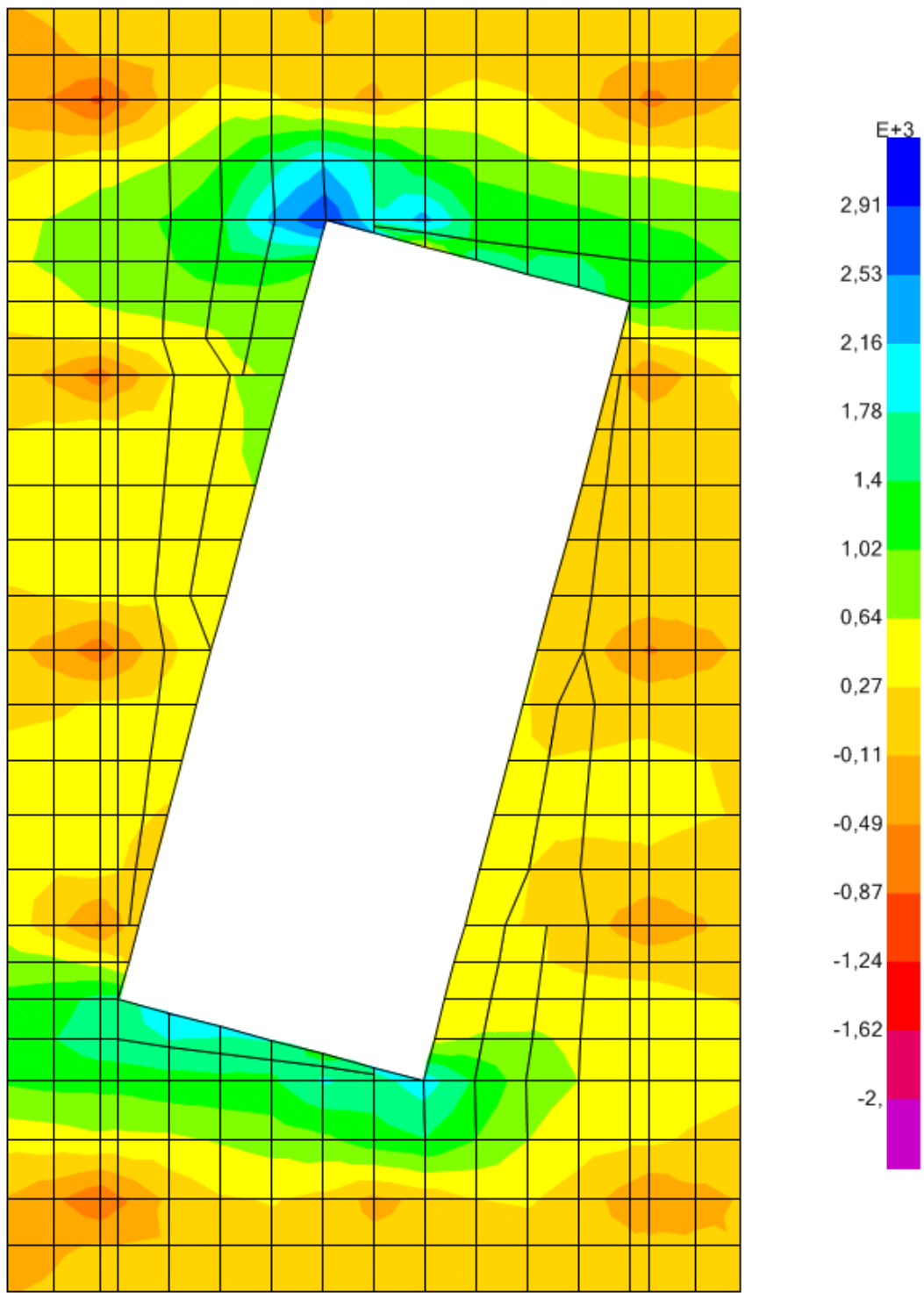


Figura 55 Momento M22 SLE (verticale)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 121 di 137

15 VERIFICHE STRUTTURALI DEI BAGGIOLI, RITEGNI E PULVINO

Nel presente capitolo si riporta il dimensionamento e la verifica dei baggioli, ritegni sismici trasversali e longitudinali e pulvino. Le sollecitazioni sono riportate nella relazione dell'impalcato IF3A02EZZCLVI0009003.

