

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE: RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI 	PROGETTISTA: Prof. Ing. Marco PETRANGELI	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. Piergiorgio GRASSO Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche
--	--	--

PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE

VI03 – Ponte dal km 18+640 al km 18+657.50

Spalle: Relazione di calcolo

APPALTATORE		SCALA:
IMPRESA PIZZAROTTI & C. s.p.a. Dott. Ing. Sabino Del Balzo L. DIRETTORE TECNICO 24/02/2020		-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I F 2 6	1 2	E	Z Z	C L	V I 0 3 0 4	0 0 1	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	F. Del Drago 	24/02/2020	G. Usai 	24/02/2020	P. Grasso 	24/02/2020	M. Petrangeli 24/02/2020

File: IF26.1.2.E.ZZ.CL.VI.03.0.4.001A.doc

n. Elab.:

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0304 001</td> <td>A</td> <td>2 di 162</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	2 di 162
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	2 di 162								

INDICE

1. GENERALITA'	6
1.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	6
1.2 UNITÀ DI MISURA	8
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	9
2.1 ELABORATI DI RIFERIMENTO	9
3. MATERIALI	10
3.1 CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI.....	10
3.2 CALCESTRUZZO PER PALI DI FONDAZIONE (C 25/30).....	11
3.3 CALCESTRUZZO PER PLINTI DI FONDAZIONE (C 28/35)	13
3.4 CALCESTRUZZO PER ELEVAZIONI (C 32/40).....	14
3.5 CALCESTRUZZO MAGRO PER GETTI DI LIVELLAMENTO/SOTTOFONDAZIONI (C12/15).....	15
3.6 ACCIAIO IN BARRE D'ARMATURA PER C.A. (B450C).....	16
4. CARATTERIZZAZIONE E CRITERI DI PROGETTAZIONE GEOTECNICA	17
4.1 STRATIGRAFIA E INDAGINI IN PROSSIMITA' DELL'OPERA.....	17
4.2 CURVE DI PORTANZA DI PROGETTO A CARICO VERTICALE.....	18
4.3 COEFFICIENTE A.....	21
4.4 CARICO LIMITE PER AZIONI ORIZZONTALI	22
5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	22
5.1 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO DELL'OPERA	24
5.2 PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA	25
5.3 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CATEGORIA TOPOGRAFICA	30
6. ANALISI DEI CARICHI	33

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0304 001</td> <td>A</td> <td>3 di 162</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	3 di 162
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	3 di 162								

6.1	CARICHI PROVENIENTI DALL'IMPALCATO	33
6.1.1	<i>Pesi permanenti strutturali e non strutturali.....</i>	33
6.1.2	<i>Carichi variabili sui marciapiedi</i>	35
6.1.3	<i>Carichi variabili da traffico</i>	35
6.1.3.1	<i>Azioni da traffico ferroviario</i>	35
6.1.3.2	<i>Incremento dinamico</i>	37
6.1.3.3	<i>Contemporaneità dei treni sui binari.....</i>	39
6.1.4	<i>Azioni orizzontali da avviamento / frenatura.....</i>	39
6.1.5	<i>Forza centrifuga.....</i>	39
6.1.6	<i>Serpeggio</i>	40
6.1.7	<i>Azioni parassite dei vincoli</i>	40
6.1.8	<i>Azioni da Vento.....</i>	42
6.1.9	<i>Azioni aerodinamiche indotte dal transito dei convogli.....</i>	49
6.1.10	<i>Tabelle riepilogo Scarichi impalcato</i>	51
6.2	SPINTA DEL TERRENO DEL RILEVATO IN CONDIZIONI STATICHE	53
6.3	SPINTA DEL SOVRACCARICO ACCIDENTALE CONDIZIONI STATICHE	54
6.4	AZIONE SISMICA	55
6.4.1	<i>Azioni sismiche sulle Spalle</i>	55
6.4.2	<i>Sovraspinta sismica del terreno.....</i>	57
7.	COMBINAZIONI DI CARICO	58
8.	CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI	62
8.1	VERIFICHE ALLO SLU	62
8.1.1	<i>Pressoflessione</i>	62
8.1.2	<i>Taglio.....</i>	63
8.2	VERIFICA SLE.....	65

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0304 001</td> <td>A</td> <td>4 di 162</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	4 di 162
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	4 di 162								

8.2.1	<i>Verifiche alle tensioni</i>	65
8.2.2	<i>Verifiche a fessurazione</i>	66
9.	M ODELLI DI CALCOLO	67
9.1	MODELLO FEM	67
9.2	MODELLO FEM FASI COSTRUTTIVE	71
10.	ANALISI E VERIFICA SPALLA MOBILE (S1)	72
10.1	REAZIONI GLOBALI FASE FINALE	72
10.2	REAZIONI GLOBALI MODELLO DI PRIMA FASE	75
10.3	DIAGRAMMI DI SOLLECITAZIONE FASE FINALE	77
10.4	DIAGRAMMI DI SOLLECITAZIONE MODELLO DI PRIMA FASE	78
10.5	VERIFICHE A FLESSIONE E TAGLIO DEI MURI E DELLA FONDAZIONE	79
10.5.1	<i>Muro frontale</i>	80
10.5.2	<i>Paraghiaia</i>	85
10.5.3	<i>Muri andatori</i>	90
10.5.4	<i>Muri andatori interni</i>	94
10.5.5	<i>Muri andatori alti</i>	98
10.5.6	<i>Muri andatori interni alti</i>	102
10.5.7	<i>Plinto</i>	106
10.6	PALIFICATA	111
10.6.1	<i>Reazioni globali fase finale</i>	111
10.6.2	<i>Reazioni globali modello di prima fase</i>	112
10.6.3	<i>Verifiche strutturali pali di fondazione</i>	113
10.6.3.1	<i>Verifiche allo SLU</i>	

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0304 001</td> <td>A</td> <td>5 di 162</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	5 di 162
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	5 di 162								

10.6.3.2.....	<i>Verifiche allo SLE</i>
116	
11. ANALISI E VERIFICA SPALLA FISSA (S2).....	118
11.1 REAZIONI GLOBALI FASE FINALE.....	118
11.2 REAZIONI GLOBALI MODELLO DI PRIMA FASE.....	120
11.3 DIAGRAMMI DI SOLLECITAZIONE FASE FINALE.....	122
11.4 DIAGRAMMI DI SOLLECITAZIONE MODELLO DI PRIMA FASE.....	123
11.5 VERIFICHE A FLESSIONE E TAGLIO DEI MURI E DELLA FONDAZIONE	124
11.5.1 Muro frontale.....	125
11.5.2 Paragliaia	130
11.5.3 Muri andatori.....	135
11.5.4 Muri andatori interni	138
11.5.5 Muri andatori alti.....	142
11.5.6 Muri andatori interni alti	146
11.5.7 Plinto	150
11.6 PALIFICATA.....	155
11.6.1 Reazioni globali fase finale	155
11.6.2 Reazioni globali modello di prima fase	156
11.6.3 Verifiche strutturali pali di fondazione	157
11.6.3.1.....	<i>Verifiche allo SLU</i>
158	
11.6.3.2.....	<i>Verifiche allo SLE</i>
160	
12. INCIDENZE.....	162

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A	FOGLIO 6 di 162

1. GENERALITA'

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto esecutivo del Raddoppio dell'Itinerario Ferroviario Napoli-Bari nella Tratta Canello-Benevento/ 2° Lotto Funzionale Frasso Telesino – Vitulano.

Le Analisi e Verifiche nel seguito esposte fanno in particolare riferimento alle sottostrutture (Spalla mobile e fissa) del Ponte VI03, previsto sull'asse principale del tracciato di progetto, tra le 8+648.50 - 18+657.25.

1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto in esame è costituito da un'unica campata di luce pari a 17.50 m.

L'impalcato è costituito da travi metalliche incorporate da un getto di completamento in c.a. che realizza anche gli aggetti laterali. La larghezza complessiva dell'impalcato è pari a 13.70 m su cui gravano 2 binari posti ad interasse pari a 4.00 m, in maniera simmetrica rispetto alla mezzeria del viadotto. Per maggiori dettagli riguardanti l'impalcato si rinvia alla relazione specifica.

Le sottostrutture consistono in due spalle con fondazioni di tipo profondo su pali. La spalla indicata con "S2" è la spalla fissa mentre quella indicata con "S1" è la spalla mobile.

L'opera in oggetto è progettata per una vita nominale VN pari a 75 anni. Gli si attribuisce inoltre una classe d'uso III ("Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza.") ai sensi del D. Min. 14/01/2008, da cui scaturisce un coefficiente d'uso CU = 1.5.

Di seguitosi riportano alcune sezioni rappresentative delle sottostrutture:

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	7 di 162

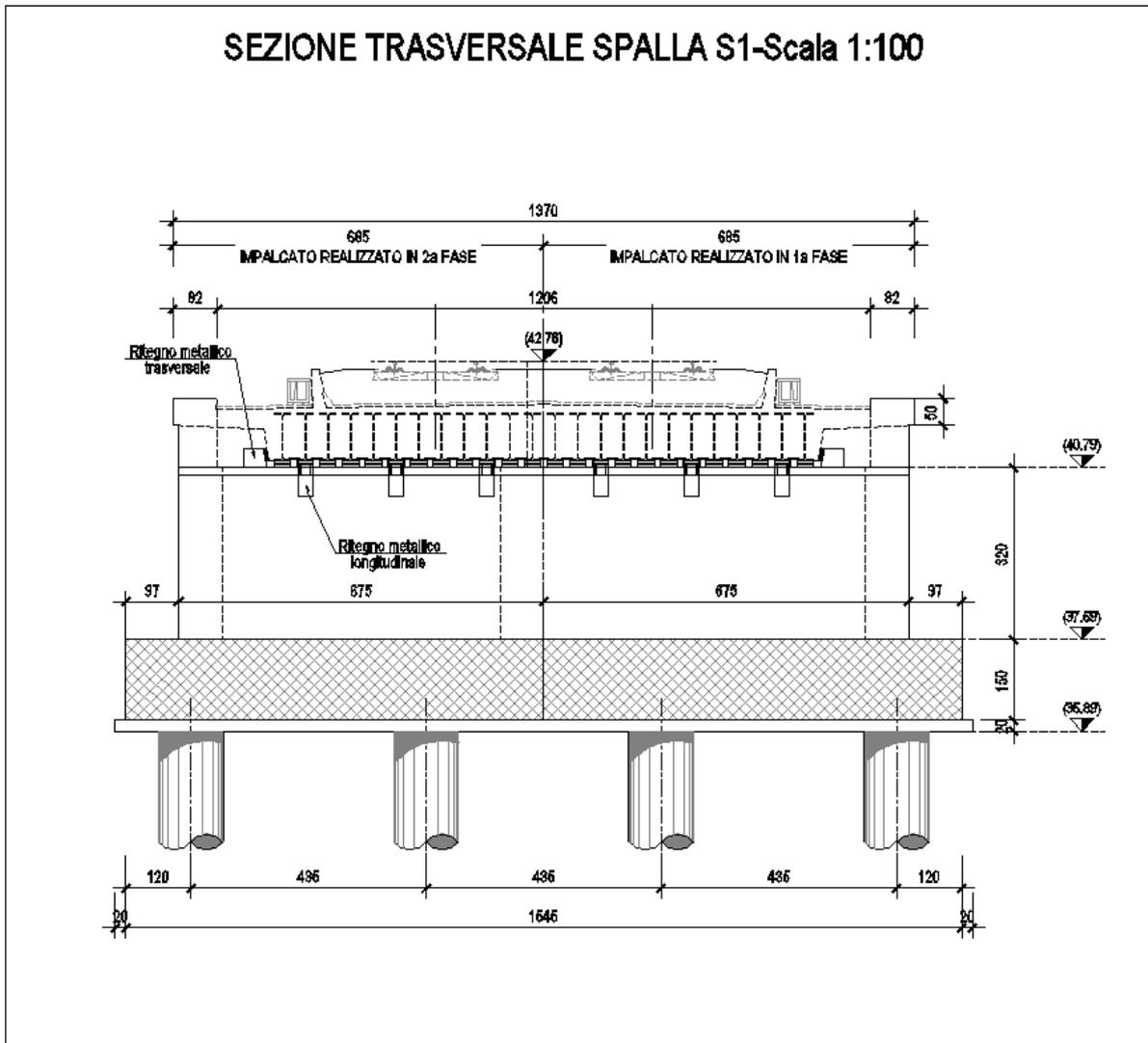


Figura 1 – Spalla S1

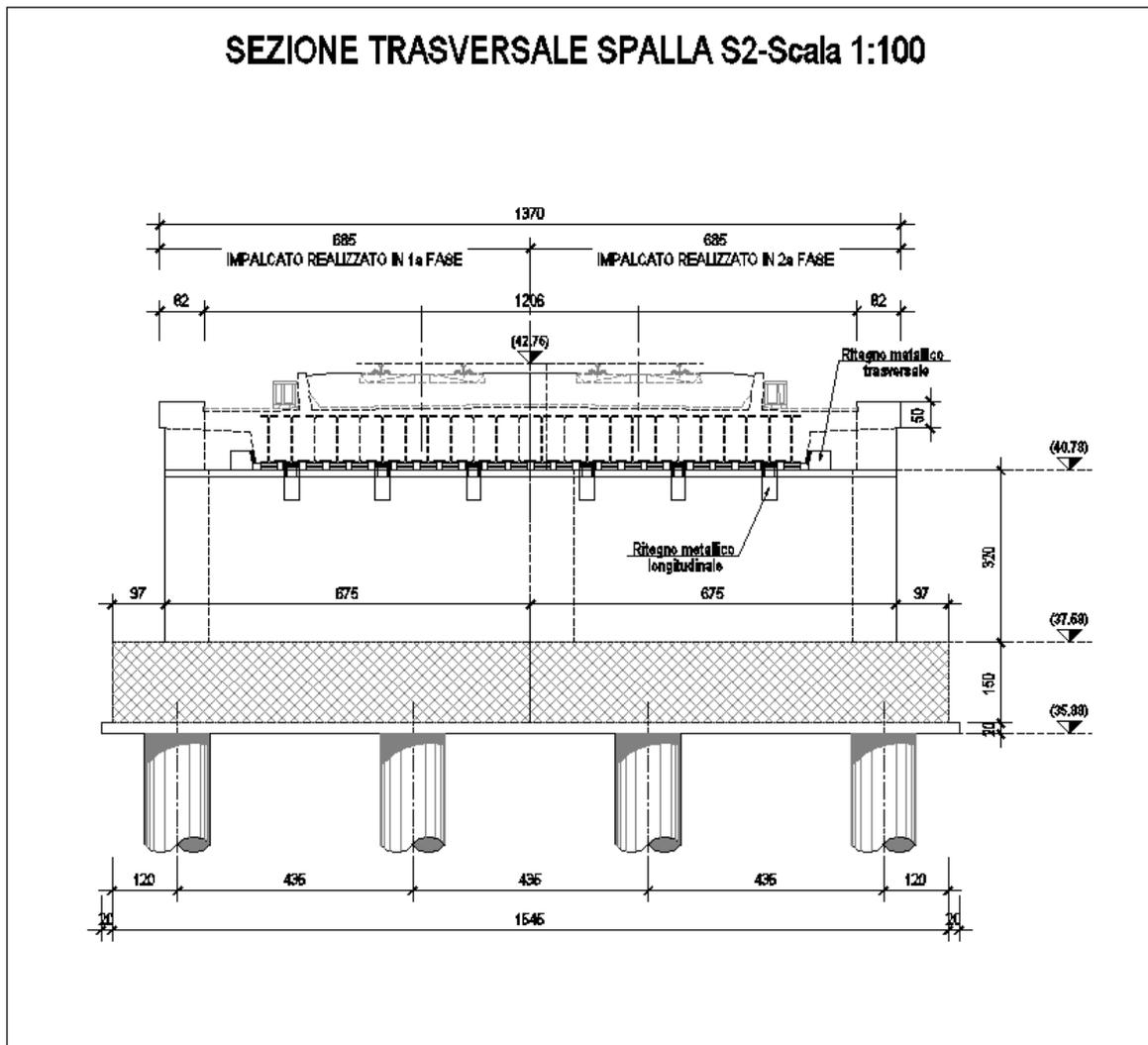
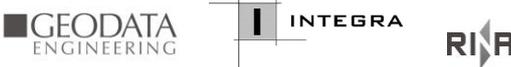


Figura 2 – Spalla S2

1.2 Unità di misura

Nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

- per le lunghezze \Rightarrow m, mm
- per i carichi \Rightarrow kN, kN/m², kN/m³
- per le azioni di calcolo \Rightarrow kN, kNm
- per le tensioni \Rightarrow MPa

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0304 001</td> <td>A</td> <td>9 di 162</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	9 di 162
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	9 di 162								

2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Di seguito si riporta l'elenco generale delle Normative Nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento, quale riferimento per la redazione degli elaborati tecnici e/o di calcolo dell'intero progetto nell'ambito della quale si inserisce l'opera oggetto della presente relazione:

- Rif. [1] Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni»
- Rif. [2] Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»
- Rif. [3] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE I / Aspetti Generali (RFI DTC SI MA IFS 001 A)
- Rif. [4] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 1 / Ambiente e Geologia (RFI DTC SI AG MA IFS 001 A – rev 30/12/2016)
- Rif. [5] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 2 / Ponti e Strutture (RFI DTC SI PS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [6] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 3 / Corpo Stradale (RFI DTC SI CS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [7] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 4 / Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [8] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 5 / Prescrizioni per i Marciapiedi e le Pensiline delle Stazioni Ferroviarie a servizio dei Viaggiatori (RFI DTC SI CS MA IFS 002 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [9] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 6 / Sagome e Profilo minimo degli ostacoli (RFI DTC SI CS MA IFS 003 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [10] 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
- Rif. [11] Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- Rif. [12] UNI 11104: Calcestruzzo : Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

2.1 **Elaborati di riferimento**

Costituiscono parte integrante di quanto esposto nel presente documento, l'insieme degli elaborati di progetto specifici relativi all'opera in esame e riportati in elenco elaborati.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	10 di 162

3. MATERIALI

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali previsti per la realizzazione delle strutture oggetto di calcolo nell'ambito del presente documento.

3.1 CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI

Con riferimento alle specifiche di cui alla norma UNI 11104, si definiscono di seguito le classi di esposizione del calcestruzzo delle diverse parti della struttura oggetto dei dimensionamenti di cui al presente documento:

- Elevazioni spalle: XC4;
- Plinti e pali di fondazione: XC2;

Classe esposizione norma UNI 9958	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	
2 Corrosione indotta da carbonatazione Nota: Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel coperto o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettono quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera tra il calcestruzzo e il suo ambiente.						
2 a	XC1	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	0,60	C 25/30	
2 a	XC2	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi/fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60	C 25/30	
5 a	XC3	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50	C 32/40	
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare						
5 a	XD1	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XD2	Bagnato, raramente asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (Piscine).	0,50	C 32/40	
5 c	XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.	0,45	C 35/45	

Classe esposizione norma UNI 9958	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare						
4 a 5 b	XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	0,50	C 32/40	
	XS2	Permanentemente sommerso.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.	0,45	C 35/45	
	XS3	Zone esposte agli spruzzi o alle maree.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed ondate del mare.	0,45	C 35/45	
5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti *						
2 b	XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.	0,50	C 32/40	
3	XF2	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.	0,50	C 25/30	3,0
2 b	XF3	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0,50	C 25/30	3,0
3	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	0,45	C 28/35	3,0
6 Attacco chimico**						
5 a	XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contentori di fanghi e vasche di decantazione. Contentori e vasche per acque reflue.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	0,50	C 32/40	
5 c	XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contentori di foraggi, mangimi e liquame provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali.	0,45	C 35/45	

*) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione:
- moderato: occasionalmente gelato in condizioni di saturazione;
- elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.
**) Da parte di acque del terreno e acque fluviali.