Si riportano le azioni di calcolo:

	TIPO APPOGGIO	COMBINAZIONI SLU				TIPO APPOGGIO	COMBINAZIONI SISMICHE		
		FX	FY	FZ			FX	FY	FZ
		[kN]					[kN]		
PILA 4-5-6	M	0	0	3007	PILA 4-5-6	M	0	0	828
		0	0	3007			0	0	828
		0	0	6748			0	0	6513
	F	2661	0	4398		F	5491	0	2196
		54	0	1960			-5191	0	1969
		1415	0	5233			-5149	0	2301
	F	2386	764	3060		F	5401	2911	2069
		1389	976	2756			2608	6981	2064
		299	-739	5358			-5363	-2911	2230
	M	0	0	2826		M	0	0	699
		0	0	2826			0	0	699
		0	0	6714			0	0	6180

Tabella 55 Scarichi dell'impalcato massimi sul singolo appoggio dal lato della pila 3

	TIPO APPOGGIO	COMBINAZIONI SLU				TIPO APPOGGIO	COMBINAZIONI SISMICHE SLV		
		FX	FY	FZ			FX	FY	FZ
		[kN]					[kN]		
PILA 4-5-6	M	0	0	2672	PILA 4-5-6	M	0	0	715
		0	0	2672			0	0	715
		0	0	5927			0	0	5827
	M	0	0	1684		M	0	0	1696
		0	0	1684			0	0	1696
		0	0	4915			0	0	2043
	U	0	2	1706		U	0	-2339	1717
		0	838	3088			0	6176	1832
		0	386	5022			0	-2347	2078
	M	0	0	2669		M	0	0	873
		0	0	2669			0	0	873
		0	0	5750			0	0	5769

Tabella 56 Scarichi dell'impalcato massimi sul singolo appoggio dal lato della pila 3

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 122 di 137

Per i baggioli si riportano le seguenti verifiche:

- Verifica a schiacciamento del calcestruzzo ai sensi dell'EC2:1-1 §6.7.
- Verifica a taglio dell'interfaccia tra getti eseguiti in tempi diversi §6.2.5 dell'EC2.
- Verifica dell'armatura orizzontale

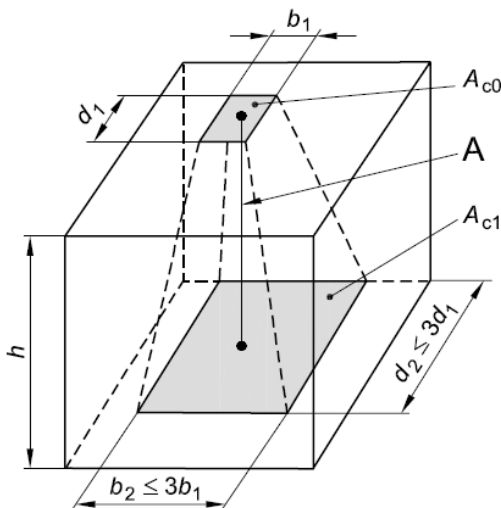


Figura 56 Verifica a schiacciamento

	BAGGIOLI APPOGGI MULTIDIREZIONALI		BAGGIOLI APPOGGI UNIDIREZIONALI	
dim. baggiolo in direzione longitudinale	d_{1b}	150 cm	d_{1b}	150 cm
dim. baggiolo in direzione trasversale	d_{2b}	150 cm	d_{2b}	150 cm
dim. appoggio in direzione longitudinale	d_{1a}	80 cm	d_{1a}	80 cm
dim. appoggio in direzione trasversale	d_{2a}	80 cm	d_{2a}	80 cm
dim. appoggio long. omotetica	d_{1c}	105 cm	d_{1c}	105 cm
dim. appoggio trasv. omotetica	d_{2c}	105 cm	d_{2c}	105 cm
altezza rispetto all'estradosso pila	h	25 cm	h	25 cm
coefficiente di attrito	μ	0,06 [-]		
Forza assiale	NEd	6748 kN	NEd	5022 kN
Forza longitudinale e trasversale	VEd	0 kN	VEd	6176 kN
Momento longitudinale e trasversale	MEd	0 kNm	MEd	1544 kNm

R_{ck}	40	MPa	R_{ck}	40	MPa
f_{ck}	33,2	MPa	f_{ck}	33,2	MPa
f_{ctm}	3,10	MPa	f_{ctm}	3,10	MPa
$f_{ctk,5\%}$	2,17	MPa	$f_{ctk,5\%}$	2,17	MPa
f_{ctd}	1,45	MPa	f_{ctd}	1,45	MPa
f_{cd}	18,81	MPa	f_{cd}	18,81	MPa

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 123 di 137

PRESSIONI LOCALIZZATE EC2 6.7

A_{c0}	640000	mm ²
A_{c1}	1102500	mm ²
F_{Rdu}	15803	kN
N_{Ed}	6748	kN
FS	2,342	[-]

PRESSIONI LOCALIZZATE EC2 6.7

A_{c0}	640000	mm ²
A_{c1}	1102500	mm ²
F_{Rdu}	15803	kN
N_{Ed}	5022	kN
FS	3,147	[-]

ARMATURA VERTICALE
TAGLIO ALL'INTERFACCIA EC2
6.2.5

ARMATURA VERTICALE
TAGLIO ALL'INTERFACCIA EC2
6.2.5

diametro armature verticali
numero armature verticali

φ	20	mm
n	28	[-]
A_s	8796	mm ²
c	4	cm
V_{ED}	0	kN
β	1	[-]
z	1,305	m
b	1,5	m
c	0,35	[-]
f_{ctd}	1,45	MPa
μ	0,6	[-]
N_{ED}	6748	kN
A	2250000	mm ²
σ_n	3,00	MPa
A_s	8796	mm ²
ρ	0,391%	[-]
f_{yd}	391,3	MPa
v	0,52	[-]
f_{cd}	18,81	MPa
v_{ED}	0,00	MPa
v_{RD}	3,22	MPa
FS	#DIV/0!	[-]

φ	20	mm
n	120	[-]
A_s	37699	mm ²
c	4	cm
V_{ED}	6176	kN
β	1	[-]
z	1,31	m
b	1,5	m
c	0,35	[-]
f_{ctd}	1,45	MPa
μ	0,6	[-]
N_{ED}	5022	kN
A	2250000	mm ²
σ_n	2,23	MPa
A_s	37699	mm ²
ρ	1,676%	[-]
f_{yd}	391,3	MPa
v	0,52	[-]
f_{cd}	18,81	MPa
v_{ED}	3,16	MPa
v_{RD}	4,89	MPa
FS	1,551	[-]

Area armature verticali
copriferro netto

ARMATURA ORIZZONTALE

0,3*N_{Ed}	2024,4	kN
φ	20	mm
strati	3	[-]
bracci	8	[-]
A_s	7540	mm ²
σ_s	268,49	MPa
FS	1,457	[-]

ARMATURA ORIZZONTALE

0,3*N_{Ed}	1506,6	kN
φ	20	mm
strati	3	[-]
bracci	8	[-]
A_s	7540	mm ²
σ_s	200	MPa
FS	1,958	[-]

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 124 di 137

	BAGGIOLI APPOGGI FISSI max V		BAGGIOLI APPOGGI FISSI max N	
dim. baggiolo in direzione longitudinale	d _{1b}	150 cm	d _{1b}	150 cm
dim. baggiolo in direzione trasversale	d _{2b}	150 cm	d _{2b}	150 cm
dim. appoggio in direzione longitudinale	d _{1a}	80 cm	d _{1a}	80 cm
dim. appoggio in direzione trasversale	d _{2a}	80 cm	d _{2a}	80 cm
dim. appoggio long. omotetica	d _{1c}	105 cm	d _{1c}	105 cm
dim. appoggio trasv. omotetica	d _{2c}	105 cm	d _{2c}	105 cm
altezza rispetto all'estradosso pila	h	25 cm	h	25 cm
coefficiente di attrito				
Forza assiale	N _{Ed}	2064 kN	N _{Ed}	5358 kN
Forza longitudinale e trasversale	V _{Ed}	7452 kN	V _{Ed}	797 kN
Momento longitudinale e trasversale	M _{Ed}	1863 kNm	M _{Ed}	199 kNm