Classi di esposizione secondo norma UNI - 11104

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A

La determinazione delle classi di resistenza dei conglomerati dei conglomerati, di cui ai successivi paragrafi, sono state inoltre determinate tenendo conto delle classi minime stabilite dalla stessa norma UNI-EN 11104, di cui alla successiva tabella:

prospetto 4 Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri						Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
		Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti													
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Massimo rapporto <i>a/c</i>	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,55	0,50	0,45
Minima classe di resistenza ¹⁾	C12/15	C25/30	C28/35	C32/40	C32/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	32/40	25/30	28/35	28,35	32/40	35/45			
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³)	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360
Contenuto minimo in aria (%)														3,0 ^{a)}				
Altri requisiti															Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo	È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati ^{b)}		

¹⁾ Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C8/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a sottofondazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbero essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi.
^{a)} Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI 7087, per la relativa classe di esposizione.
^{b)} Qualora la presenza di solfati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9156.

Classi di resistenza minima del calcestruzzo secondo UNI – 11104

I copriferri di progetto adottati per le barre di armatura, tengono infine conto inoltre delle prescrizioni di cui alla Tabella C4.1.IV della Circolare n617 del 02-02-09; si è in particolare previsto di adottare i seguenti Copriferri minimi espressi in mm

- Elevazioni spalle: 40 mm
- Plinti di fondazione: 40 mm
- Pali di fondazione: 60 mm

3.2 Calcestruzzo per Pali di Fondazione (C 25/30)

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:

$$R_{ck} = \boxed{30} \text{ MPa}$$

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$$f_{ck} = \boxed{24.9} \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$$

Resistenza a compressione cilindrica media:

$$f_{cm} = 32.9 \text{ MPa} \quad (f_{ck} + 8)$$

Resistenza a trazione assiale:

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	12 di 162

$f_{ctm} = 2.56$ MPa Valore medio

$f_{ctk,0,05} = 1.79$ MPa Valore caratteristico frattile 5%

Resistenza a trazione per flessione:

$f_{ctm} = 3.1$ MPa Valore medio

$f_{ctk,0,05} = 2.1$ MPa Valore caratteristico frattile 5%

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$\gamma_c = 1.5$

Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1,0

Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:

$f_{cd} = 14.1$ MPa $(0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_s)$

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

$f_{ctd} = 1.19$ MPa $(f_{ctk,0,05} / \gamma_s)$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

$f_{ctd\ f} = 1.43$ MPa $1,2 \cdot f_{ctd}$

Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valore va ridotto del 20%

Modulo di elasticità normale :

$E_{cm} = 31447$ MPa

Modulo di elasticità tangenziale:

$G_{cm} = 13103$ MPa

Modulo di Poisson:

$\nu = 0.2$

□

Coefficiente di dilatazione lineare

$\alpha = 0.00001$ °C⁻¹

Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo

$\eta = 1.00$

$f_{bd} = 2.69$ MPa $(2,25 \cdot f_{ctk} \cdot \eta / \gamma_s)$

Nel caso di armature molto addensate, o ancoraggi in zona tesa tale valore va diviso per 1,5

Tensioni massime per la verifica agli SLE (Prescrizioni Manuale RFI Parte 2-Sezione 2)

$\sigma_{cmax\ QP} = (0,40 f_{ck}) = 9.96$ MPa (Combinazione di Carico Quasi Permanente)

$\sigma_{cmax\ R} = (0,55 f_{ck}) = 13.70$ MPa (Combinazione di Carico Caratteristica - Rara)

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A

Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valori vanno ridotti del 20%

3.3 Calcestruzzo per Plinti di Fondazione (C 28/35)

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:

$$R_{ck} = 35 \text{ MPa}$$

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$$f_{ck} = 29.1 \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$$

Resistenza a compressione cilindrica media:

$$f_{cm} = 37.1 \text{ MPa} \quad (f_{ck} + 8)$$

Resistenza a trazione assiale:

$$f_{ctm} = 2.83 \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0,05} = 1.98 \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Resistenza a trazione per flessione:

$$f_{ctm} = 3.4 \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0,05} = 2.4 \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$$\gamma_c = 1.5$$

Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1.0

Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:

$$f_{cd} = 16.5 \text{ MPa} \quad (0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

$$f_{ctd} = 1.32 \text{ MPa} \quad (f_{ctk,0,05} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

$$f_{ctd f} = 1.59 \text{ MPa} \quad 1,2 \cdot f_{ctd}$$

Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valore va ridotto del 20%

Modulo di elasticità normale :

$$E_{cm} = 32588 \text{ MPa}$$

Modulo di elasticità tangenziale:

$$G_{cm} = 13578 \text{ MPa}$$

Modulo di Poisson:

$$\nu = 0.2$$

□

Coefficiente di dilatazione lineare

$$\alpha = 0.00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A

$$\eta = 1.00$$

$$f_{bd} = \boxed{2.98} \text{ MPa} \quad (2,25 \cdot f_{ctk} \cdot \eta / \gamma_s)$$

Nel caso di armature molto addensate, o ancoraggi in zona tesa tale valore va diviso per 1,5

Tensioni massime per la verifica agli SLE (Prescrizioni Manuale RFI Parte 2-Sezione 2)

$$\sigma_{cmax \text{ QP}} = (0,40 f_{ck}) = \boxed{11.62} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{cmax \text{ R}} = (0,55 f_{ck}) = \boxed{15.98} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valori vanno ridotti del 20%

3.4 Calcestruzzo per Elevazioni (C 32/40)

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:

$$R_{ck} = \boxed{40} \text{ MPa}$$

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$$f_{ck} = \boxed{33.2} \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$$

Resistenza a compressione cilindrica media:

$$f_{cm} = 41.2 \text{ MPa} \quad (f_{ck} + 8)$$

Resistenza a trazione assiale:

$$f_{ctm} = \boxed{3.10} \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0,05} = \boxed{2.17} \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Resistenza a trazione per flessione:

$$f_{cfm} = \boxed{3.7} \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{cfk,0,05} = \boxed{2.6} \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$$\gamma_c = \mathbf{1.5}$$

Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1,0

Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:

$$f_{cd} = \boxed{18.8} \text{ MPa} \quad (0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

$$f_{ctd} = \boxed{1.45} \text{ MPa} \quad (f_{ctk,0,05} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A

$$f_{ctd\ f} = 1.74 \text{ MPa} \quad 1,2 \cdot f_{ctd}$$

Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valore va ridotto del 20%

Modulo di elasticità normale : $E_{cm} = 33643 \text{ MPa}$
Modulo di elasticità tangenziale: $G_{cm} = 14018 \text{ MPa}$

Modulo di Poisson:

$$\nu = 0.2$$

Coefficiente di dilatazione lineare

$$\alpha = 0.00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo

$$\eta = 1.00$$

$$f_{bd} = 3.25 \text{ MPa} \quad (2,25 \cdot f_{ctk} \cdot \eta / \gamma_s)$$

Nel caso di armature molto addensate, o ancoraggi in zona tesa tale valore va diviso per 1,5

Tensioni massime per la verifica agli SLE (Prescrizioni Manuale RFI Parte 2-Sezione 2)

$$\sigma_{c\max\ QP} = (0,40 f_{ck}) = 13.28 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{c\max\ R} = (0,55 f_{ck}) = 18.26 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valori vanno ridotti del 20%

3.5 Calcestruzzo magro per Getti di livellamento/sottofondazioni (C12/15)

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:

$$R_{ck} = 15 \text{ MPa}$$

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$$f_{ck} = 12.5 \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$$

Resistenza a compressione cilindrica media:

$$f_{cm} = 20.5 \text{ MPa} \quad (f_{ck} + 8)$$

Si omettono resistenze e/o tensioni di calcolo, essendo tale conglomerato previsto per parti d'opera senza funzioni strutturali.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0304 001</td> <td>A</td> <td>16 di 162</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	16 di 162
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	16 di 162								

3.6 Acciaio in barre d'armatura per c.a. (B450C)

Tensione caratteristica di rottura:

$$f_{tk} = \boxed{540} \text{ MPa (frattile al 5\%)}$$

Tensione caratteristica allo snervamento:

$$f_{yk} = \boxed{450} \text{ MPa (frattile al 5\%)}$$

Fattore di sovraresistenza (nel caso di impiego di legame costitutivo tipo bilineare con incrudimento)

$$k = f_{tk}/f_{yk} = \boxed{1.20} \text{ MPa}$$

Allungamento a rottura (nel caso di impiego di legame costitutivo tipo bilineare con incrudimento)

$$(A_{gt})_k = \quad \varepsilon_{uk} = \boxed{7.5} \%$$

$$\varepsilon_{ud} = \quad 0,9 \varepsilon_{uk} = \boxed{6.75} \%$$

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$$\gamma_c = \quad \mathbf{1.15}$$

Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1,0

Resistenza di calcolo allo SLU:

$$f_{yd} = \boxed{391.3} \text{ MPa } (f_{yk}/\gamma_s)$$

Modulo di elasticità :

$$E_f = \boxed{210000} \text{ MPa}$$

Tensione massima per la verifica agli SLE (Prescrizioni Manuale RFI Parte 2-Sezione 2)

$$\sigma_{s \max} = (0,75 f_{yk}) = \boxed{360} \text{ MPa} \quad \text{Combinazione di Carico Caratteristica(Rara)}$$

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A

4. CARATTERIZZAZIONE E CRITERI DI PROGETTAZIONE GEOTECNICA

Il ponte ricade alle chilometriche 18+648.50 – 18+657.25 del tracciato di progetto dell'Asse Principale, nell'ambito del 1° Lotto Funzionale Frasso-Telese, individuato dalle pk 16+500 – 27+700.