R _{ck}	40	MPa
f _{ck}	33,2	MPa
f _{ctm}	3,10	MPa
f _{ctk,5%}	2,17	MPa
f _{ctd}	1,45	MPa
f _{cd}	18,81	MPa

R _{ck}	40	MPa
f _{ck}	33,2	MPa
f _{ctm}	3,10	MPa
f _{ctk,5%}	2,17	MPa
f _{ctd}	1,45	MPa
f _{cd}	18,81	MPa

PRESSIONI LOCALIZZATE EC2 6.7

A _{c0}	640000	mm ²
A _{c1}	1102500	mm ²
F _{Rdu}	15803	kN
N _{Ed}	2064	kN
FS	7,657	[-]

PRESSIONI LOCALIZZATE EC2 6.7

A _{c0}	640000	mm ²
A _{c1}	1102500	mm ²
F _{Rdu}	15803	kN
N _{Ed}	5358	kN
FS	2,949	[-]

ARMATURA VERTICALE

TAGLIO ALL'INTERFACCIA EC2

6.2.5

diametro armature verticali
numero armature verticali

φ	20	mm
n	120	[-]
A _s	37699	mm ²
c	4	cm
V _{ED}	7452	kN
β	1	[-]
z	1,31	m
b	1,5	m
c	0,35	[-]
f _{ctd}	1,45	MPa
μ	0,6	[-]

ARMATURA VERTICALE

TAGLIO ALL'INTERFACCIA EC2

6.2.5

Area armature verticali
copriferro netto

φ	20	mm
n	120	[-]
A _s	37699	mm ²
c	4	cm
V _{ED}	797	kN
β	1	[-]
z	1,31	m
b	1,5	m
c	0,35	[-]
f _{ctd}	1,45	MPa
μ	0,6	[-]

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 125 di 137

N_{ED}	2064	kN
A	2250000	mm ²
σ_n	0,92	MPa
A_s	37699	mm ²
ρ	1,676%	[-]
f_{yd}	391,3	MPa
v	0,52	[-]
f_{cd}	18,81	MPa
v_{ED}	3,81	MPa
v_{RD}	4,89	MPa
FS	1,286	[-]

N_{ED}	5358	kN
A	2250000	mm ²
σ_n	2,38	MPa
A_s	37699	mm ²
ρ	1,676%	[-]
f_{yd}	391,3	MPa
v	0,52	[-]
f_{cd}	18,81	MPa
v_{ED}	0,41	MPa
v_{RD}	4,89	MPa
FS	12,018	[-]

ARMATURA ORIZZONTALE

0,3*N_{Ed}	619,2	kN
φ	20	mm
strati	3	[-]
bracci	8	[-]
A_s	7540	mm ²
σ_s	82	MPa
FS	4,765	[-]

ARMATURA ORIZZONTALE

0,3*N_{Ed}	1607,4	kN
φ	20	mm
strati	3	[-]
bracci	8	[-]
A_s	7540	mm ²
σ_s	213	MPa
FS	1,835	[-]

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 126 di 137

Per i ritegni trasversali si riporta la seguente verifica:

- Verifica con schema tipo sella Gerber ai sensi del CNR 10037/86.

Come fora agente si considera la somma delle reazioni massime trasversali provenienti dai due impalcati che poggiano sulla pila:

$$Vsd = 6981 \text{ kN} + 6176 \text{ kN} = 13147 \text{ kN}$$

PROGETTO E VERIFICA SELLE GERBER (CNR 10037/86)					
GEOMETRIA MENSOLA					
a₀ (m)	b (m)	d (m)	h (m)		
0,50	3,50	1,45	1,50		
SOLLECITAZIONI SULLA MENSOLA					
Vsd (kN)	Hsd (kN)	Msd (kNm)	Nsd (kN)	Fatica	
13157	0	6578,5	2631,4	No	
CARATTERISTICHE MATERIALI					
Calcestruzzo		Acciaio			
Rck (MPa)	fcd (MPa)	f_{yd} (MPa)			
40	18,81	391,3			
ARMATURE SULLA MENSOLA					
A_h (cm²)	A_t (cm²)	A_v (cm²)	A_{s1} (cm²)	A_{s2} (cm²)	
350	0	290	130	70	
RESISTENZE DI CALCOLO					
Vrd1 (kN)	Vrd2 (kN)	Vrd3 (kN)	Mrd (kNm)	Nrd (kN)	Fatica
28544,5	13695,7	13617,4	7119,5	2739,1	"no"
23787,1	11413,0	11347,8	5932,9	2282,6	"si"
RISULTATI DELLE VERIFICHE					
Vsd < Vrd1	Vsd < Vrd2	Vsd < Vrd3	Msd < Mrd	Nsd < Nrd	
Si	Si	Si	Si	Si	
ARMATURA MENSOLA DI PROGETTO					
Armatura A [*] s=As1+As2	215,00	cm ²			
Armatura A [*] s minima	151,73	cm ²			
Armatura A _v	160,00	cm ²			
Armatura A _h	350,00	cm ²			
Armatura A _t	0,00	cm ²			

The diagram illustrates the cross-section of a Gerber saddle. It shows a rectangular section with width 'b' and height 'h'. The effective depth is 'd'. The distance from the support to the saddle is 'a0'. Reinforcement includes top bars 'Ah', bottom bars 'At', and vertical bars 'Av'. The saddle is formed by a diagonal bar 'As' which is the sum of 'As1' and 'As2'. Forces shown are horizontal shear 'Hsd' and vertical shear 'Vsd'. Two potential crack locations are marked as (1) and (2).

CONTRIBUTI RESISTENTI	
Vrd1:	resistenza di progetto del puntone compresso tra le fessure 1 e 2
Vrd2:	resistenza di progetto del tirante di sospensione in cui sono disposte le armature Ah e At
Vrd3:	resistenza a taglio della sella armata con Av
Mrd:	resistenza a flessione della sella armata con As1
Nrd:	resistenza a trazione della sella armata con As2 per le trazioni di progetto Nrd=Hsd>0.2Vsd

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 127 di 137

Per i ritegni longitudinali si riporta la seguente verifica:

- Verifica a schiacciamento del calcestruzzo ai sensi dell'EC2:1-1 §6.7.

Le sollecitazioni sono riportate nella relazione dell'impalcato IF3A02EZZCLVI0009002.

RITEGNI LONGITUDINALI

dim. ritegno in direzione verticale	d1	50	cm
dim. ritegno in direzione orizzontale	b1	60	cm
dim. ritegno in direzione verticale	d2	50	cm
dim. ritegno in direzione orizzontale	b2	60	cm
Forza longitudinale	VEd	5491	kN

R_{ck}	40	MPa
f_{ck}	33,2	MPa
f_{ctm}	3,10	MPa
f_{ctk,5%}	2,17	MPa
f_{ctd}	1,45	MPa
f_{cd}	18,81	MPa

PRESSIONI LOCALIZZATE EC2 6.7

A_{c0}	300000	mm ²
A_{c1}	300000	mm ²
F_{Rdu}	5644	kN
N_{Ed}	5491	kN
FS	1,028	[-]

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 128 di 137

La verifica del pulvino è eseguita in accordo con l'EC2 1992-2 ALLEGATO J.

Come carico agente è stato considerato lo scarico dell'impalcato su un appoggio centrale del pulvino, distribuito sulla sua area di influenza:

$$V_{Ed} = 6748 \text{ kN} / 3.37\text{m} = 2002.4 \text{ kN/m}$$

Verifica a rottura dello spigolo secondo la UNI-EN 1992-2 ANNEX J

Carico massimo SLU	V_{Rd}	2002,4	kN
Tensione di snervamento caratteristica	f_{yk}	450	MPa
Coefficiente parziale acciaio	γ_{Rd}	1,15	-
Tensione di calcolo	f_{yd}	391,3	MPa
Area staffe necessaria = $(V_{Rd}/2) / f_{yd}$	A_{st}	25,6	cm ²
Larghezza trasversale appoggio	L	200	cm
Angolo cuneo di rottura	θ	30,0	°
Altezza per distribuzione strati	h	346,4	cm
Passo staffe verticale	p_v	40	cm
Copriferro	c	4	cm
Numero di strati in verticale	N_s	9	-
Lunghezza longitudinale appoggio	b	100	cm
Passo staffe orizzontale	p_h	20	cm
Numero di bracci in orizzontale	N_b	5	-
Diametro staffe	ϕ_{st}	14	mm
Numero totale bracci	N_{tot}	45	-
Area totale staffe	A_{staffe}	69,27	cm²