La definizione del modello geotecnico di sottosuolo di riferimento per il dimensionamento delle strutture di fondazione dell'opera, è trattata diffusamente nella specifica sezione dedicata all'opera in esame nell'ambito del seguente documento di progetto:

Relazione generale di linea delle opere all'aperto - Sub lotto 1	I	F	O	H	0	2	D	1	1	R	B	G	E	0	0	0	1	0	0	1	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Nella fattispecie, dal documento appena citato si desumono le curve di portanza dei pali nei riguardi dei carichi verticali di compressione e/o trazione, oltre al coefficiente α [m] utile alla valutazione delle sollecitazioni flessionali a testa pali legati alla deformabilità a taglio della palificata; relativamente a quest'ultimo aspetto, si specifica che ai fini della valutazione degli sforzi normali a testa pali, la valutazione del momento incrementale $M=T \times \alpha$ è stata effettuata considerando un coefficiente α pari al 50% di quello relativo al modello di palo isolato rigidamente vincolato in testa, per tener conto in qualche modo della reale deformabilità del plinti, mentre, per la valutazione delle sollecitazioni di progetto del palo singolo, il coefficiente α è stato considerato cautelativamente per intero.

Viene invece affrontato nell'ambito del presente paragrafo il tema del carico limite dei pali nei riguardi delle azioni orizzontali, essendo tale aspetto strettamente connesso agli aspetti strutturali (armatura di progetto a testa palo).

4.1 STRATIGRAFIA E INDAGINI IN PROSSIMITA' DELL'OPERA

Nelle vicinanze dell'opera sono state eseguite le seguenti indagini.

Sondaggio	Anno	Profondità	SPT n.	Lefranc n.	Lugeon n.	Dilatometrica n.	Pressiometrica n.	CR n.	Cl n.	CL n.	Piezometro	Inclinometro	DH
		[m]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	TA/CC	[m]	[m]
IF15V02	2017	30	7	2				2	2	-	TA	-	-

Il sondaggio ha evidenziato la presenza di depositi alluvionali (attuali e recenti) fino a 5.5 m da p.c., composti per i primi 2.0 m circa da limo sabbioso (unità ba2) e successivamente da argille limose (unità ba3). A seguire è stato intercettato uno strato di spessore di circa 7.5 m costituito da tufo grigio scuro-nero (unità TGC2). Infine, è stata riscontrata la presenza dell'unità di Maddaloni fino alla massima profondità investigata (30.0 m), in particolare,

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A

ghiaie grossolane in matrice sabbioso-limosa (unità MDL1) per uno spessore di circa 8.5 m, argille (unità MDL3) per circa 1.5 m e a seguire limi sabbiosi (unità MDL2).

Non sono ancora disponibili prove di laboratorio sui campioni prelevati in sito.

FALDA: il livello della falda massimo rilevato in corrispondenza del piezometro installato nel foro del sondaggio è a quota +30.0 m s.l.m., quindi variabile da 7.0 a 9.0 m circa di profondità dal p.c. locale (vedasi profilo geotecnico longitudinale). Per il dimensionamento delle fondazioni profonde del ponte, il livello piezometrico viene cautelativamente assunto a p.c. per la presenza del fiume.

Pertanto, risulta in corrispondenza dell'opera in esame, la seguente stratigrafia di progetto:

VI03 – stratigrafia spalla S1, spalla S2

Profondità [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	c_u [kPa]	ϕ' [°]	N_q [-]	qb lim [kPa]
da 0.0 a 5.5	ba3	19.0	70	-	-	-
da 5.5 a 13.0	TGC2	18.5	-	34	17	4300
da 13.0 a 21.5	MDL1	20.0	-	38	25	5800
da 21.5 a 23.0	MDL3	20.0	200	-	-	-
>23	MDL2	20.0	-	34	17	4300
Falda: cautelativamente a p.c. (zona alveo/golena)						

4.2 CURVE DI PORTANZA DI PROGETTO A CARICO VERTICALE

La capacità portante per le fondazioni del viadotto è stata valutata per pali di grande diametro $D=1200$ mm considerando l'Approccio 2 (A1+M1+R3) di normativa e quindi con i seguenti coefficienti parziali sulle resistenze di base e laterale:

N_1 verticali di indagine, da cui $\xi_3 = 1.7$,

FSL = fattore di sicurezza per la portata laterale a compressione ($=\xi_3 \cdot \gamma_s = 2.0$).

FSL,t = fattore di sicurezza per la portata laterale a trazione ($=\xi_3 \cdot \gamma_{st} = 2.1$).

FSB = fattore di sicurezza per la portata di base ($=\xi_3 \cdot \gamma_b = 2.3$).

Quindi per la verifica di capacità portante del palo si dovranno verificare le seguenti due condizioni:

- $N_{max,SLU} < Q_d$, la massima sollecitazione assiale (sia statica, che sismica) allo SLU dovrà essere inferiore alla portata di progetto del palo (riportata nelle seguenti tabelle);

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	19 di 162

- $N_{max,SLE} < Q_{II} / 1.25$ la massima sollecitazione assiale allo SLE RARA dovrà essere inferiore alla portata laterale limite del palo (Q_{II} , riportata nelle seguenti tabelle) con un fattore di sicurezza di 1.25.

Inoltre si è considerato:

- testa palo a 2.0 m di profondità da p.c.;
- falda cautelativamente a p.c..

- Tabella 1 – VI03 - Capacità portante palo D=1200 mm - A1+M1+R3 compressione

- LINEA NAPOLI-BARI TRATTA CANCELLO-BENEVENTO FRASSO-VITULANO

- VI03 palo D1200mm -SLU A1+M1+R3

- STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q _{II} kN	Q _{bI} kN	W _p kN	Q _u kN	Q _d kN
.00	0.	755.	0.	755.	328.
.50	21.	766.	3.	784.	341.
1.00	47.	777.	6.	818.	355.
1.50	77.	788.	8.	856.	372.
2.00	112.	798.	11.	899.	392.
2.50	152.	809.	14.	947.	414.
3.00	196.	820.	17.	999.	438.
3.50	243.	831.	20.	1054.	463.
4.00	284.	930.	23.	1191.	524.
4.50	327.	1029.	25.	1330.	585.
5.00	373.	1128.	28.	1472.	648.
5.50	422.	1227.	31.	1618.	713.
6.00	474.	1326.	34.	1766.	780.
6.50	530.	1425.	37.	1918.	848.
7.00	589.	1524.	40.	2073.	917.
7.50	651.	1605.	42.	2214.	981.
8.00	716.	1687.	45.	2358.	1046.
8.50	785.	1769.	48.	2505.	1113.
9.00	856.	1851.	51.	2656.	1182.
9.50	931.	1932.	54.	2810.	1252.
10.00	1010.	2014.	57.	2967.	1324.
10.50	1091.	2096.	59.	3128.	1397.
11.00	1178.	2177.	62.	3293.	1473.
11.50	1278.	2465.	65.	3678.	1646.
12.00	1385.	2753.	68.	4070.	1822.
12.50	1496.	3041.	71.	4466.	1999.
13.00	1612.	3328.	74.	4867.	2179.
13.50	1732.	3616.	76.	5271.	2362.
14.00	1856.	3904.	79.	5681.	2546.
14.50	1985.	4192.	82.	6094.	2733.
15.00	2118.	4333.	85.	6366.	2858.
15.50	2256.	4474.	88.	6642.	2986.
16.00	2398.	4616.	90.	6923.	3115.
16.50	2544.	4314.	93.	6765.	3054.
17.00	2695.	4012.	96.	6611.	2996.
17.50	2850.	3710.	99.	6462.	2939.
18.00	3010.	3409.	102.	6317.	2885.
18.50	3174.	3107.	105.	6176.	2833.
19.00	3343.	2805.	107.	6040.	2783.
19.50	3513.	2503.	110.	5905.	2734.
20.00	3666.	2514.	113.	6068.	2813.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	20 di 162

-	20.50	3817.	2526.	116.	6227.	2891.
-	21.00	3970.	2537.	119.	6388.	2969.
-	21.50	4133.	2856.	122.	6868.	3187.
-	22.00	4301.	3176.	124.	7353.	3407.
-	22.50	4473.	3495.	127.	7841.	3629.
-	23.00	4649.	3815.	130.	8334.	3853.
-	23.50	4829.	4134.	133.	8830.	4079.
-	24.00	5013.	4454.	136.	9331.	4307.
-	24.50	5200.	4773.	139.	9835.	4537.
-	25.00	5392.	4863.	141.	10113.	4669.
-	25.50	5587.	4863.	144.	10306.	4764.
-	26.00	5786.	4863.	147.	10502.	4860.
-	26.50	5988.	4863.	150.	10702.	4959.
-	27.00	6195.	4863.	153.	10905.	5059.
-	27.50	6405.	4863.	156.	11113.	5162.
-	28.00	6619.	4863.	158.	11324.	5266.
-	28.50	6837.	4863.	161.	11539.	5372.
-	29.00	7059.	4863.	164.	11758.	5480.
-	29.50	7285.	4863.	167.	11981.	5590.
-	30.00	7514.	4863.	170.	12208.	5702.
-	30.50	7747.	4863.	172.	12438.	5816.
-	31.00	7984.	4863.	175.	12672.	5931.
-	31.50	8225.	4863.	178.	12910.	6049.
-	32.00	8470.	4863.	181.	13152.	6168.
-	32.50	8719.	4863.	184.	13398.	6290.
-	33.00	8971.	4863.	187.	13647.	6413.
-	33.50	9227.	4863.	189.	13901.	6538.
-	34.00	9487.	4863.	192.	14158.	6666.
-	34.50	9751.	4863.	195.	14419.	6795.
-	35.00	10018.	4863.	198.	14683.	6926.

 - Lp = Lunghezza utile del palo
 - Ql1 = Portata laterale limite
 - Qb1 = Portata di base limite
 - Wp = Peso efficace del palo
 - Qu = Portata totale limite
 - Qd = Portata di progetto = $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

- Tabella 2 – VI03 - Capacità portante palo D=1200mm - A1+M1+R3 trazione

- LINEA NAPOLI-BARI TRATTA CANCELLO-BENEVENTO FRASSO-VITULANO
 - VI03 palo D1200mm -SLU A1+M1+R3 trazione
 - STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp	Ql1	Qb1	Wp	Qu	Qd
m	kN	kN	kN	kN	kN
-	.00	0.	0.	0.	0.
-	.50	21.	-8.	29.	18.
-	1.00	47.	-17.	64.	39.
-	1.50	77.	-25.	102.	62.
-	2.00	112.	-34.	146.	87.
-	2.50	152.	-42.	194.	115.
-	3.00	196.	-51.	247.	144.
-	3.50	242.	-59.	302.	175.
-	4.00	278.	-68.	346.	200.
-	4.50	313.	-76.	390.	226.
-	5.00	351.	-85.	436.	252.
-	5.50	392.	-93.	486.	280.
-	6.00	436.	-102.	538.	309.
-	6.50	482.	-110.	593.	340.
-	7.00	531.	-119.	650.	372.
-	7.50	583.	-127.	710.	405.
-	8.00	638.	-136.	773.	439.
-	8.50	695.	-144.	839.	475.

ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO

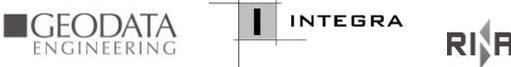
Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	21 di 162

-	9.00	755.	0.	-153.	907.	512.
-	9.50	817.	0.	-161.	978.	550.
-	10.00	882.	0.	-170.	1052.	590.
-	10.50	950.	0.	-178.	1128.	631.
-	11.00	1022.	0.	-187.	1209.	673.
-	11.50	1106.	0.	-195.	1301.	722.
-	12.00	1195.	0.	-204.	1399.	773.
-	12.50	1288.	0.	-212.	1500.	825.
-	13.00	1384.	0.	-221.	1604.	880.
-	13.50	1484.	0.	-229.	1713.	936.
-	14.00	1588.	0.	-238.	1825.	993.
-	14.50	1695.	0.	-246.	1941.	1053.
-	15.00	1806.	0.	-254.	2060.	1114.
-	15.50	1921.	0.	-263.	2183.	1177.
-	16.00	2039.	0.	-271.	2310.	1242.
-	16.50	2161.	0.	-280.	2441.	1309.
-	17.00	2287.	0.	-288.	2575.	1377.
-	17.50	2416.	0.	-297.	2713.	1447.
-	18.00	2549.	0.	-305.	2855.	1519.
-	18.50	2686.	0.	-314.	3000.	1593.
-	19.00	2826.	0.	-322.	3149.	1668.
-	19.50	2971.	0.	-331.	3302.	1746.
-	20.00	3121.	0.	-339.	3461.	1826.
-	20.50	3272.	0.	-348.	3620.	1906.
-	21.00	3421.	0.	-356.	3777.	1985.
-	21.50	3560.	0.	-365.	3925.	2060.
-	22.00	3700.	0.	-373.	4074.	2135.
-	22.50	3844.	0.	-382.	4226.	2212.
-	23.00	3991.	0.	-390.	4381.	2290.
-	23.50	4140.	0.	-399.	4539.	2370.
-	24.00	4294.	0.	-407.	4701.	2452.
-	24.50	4450.	0.	-416.	4865.	2535.
-	25.00	4609.	0.	-424.	5033.	2619.
-	25.50	4772.	0.	-433.	5204.	2705.
-	26.00	4938.	0.	-441.	5379.	2792.
-	26.50	5106.	0.	-450.	5556.	2881.
-	27.00	5279.	0.	-458.	5737.	2972.
-	27.50	5454.	0.	-467.	5920.	3064.
-	28.00	5632.	0.	-475.	6107.	3157.
-	28.50	5814.	0.	-483.	6297.	3252.
-	29.00	5999.	0.	-492.	6491.	3349.
-	29.50	6187.	0.	-500.	6687.	3447.
-	30.00	6378.	0.	-509.	6887.	3546.
-	30.50	6572.	0.	-517.	7090.	3647.
-	31.00	6770.	0.	-526.	7296.	3750.
-	31.50	6971.	0.	-534.	7505.	3854.
-	32.00	7175.	0.	-543.	7717.	3959.
-	32.50	7382.	0.	-551.	7933.	4066.
-	33.00	7592.	0.	-560.	8152.	4175.
-	33.50	7805.	0.	-568.	8374.	4285.
-	34.00	8022.	0.	-577.	8599.	4397.
-	34.50	8242.	0.	-585.	8827.	4510.
-	35.00	8465.	0.	-594.	9059.	4625.

-
- Lp = Lunghezza utile del palo
 - Qll = Portata laterale limite
 - Qbl = Portata di base limite
 - Wp = Peso efficace del palo
 - Qu = Portata totale limite
 - Qd = Portata di progetto = $Q_{ll}/FS,1 + Q_{bl}/FS,b - W_p$

4.3 COEFFICIENTE α

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A	FOGLIO 22 di 162

Nella Relazione Geotecnica Generale già citata in precedenza, è riportata la valutazione del parametro alfa (α), per le varie situazioni stratigrafiche caratteristiche del tracciato, tra cui l'area interessata dalla realizzazione dell'opera in esame; in funzione dei risultati ottenuti si è ritenuto di assumere, ai fini progettuali, un valore del coefficiente α pari a **2.6m**.

4.4 CARICO LIMITE PER AZIONI ORIZZONTALI

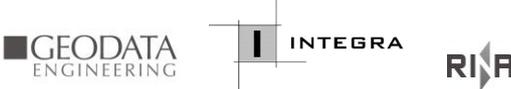
Per le fondazioni in esame, vista la presenza di una stratigrafia piuttosto variabile con la profondità in cui si intercalano incoerenti e coesivi e la presenza di carichi orizzontali piuttosto elevati in condizioni sismiche, le verifiche a carico limite orizzontale sono state svolte con programma FEM non lineare, considerando negli altri strati di terreno curve P-Y non lineari, definibili lungo il fusto del palo e resistenze variabili. La teoria di Broms è comunque applicabile però impone semplificazioni (ad esempio unico tipo di terreno) che rendono ancora più restrittiva la verifica, mentre l'utilizzo di una legge P-Y di mobilitazione non lineare, di tipo iperbolico per la valutazione della pressione orizzontale limite, meglio descrive il comportamento dei terreni in esame.

Il palo, in testa è stato vincolato alla rotazione ($\varphi=0$ rotazione impedita) ed è stato applicato un carico orizzontale (H) via via incrementato, mobilitando man mano la resistenza laterale disponibile fino a raggiungere il momento di prima plasticizzazione della sezione lungo il palo.

La verifica a carico limite è stata svolta incrementando il carico orizzontale man mano fino ad un carico massimo pari al taglio massimo (T_{max} , SLU) per il coefficiente di sicurezza FS. Il fattore di sicurezza per la verifica a carico orizzontale è valutato come $FS = \gamma_T \cdot \xi_3$ (con $\gamma_T = 1.30$). Per la verifica a carico limite orizzontale, per le opere in esame, è stato assunto $\xi_3 = 1.40$, con riferimento al numero massimo di verticali di indagine eseguite su ogni sub lotto di pertinenza. Questo per i seguenti motivi:

- le verifiche vengono condotte per le condizioni di carico più gravose, che sono date dalle azioni sismiche SLU, in cui si evidenziano valori delle azioni orizzontali molto alti, decisamente maggiori rispetto alle massima azioni orizzontali in condizioni statiche SLU.
- per le singole unità geotecniche, l'insieme delle informazioni per la caratterizzazione geotecnica del terreno deriva anche dall'analisi di tutte le prove in sito ed in laboratorio del singolo sub lotto, dettagliate sulle indagini locali in corrispondenza dell'opera principalmente per la definizione della stratigrafia.

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A	FOGLIO 23 di 162

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 14 gennaio 2008 e relativa circolare applicativa.

L'opera in questione rientra in particolare nell'ambito del Progetto di Raddoppio della tratta Ferroviaria Frasso Telesino – Vitulano, che si sviluppa per circa 30Km, da ovest verso est, attraversando il territorio di diverse località tra cui Dugenta/Frasso (BN), Amorosi (BN), Telese(BN), Solopaca(BN), San Lorenzo Maggiore(BN), Ponte(BN), Torrecuso(BN), Vitulano (BN) Benevento – Località Roseto (BN).

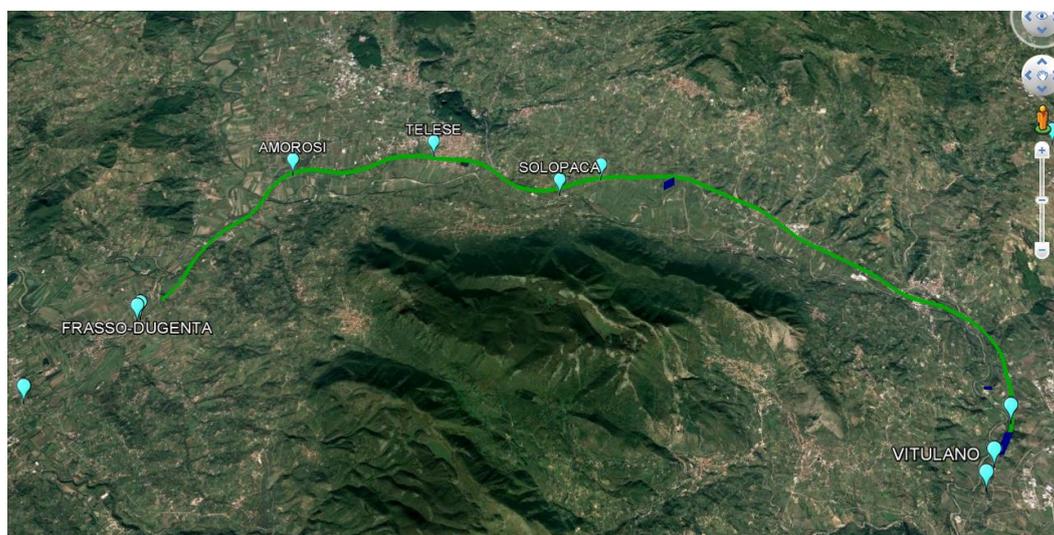


Figura 3 – Configurazione planimetrica tracciato

In considerazione della variabilità dei parametri di pericolosità sismica con la localizzazione geografica del sito, ed allo scopo di individuare dei tratti omogenei nell'ambito dei quali assumere costanti detti parametri, si è provveduto a suddividere il tracciato in tre sottozone sismiche, a seguito di un esame generale del livello pericolosità sismica dell'area che evidenzia un graduale incremento dell'intensità sismica da ovest verso est; nella fattispecie le zone sismiche "omogenee" individuate, sono quelle di seguito elencate:

Zona S1 : da pk 16+500 a pk 22+500 (Dugenta/Frasso – Amorosi)

Zona S2 : da pk 22+500 a pk 30+000 (Amorosi – Solopaca)

Zona S3 : da pk 30+000 a pk 46+577 (Solopaca-Ponte-Vitulano)

Per ciascuna zona, sono stati dunque individuati, in funzione del periodo di riferimento dell'azione sismica (VR), i parametri di pericolosità sismica (ag/g , F_0 e T_c^*) rappresentativi delle più severe condizioni di pericolosità riscontrabili lungo il tratto di riferimento, assumendo in particolare come riferimento le seguenti Località

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0304 001</td> <td>A</td> <td>24 di 162</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	24 di 162
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	24 di 162								

Zona S1 : Amorosi (BN)

Zona S2 : Solopaca (BN)

Zona S3 : Ponte (BN)

Nei paragrafi seguenti è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica per ciascuna delle località di riferimento.

L'opera in esame ricade nella zona sismica denominata Zona S1

5.1 Vita Nominale e Classe d'uso dell'Opera

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (VN), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (CU)

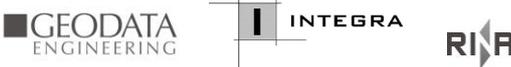
La vita nominale delle infrastrutture ferroviarie può, di norma, assumersi come indicato nella seguente tabella.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V _N [anni]
1	Opere nuove su infrastrutture ferroviarie progettate con le norme vigenti prima del DM14/1/2008 a velocità convenzionale V<250 Km/h	50
2	Altre opere nuove a velocità V<250 Km/h	75
3	Altre opere nuove a velocità V>250 Km/h	100
4	Opere di grandi dimensioni: ponti e viadotti con campate di luce maggiore di 150 m	≥100

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale VN = 75 anni (categoria 2)

Riguardo invece la Classe d'Uso, il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008, individua le seguenti quattro categorie

- Classe I: costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- Classe II: costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe III o in Classe IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0304 001</td> <td>A</td> <td>25 di 162</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	25 di 162
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	25 di 162								

- Classe III: costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- Classe IV: costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione di strade", e di tipo quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti o reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

All' opera in oggetto corrisponde pertanto una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II):

$$C_u = 1.5$$

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_n per il coefficiente d'uso C_u , ovvero:

$$V_R = V_n \cdot C_u$$

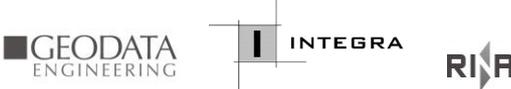
Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$ anni

5.2 Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi del D.M. 14-01-2008, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica / V_R) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

Il DM 14.01.08 definisce in particolare la pericolosità sismica di un sito attraverso i seguenti parametri:

- **ag/g**: accelerazione orizzontale relativa massima al suolo, su sito di riferimento rigido;
- **Fo**: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- **T*c**: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0304 001</td> <td>A</td> <td>26 di 162</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	26 di 162
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	26 di 162								

Per quanto detto al precedente paragrafo, risulta:

Localizzazione Geografica : Amorosi (BN), Solopaca (BN), Ponte (BN)

Periodo di riferimento Azione sismica $V_R = 112.5$ anni,

Riguardo, infine gli stati limite di verifica/periodo di ritorno dell'azione sismica, la normativa individua in particolare 4 situazioni tipiche riferendosi alle prestazioni che la costruzione nel suo complesso deve poter espletare, riferendosi sia agli elementi strutturali, che a quelli non strutturali / impianti, come di seguito descritto:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile all'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.
- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture o crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione invece conserva una parte della resistenza e della rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

A ciascuno stato limite di verifica è quindi associata una probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , secondo quanto indicato nel seguito:

Stati Limite		P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0304 001</td> <td>A</td> <td>27 di 162</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	27 di 162
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	27 di 162								

Tab. 3.2.1 DM 14.01.08

A ciascuna probabilità di superamento P_{VR} è quindi associato un Periodo di Ritorno dell'azione sismica T_R , valutabile attraverso la seguente relazione:

$$T_R = - V_R / \ln(1-P_{VR}) \quad (\text{periodo di ritorno dell'azione sismica})$$

Nel caso in esame risulta dunque, con riferimento ai diversi stati limite :

SLATO LIMITE	T_R [anni]
SLO	68
SLD	113
SLV	1068
SLC	2193

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A

Zona S1 da pk 16+500 a pk 22+500 (Dugenta/Frasso – Amorosi)

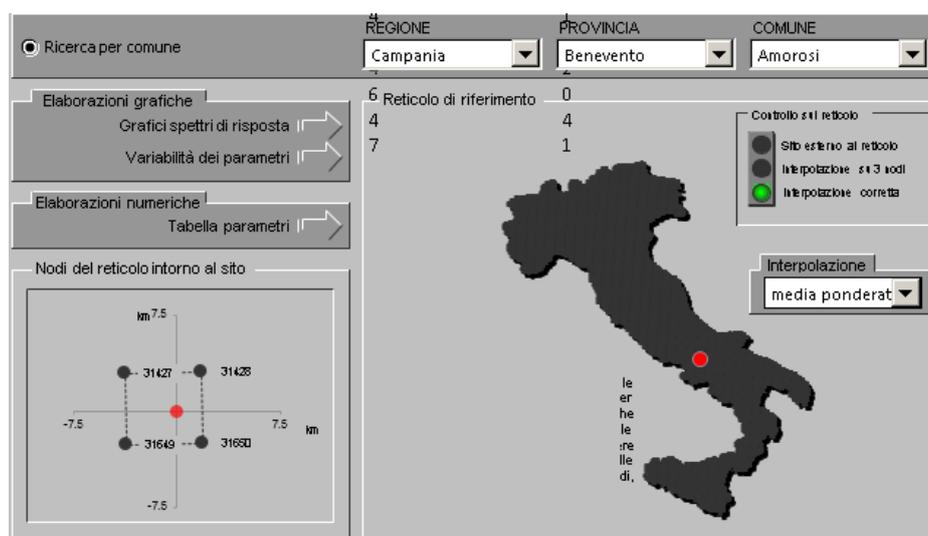
Di seguito si riportano i parametri di pericolosità sismica da assumere come riferimento per la determinazione delle Azioni sismiche di progetto per opere ricadenti nella parte di tracciato dell'infrastruttura individuata come zona S1:

Località : Amorosi (BN)

Località	
Comune	Amorosi
Provincia	Benevento
Regione	Campania
Latitudine	41,2042407
Longitudine	14,4648703

VR = 112.5 anni

Sulla scorta di quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottiene:



SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.078	2.428	0.324
SLD	113	0.099	2.440	0.340
SLV	1068	0.273	2.352	0.419
SLC	2193	0.357	2.394	0.433

Tabella di riepilogo Parametri di pericolosità sismica zona S1

Zona S2 da pk 22+500 a pk 30+000 (Amorosi – Solopaca)

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A

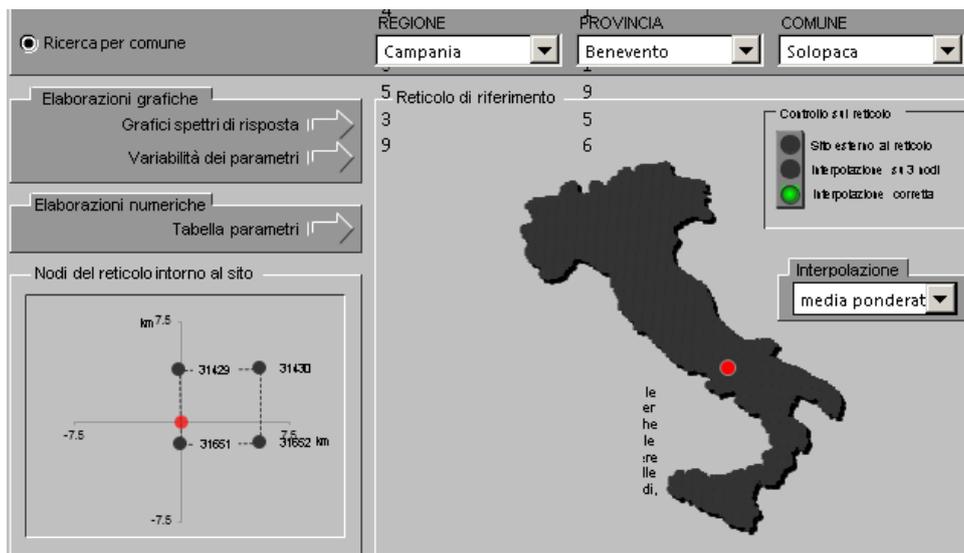
Di seguito si riportano i parametri di pericolosità sismica da assumere come riferimento per la determinazione delle Azioni sismiche di progetto per opere ricadenti nella parte di tracciato dell'infrastruttura individuata come zona S2:

Località : Solopaca (BN)

Località	
Comune	Solopaca
Provincia	Benevento
Regione	Campania
Latitudine	41,1937370
Longitudine	14,5550380

$V_R = 112.5$ anni

Sulla scorta di quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottiene:



SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.088	2.368	0.316
SLD	113	0.113	2.377	0.331
SLV	1068	0.322	2.346	0.401
SLC	2193	0.419	2.430	0.425

Tabella di riepilogo Parametri di pericolosità sismica zona S2

Zona S3 da pk 30+000 a pk 46+577 (Solopaca-Ponte-Vitulano)

Di seguito si riportano i parametri di pericolosità sismica da assumere come riferimento per la determinazione delle Azioni sismiche di progetto per opere ricadenti nella parte di tracciato dell'infrastruttura individuata come zona **S2**:

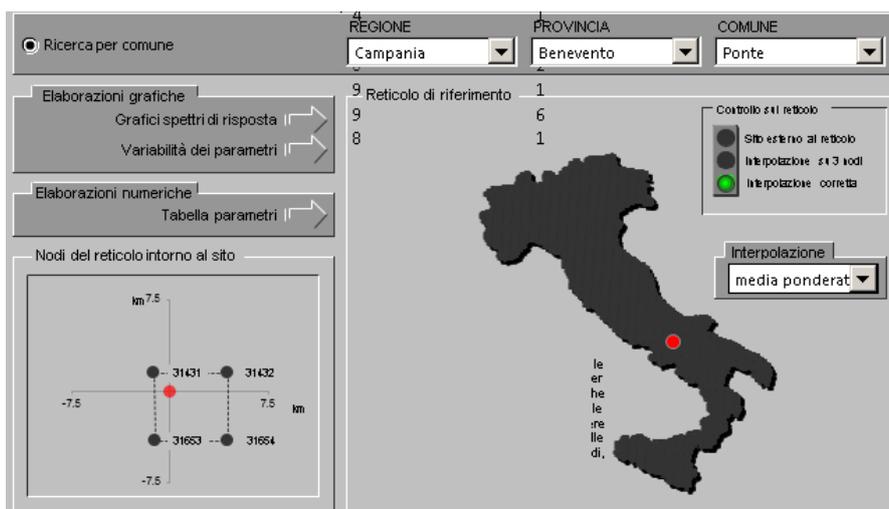
  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A

Località : Ponte (BN)

Località	
Comune	Ponte
Provincia	Benevento
Regione	Campania
Latitudine	41,2139730
Longitudine	14,6935400

$V_R = 112.5$ anni

Sulla scorta di quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottiene:



SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.097	2.343	0.310
SLD	113	0.127	2.332	0.326
SLV	1068	0.367	2.346	0.395
SLC	2193	0.473	2.445	0.427

Tabella di riepilogo Parametri di pericolosità sismica zona S3

L'opera in esame ricade nella zona sismica denominata S1.

5.3 Categoria di sottosuolo e categoria topografica

Le Categoria di Sottosuolo e le Condizioni Topografiche sono valutate come descritte al punto 3.2.2 del DM 14.01.08, ovvero:

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	31 di 162

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 3.2.III – Categorie aggiuntive di sottosuolo.

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

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

Tabella di riepilogo Categoria di Sottosuolo e Topografiche DM 14.01.08

Note la Categoria di Sottosuolo e le Condizioni Topografiche, la costruzione degli spettri passa infine attraverso la definizione dei coefficienti di Amplificazione Stratigrafica (S_s e C_c) e Topografica (S_T), mediante le indicazioni di cui alle tab 3.2.V e 3.2.VI del DM 14.01.08, che si ripropongono nel seguito per chiarezza espositiva:

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_S e di C_C

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Per il caso in esame, come riportato all'interno della relazione geotecnica e di calcolo del lotto in esame (lotto1) (cod. elaborato IF0H02D 11CLGE0001004A), risulta una categoria di sottosuolo di tipo B e una classe Topografica T1.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	33 di 162

6. ANALISI DEI CARICHI

6.1 Carichi provenienti dall'impalcato

6.1.1 Pesi permanenti strutturali e non strutturali

G1 (Permanenti strutturali)

Impalcato :					
$\gamma_{ca} =$	25	KN/m ³			
$\gamma_{tr} =$	2.91	KN/m	(Peso a metro 1 travi HE900M)		
$A_{ca} =$	12.2	m ²	(Area impalcato)		
$A_{tr} =$	0.04	m ²	(Area travi)		
$n_{travi} =$	24	m ³	(n° totale travi)		
$A_{ca,netta} =$	11.24	m ²	(Area impalcato al netto delle travi)		
Tot G1 =	350.8	KN/m	(peso complessivo struttura impalcato per metro in direzione longitudinale)		
N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
3069.85	0	0	0	0	Scarichi su spalla mobile
3069.85	0	0	0	0	Scarichi su spalla fissa

G2 (Permanenti non strutturali)

Ballast/Armamento					
$\gamma_{armam} =$	18	KN/m ³			
$L =$	8.20	m	(lunghezza complessiva trasversale)		
$s =$	0.80	m	(spessore)		
$G2a =$	118.1	KN/m	(peso complessivo armamento a metro lineare in direzione longitudinale)		
Impermeabilizzazione e Massetto di protezione					
$\gamma_{mass} =$	21	KN/m ³			
$L =$	11.70	m	(lunghezza complessiva trasversale)		
$s =$	0.05	m	(spessore)		
$G2b =$	12.3	KN/m	(peso complessivo armamento a metro lineare in direzione longitudinale)		
Canalette portacavi					
$G2c =$	5.0	KN/m	(peso complessivo canalette portacavi (n°2) a metro lineare in direzione longitudinale)		
Velette in c.a. a margine impalcato					
$G2d =$	3.0	KN/m	(peso complessivo velette a margine impalcato per metro lineare in direzione longitudinale.)		

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	34 di 162

Barriere Antirumore

Si fa riferimento cautelativamente al caso di doppia barriera, anche se non contemplato attualmente dal progetto, in previsione di eventuali future integrazioni degli interventi di mitigazione acustica

$p_{barr} =$	4.0	KN/m ²	(peso barriera a metro quadro)	
$hb =$	5.05	m	(Barriera H4)	
$nb =$	2		(n° barriere previste)	
$G2e =$	40.4	KN/m	(peso complessivo barriere antirumore a metro lineare in direzione longitudinale.)	
tot.G2 =	178.8	KN/m	(Carico permanente complessivo non strutturale per metro in direzione longitudinale)	
N	ML	MT	TL	TT
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
1564.40	0	0	0	0
1564.40	0	0	0	0

Scarichi su spalla mobile

Scarichi su spalla fissa

Ai fini della valutazione delle azioni agenti sugli elementi strutturali costituenti la spalla vengono inoltre considerati il peso proprio della spalla (calcolato considerando un peso specifico del calcestruzzo di 25 kN/m³) e il peso del terreno compreso tra i muri andatori.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A

6.1.2 Carichi variabili sui marciapiedi

Lm =	1.75	m	(larghezza trasversale singolo marciapiede)		
q13=	10.00	KN/m2	(carico variabile per unità di superficie zona marciapiedi)		
tot.Qm 1=	17.5	KN/m	(carico variabile sui marciapiedi per metro lineare longitudinale 1 marciapiede carico)		
et(m) =	5.20	m	eccentricità trasversale di calcolo		
Qm1 (1 Marciapiedi carico)					
N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
153.13	0.0	796.3	0.0	0.0	Scarichi su spalla mobile
153.13	0.0	796.3	0.0	0.0	Scarichi su spalla fissa
tot.Qm 2 =	35.0	KN/m	(carico variabile sui marciapiedi per metro lineare longitudinale 2 marciapiedi carichi)		
et(m) =	0.10	m	eccentricità trasversale di calcolo		
Qm2 (2 Marciapiedi carichi)					
N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
306.25	0.0	30.6	0.0	0.0	Scarichi su spalla mobile
306.25	0.0	30.6	0.0	0.0	Scarichi su spalla fissa

6.1.3 Carichi variabili da traffico

6.1.3.1 Azioni da traffico ferroviario

Per la valutazione delle azioni da traffico ferroviario trasmesse dall'impalcato alle spalle si è fatto riferimento ai modelli di carico previsti dalle norme.

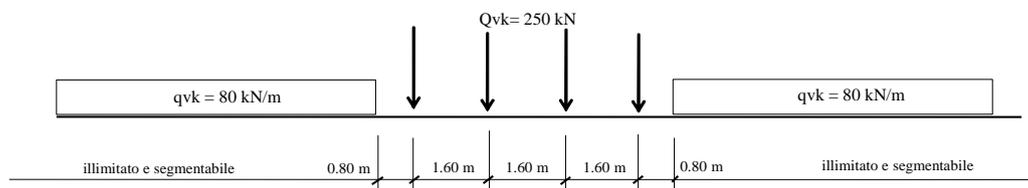
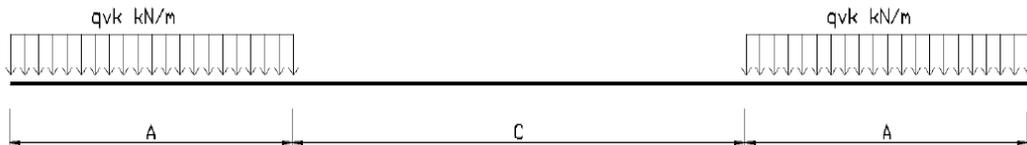


Figura 4 – Modello di carico LM71

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	36 di 162



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

Tab. 5.2.I. caratteristiche treni di carico SW

Figura 5 – Modello di carico SW

In particolare si sono considerati i carichi equivalenti (taglianti e flettenti) previsti dalle norme ferroviarie RFI DTC SI PS MA IFS 001 A in funzione della luce di impalcato netta. Tali carichi sono comprensivi del coefficiente di adattamento α .