VERIFICATO
FS 2,707

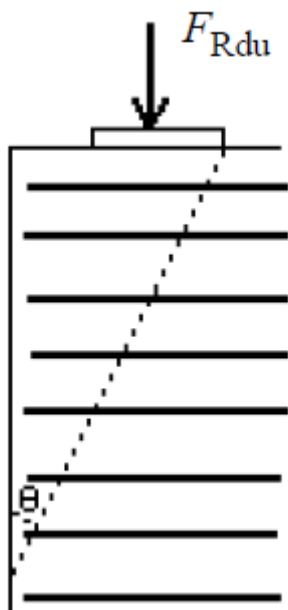


Figura 57 Meccanismo di edge sliding

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 129 di 137

A) STIMA INCIDENZA ARMATURA

Si riporta una stima dell'incidenza dell'armatura nella pila. Il valore dell'incidenza dell'armatura verticale è incrementato per tenere conto dei ferri che entrano in fondazione e nel pulvino.

armature verticali

φ	26 mm
n	372 -
As	197506 mm ²
	0,198 m ²
peso	1550 kg/m
Ac	28,97 m ²
Vc	28,97 m ³ /m
incidenza	53,51 kg/m ³
incremento	1,73 [-]
incidenza	92,35 kg/m ³

armature orizzontali

TAGLIO IN DIREZIONE X		TAGLIO IN DIREZIONE Y LATERALE		TAGLIO IN DIREZIONE Y CENTRALE	
-----------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--

b	0,65 m	b	0,65 m	b	0,6 m
n° sez	2	n° sez	2	n° sez	2

armatura a taglio		armatura a taglio		armatura a taglio	
n° braccia	2	n° braccia	2	n° braccia	2
diametro	20 mm	diametro	20 mm	diametro	20 mm
passo	20 cm	passo	20 cm	passo	20 cm
As	6283,19 mm ²	As	6283,19 mm ²	As	6283,19 mm ²
	0,0063 m ²		0,00628 m ²		0,00628 m ²
peso	49,3 kg/m	peso	49,3 kg	peso	49,3 kg
Vc	1,30 m ³ /m	Vc	1,30 m ³ /m	Vc	1,20 m ³ /m
incidenza	38,94 kg/m ³				

staffe

i _{staffe,vert}	200 mm
i _{staffe,orizz}	200 mm
n°	25 spilli al mq
Φ _{staffe}	10 mm
A 1 staffa	78,54 mm ²
A al m ²	1963,50 mm ²
peso al m ²	15,41 kg
incidenza	15,41 kg/m ³

incidenza di calcolo
147 kg/m³

incidenza assunta
180 kg/m³

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 130 di 137

Si riporta una stima dell'incidenza dell'armatura nella fondazione delle pile 4 e 5

armature orizzontali intradosso e estradosso

	lato corto		lato lungo
γ_s	7850 kg/m ³	γ_s	7850 kg/m ³
$V_{s,inf}$	6637 cm ³	$V_{s,inf}$	7964 cm ³
$V_{s,taglio}$	3142 cm ³	$V_{s,taglio}$	3142 cm ³
$V_{s,sup}$	2655 cm ³	$V_{s,sup}$	2655 cm ³
$V_{s,tot}$	0,0124 m ³	$V_{s,tot}$	0,0138 m ³
P_s	97,60 kg	P_s	108,02 kg
V_c	2,50 m ³	V_c	2,50 m ³
incidenza	39,04 kg/m ³	incidenza	43,21 kg/m ³

sovrapposizioni

	lato corto		lato lungo
ϕ	26 mm	ϕ	26 mm
L	1,3 m	L	1,3 m
n° sovrapp	2	n° sovrapp	3
V_s	0,6788 m ³	V_s	0,6440 m ³
peso	5329 kg	peso	5055 kg
V_c	252 m ³	V_c	252 m ³
incidenza	21,15 kg/m ³	incidenza	20,06 kg/m ³

ferri laterali verticali

Bfond	12 m
Lfond	21 m
perimetro	66 m
s	0,1 m
n	660
A_s	5,31 cm ²
$A_s * n$	3504,13 cm ²
V_s	848000 cm ³
	0,8480 m ³
peso	6657 kg
incidenza	26,42 kg/m ³

ferri laterali orizzontali

perimetro	66 m
ϕ	26 mm
A_s	4,08 cm ²
n°strati	7
$A_s * n$	28,59 cm ²
V_s	188684 m ³
	0,1887 m ³
peso	1481 kg
V_c	252 m ³
incidenza	5,88 kg/m ³

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 131 di 137

	cavallotti	
passo x		1,5
passo y		1,5
phi		20 mm
As		3,14 cm ²
L		690 cm ²
Vs		2167,70 cm ³
		0,0021677 m ³
peso		17 kg
n°		0,4444
Vc		2,5 m
incidenza		3,0251 kg/m ³
incid. Tot		<u>158,77</u> kg/m³

Si ottiene un'incidenza di circa 160kg/m³.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 132 di 137

Si riporta una stima dell'incidenza dell'armatura nella fondazione della pila 6.

armature orizzontali intradosso e estradosso

lato corto

γs	7850	kg/m ³
Vs,inf	10619	cm ³
Vs,taglio	6283	cm ³
Vs,sup	5309	cm ³
Vs,tot	0,0222	m ³
Ps	174,36	kg
Vc	2,50	m ³
incidenza	69,74	kg/m ³

lato lungo

γs	7850	kg/m ³
Vs,inf	7964	cm ³
Vs,taglio	4712	cm ³
Vs,sup	2655	cm ³
Vs,tot	0,0153	m ³
Ps	120,35	kg
Vc	2,50	m ³
incidenza	48,14	kg/m ³

sovrapposizioni

lato corto

phi	26	mm
L	1,3	m
n° sovrapp	2	
Vs	1,2127	m ³
peso	9520	kg
Vc	252	m ³
incidenza	37,78	kg/m ³

lato lungo

phi	26	mm
L	1,3	m
n° sovrapp	2	
Vs	0,4783	m ³
peso	3755	kg
Vc	252	m ³
incidenza	14,90	kg/m ³

ferri laterali verticali

Bfond	12	m
Lfond	21	m
perimetro	66	m
s	0,1	m
n	660	
As	5,31	cm ²
As * n	3504,13	cm ²
Vs	848000	cm ³
	0,8480	m ³
peso	6657	kg
incidenza	26,42	kg/m ³

ferri laterali orizzontali

perimetro	66	m
phi	26	mm
As	4,08	cm ²
n°strati	7	
As * n	28,59	cm ²
Vs	188684	m ³
	0,1887	m ³
peso	1481	kg
Vc	252	m ³
incidenza	5,88	kg/m ³

cavallotti

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<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>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>VI0105 003</td> <td>B</td> <td style="text-align: center;">133 di 137</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	VI0105 003	B	133 di 137
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	VI0105 003	B	133 di 137													
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione																		

passo x	1,5
passo y	1,5
phi	20 mm
As	3,14 cm ²
L	690 cm ²
Vs	2167,70 cm ³
	0,0021677 m ³
peso	17 kg
n°	0,4444
Vc	2,5 m
incidenza	3,0251 kg/m ³
<u>incid. Tot</u>	<u>205,88 kg/m³</u>

Si ottiene un'incidenza di circa 210kg/m³.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Pile P4, P5, P6 Relazione di calcolo strutture in elevazione	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0105 003	REV. B	FOGLIO 134 di 137

B) APPENDICE B: COMBINAZIONI DI CALCOLO

	G1	G21	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q31	Q32	Q33	Q34	Q35	Q36	Q37	Q41	Q42	Q43	Q44	Q45	Q46	Q47	Q51	E1	E2	E3					
slu1	1,35	1,5																																					
slu2	1,35	1,5					1,45							1,45								0,73						0,73											
slu3	1,35	1,5			1,45							0,73							1,45							1,45													
slu4	1,35	1,5					1,45							0,73								1,45						1,45					0,9						
slu5	1	1																										1,45					0,9						
slu6	1,35	1,5		1,45							0,73								1,45							1,45							0,9						
slu7	1,35	1,5	1,45							1,45							0,73							0,73											0,9				
slu8	1,35	1,5			1,45							1,45							0,73								0,73							0,9					
slu9	1,35	1,5																																	0,9				
slu10	1	1							0,73							1,45								0,73							0,73								
slu11	1,35	1,5					1,45								0,73							1,45							1,45										
slu12	1,35	1,5	1,45							1,45							0,73							0,73											0,9				
slu13	1,35	1,5		1,45							0,73							1,45							1,45											0,9			
slu14	1,35	1,5				1,45								0,73						1,45								1,45								0,9			
slu15	1,35	1,5			1,45							1,45								0,73								0,73								0,9			
slu16	1,35	1,5					1,45								1,45							0,73							0,73							0,9			
slu17	1,35	1,5																																		1,5			
slu18	1,35	1,5						1,45							1,45								0,73								0,73					0,9			
slu19	1,35	1,5				1,45								0,73								1,45						1,45								0,9			
slu20	1,35	1,5						1,45								0,73							1,45						1,45							0,9			
slu21	1,35	1,5	1,45								0,73						1,45							1,45													0,9		
slu22	1,35	1,5			1,45								0,73						1,45									1,45								0,9			
slu23	1,35	1,5		1,45								1,45								0,73								0,73									0,9		
slu24	1,35	1,5			1,45								1,45								0,73							0,73								0,9			
slu25	1	1																											0,73							1,5			
slu26	1,35	1,5	1,45								0,73							1,45								1,45											0,9		
slu27	1,35	1,5						1,45								0,73							1,45														0,9		
slu28	1,35	1,5		1,45							1,45									0,73							0,73										0,9		
slu29	1,35	1,5				1,45								1,45															0,73									0,9	
slu30	1,35	1,5						1,45								1,45							0,73							0,73							0,9		
slu31	1,35	1,5	1,45								0,73							1,45							1,45													0,9	
slu32	1,35	1,5	1,45								1,45								0,73							0,73													
slu33	1,35	1,5			1,45								1,45							0,73									0,73										
slu34	1,35	1,5			1,45								0,73							1,45									1,45										
slu35	1,35	1,5					1,45								0,73								1,45							1,45									
slu36	1,35	1,5				1,45										1,45							0,73							0,73									
slu37	1	1							0,73							1,45								0,73													0,73		
slu38	1,35	1,5	1,45								0,73							1,45								1,45													
slu39	1,35	1,5			1,45								0,73							1,45								1,45											
slu40	1,35	1,5			1,45								1,45							0,73								0,73											
slu41	1,35	1,5					1,45								1,45								0,73							0,73									
slu42	1,35	1,5				1,45									0,73														1,45										
slu43	1,35	1,5	1,45								1,45																				0,73								
slu44	1	1								0,73							1,45								0,73											0,73			
slu45	1	1								0,73							1,45								0,73											0,73		0,9	
slu46	1,35	1,5		1,45								0,73								1,45							1,45												
slu47	1,35	1,5		1,45								1,45																0,73											
slu48	1,35	1,5				1,45																								0,73									
slu49	1,35	1,5				1,45										0,73														1,45									
slu50	1,35	1,5						1,45								0,73								1,45												1,45			
slu51	1,35	1,5						1,45									1,45							0,73							0,73								
slu52	1,35	1,5	1,45								0,73															1,45												0,9	
slu53	1,35	1,5		1,45								0,73															1,45												
slu54	1,35	1,5				1,45																								1,45									
slu55	1,35	1,5				1,45																								0,73									
slu56	1,35	1,5						1,45								1,45																						0,73	
slu57	1,35	1,5						1,45								0,73																						0,73	
slu58	1,35	1,5		1,45																																			
slu59	1,35	1,5		1,45																																		0,9	
slu60	1,35	1,5		1,45																																		0,9	
slu61	1,35	1,5					1,45																															0,9	
slu62	1,35	1,5					1,45																																