LM71X1,1					
Carico Equivalente Tagliante:	152.1	KN/m			
Carico Equivalente flettente:	141.6	KN/m			
SW0X1,1					
Carico Equivalente Tagliante:	146.0	KN/m			
Carico Equivalente flettente:	146.0	KN/m			
SW2X1,0					
Carico Equivalente Tagliante:	153.0	KN/m			
Carico Equivalente flettente:	153.0	KN/m			
tot.Q1,1a =	152.1	KN/m	(Condizione 1 binari carichi con LM71)		
et(m) =	2.08	m	(eccentricità trasversale rispetto al baricentro impalcato 2000+1435/18)		
tot.Q1,1b =	153.0	KN/m	(Condizione 1 binari carichi con sw2)		
et(m) =	2.08	m	(eccentricità trasversale rispetto al baricentro impalcato 2000+1435/18)		
tot.Q1,2a=	304.2	KN/m	(Condizione 2 binari carichi con LM71)		
et(m) =	0.08	m	(eccentricità trasversale rispetto al baricentro impalcato 1435/18)		
tot.Q1,2b =	305.1	KN/m	(Condizione 1 binario carico con LM71+1 binario con SW2- gruppo carico 1/3)		
et(m) =	0.08	m	(eccentricità trasversale rispetto al baricentro impalcato 1,435/18)		

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A	FOGLIO 37 di 162

6.1.3.2 Incremento dinamico

Trattandosi di Viadotto con velocità di percorrenza non superiore a 160 Km/h con frequenza propria della struttura ricadente all'interno del prospetto indicato in figura 5.2.7 del D.M. 14/01/2008, si utilizzano i valori dei coefficienti dinamici definiti al paragrafo 5.2.2.3.3 D.M. 14/01/2008 per linee con ridotto standard manutentivo.

La lunghezza caratteristica L_{ϕ} per questa tipologia di impalcato è proprio pari alla luce di progetto del ponte. Quindi considerando una linea con normale standard manutentivo, il coefficiente di incremento dinamico si calcola secondo l'espressione:

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_{\phi} - 0,2}} + 0,73 \quad \text{con la limitazione } 1,00 \leq \Phi_3 \leq 2,00$$

quindi:

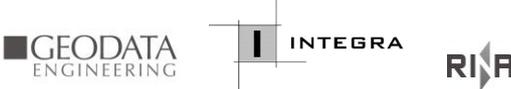
- Coefficiente dinamico per impalcato di luce $L=17.50\text{m}$: $\phi_3 = 1.29$

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	38 di 162

In definitiva gli scarichi sulle sottostrutture sono pari a:

Q1,1a x Φ 3 =	195.8	KN/m				
et1(m) =	2.08	m				
Q1,1a (1 LM71)						
N	ML	MT	TL	TT		
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]		
1713.53	0	3564.13	0	0	Scarichi su spalla mobile	
1713.53	0	3564.13	0	0	Scarichi su spalla fissa	
Q1,1b x Φ 3 =	197.0	KN/m				
et1(m) =	2.08	m				
Q1,1b (1 sw2)						
N	ML	MT	TL	TT		
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]		
1723.67	0	3585.22	0	0	Scarichi su spalla mobile	
1723.67	0	3585.22	0	0	Scarichi su spalla fissa	
Q1,2a x Φ 3 =	391.66					
et2(m) =	0.08	m				
Q1,2a (2 LM71)						
N	ML	MT	TL	TT		
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]		
3427.05	0	274.16	0	0	Scarichi su spalla mobile	
3427.05	0	274.16	0	0	Scarichi su spalla fissa	
Q1,2b x Φ 3 =	392.8	KN/m				
et(m) =	0.08	m	Eccentricità LM71 (rispetto asse binario)			
Q1,2b (1 LM71 + 1 SW2)						
N	ML	MT	TL	TT		
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]		
3437.19	0	274.98	0	0	Scarichi su spalla mobile	
3437.19	0	274.98	0	0	Scarichi su spalla fissa	

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0304 001</td> <td>A</td> <td>39 di 162</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	39 di 162
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	39 di 162								

6.1.3.3 Contemporaneità dei treni sui binari

La contemporaneità dei treni sui due binari, è stata considerata con riferimento alla condizione di traffico pesante. Come si vedrà in seguito, sono state considerate combinazioni di carico che prevedono anche solo un binario carico, ai fini di massimizzare il momento in direzione trasversale agente in testa alle sottostrutture.

6.1.4 Azioni orizzontali da avviamento / frenatura

I valori caratteristici da considerare, da moltiplicare per i coefficienti di adattamento α , sono:

Avviamento:

$$Q_{1a,k} = 33 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \leq 1000 \text{ KN} \quad \text{per modelli di carico LM71, SW/0, SW/2}$$

Frenatura:

$$Q_{1b,k} = 20 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \leq 6000 \text{ KN} \quad \text{per modelli di carico LM71, SW/0}$$

$$Q_{1b,k} = 35 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \quad \text{per modelli di carico SW/2}$$

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.

6.1.5 Forza centrifuga

Le forze centrifughe sono state calcolate con $f = 1$ dato che la velocità di progetto pari 100km/h è inferiore a 120km/h.

$$Q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot Q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} (f \cdot Q_{vk}) \quad (5.2.9.a)$$

$$q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} (f \cdot q_{vk}) \quad (5.2.9.b)$$

Si distinguono i carichi per LM71 e SW2, calcolati in funzione dei carichi equivalenti flettente e tagliante. Nel caso in esame l'azione centrifuga è nulla in quanto il viadotto si sviluppa in rettilineo.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A

6.1.6 Serpeggio

L'azione laterale associata al serpeggio è definita al par. 1.4.3.2 delle Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari, che riprende il par. 5.2.2.4.2 del DM 14.1.2008, ed equivale ad una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario, del valore di 100 kN. Tale valore deve essere moltiplicato per il coefficiente di adattamento α .

$Q_s =$	100.00	KN	(carico da serpeggiomanuale RFI)		
α LM71	1.1		(coefficiente di adattamento)		
$ev(m) =$	2.15	m	(eccentricità verticale rispetto testa muro frontale)		
QS1 (1 TRENO)					
N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
0.00	0.0	236.5	0.0	110.0	Scarichi su spalla mobile
0.00	0.0	236.5	0.0	110.0	Scarichi su spalla fissa
QS2 (2 TRENI)					
N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
0.00	0.0	473.0	0.0	220.0	Scarichi su spalla mobile
0.00	0.0	473.0	0.0	220.0	Scarichi su spalla fissa

6.1.7 Azioni parassite dei vincoli

Le resistenze parassite dei vincoli sono valutate sulla base del paragrafo 2.5.1.6.3 delle norme RFI con riferimento al caso di viadotti a trave semplicemente appoggiati:

- Spalle: $F_a = f \cdot (V_g + V_q)$;
- Pile: facendo riferimento all'apparecchio d'appoggio maggiormente caricato fra i due presenti sulla pila, si considererà agente $F_a = f \cdot (0,20 \cdot V_g + V_q)$

Dove:

V_g = Reazione verticale massima associata ai carichi permanenti;

V_q = Reazione verticale massima associata ai carichi mobili dinamizzati.

Nel caso in esame le azioni trasmesse alle sottostrutture sono pari a:

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	41 di 162

f=	0.04				
Vg1 (KN)	Vg2 (KN)				
3069.85	1564.40				
VQ1-1a (KN)	VQ1-1b (KN)	VQ1-2a(KN)	VQ1-2b(KN)	VQm1(KN)	VQm2(KN)
(1LM71)	(1SW2)	(2LM71)	(1LM71+SW2)	1 marciapiedi	2 marciapiedi
1713.53	1723.67	3427.05	3437.19	153.13	306.25

QP1a (azione su spalla mobile)		1 LM71+1MARC	
TL	260.04	KN	SLE
TL	366.37	KN	SLU
TL	199.08	KN	SISMA
QP1b (azione su spalla mobile)		1 SW2 + 1 MARC	
TL	260.44	KN	SLE
TL	366.96	KN	SLU
TL	199.16	KN	SISMA
QP2a (azione su spalla mobile)		2 LM71 + 2 marc	
TL	334.70	KN	SLE
TL	473.11	KN	SLU
TL	212.79	KN	SISMA
QP2b (azione su spalla mobile)		1 LM71 + 1SW2 + 2 marc	
TL	335.11	KN	SLE
TL	473.69	KN	SLU
TL	212.87	KN	SISMA

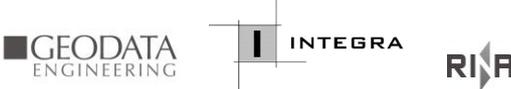
Si specifica che i valori di sollecitazioni (TL) precedentemente riportati, per ciascuno dei casi esaminati, contemplano già i coefficienti di combinazione e/o partecipazioni proprie delle Vg e Vq da considerare per ciascuno stato limite di verifica:

Coefficienti di Combinazione e di partecipazione

$\gamma_{G1} =$	1,35	
$\gamma_{G2} =$	1,5	
$\gamma_{Q1} =$	1,45	carico ferroviario
$\gamma_{Qm} =$	1,5	carico marciapiedi

(SLE rara /SLU)	
$\psi_o =$	-
$\psi_o =$	-
$\psi_o =$	1
$\psi_o =$	0,8

(Sisma)	
$\psi_2 =$	-
$\psi_2 =$	-
$\psi_2 =$	0,2
$\psi_2 =$	0

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0304 001</td> <td>A</td> <td>42 di 162</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	42 di 162
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	42 di 162								

6.1.8 Azioni da Vento

Il calcolo dell'azione del vento è condotto secondo le indicazioni del par. 3.3 del DM 14.01.2008, in cui l'effetto di tale evento è modellato, ai fini del calcolo strutturale, con una pressione normale e/o tangenziale sulla superficie di impatto effettiva o convenzionale, valutate mediante le espressioni 3.3.2 e 3.3.3 dello stesso DM, ovvero:

$p_v = q_b \times c_e \times c_p \times c_d$	(pressione normale)
$p_f = q_b \times c_e \times c_f$	(azione tangente)

Essendo:

q_b : pressione cinetica di riferimento

c_e : coefficiente di esposizione

c_p : coefficiente di forma (o aerodinamico)

c_d : coefficiente dinamico

c_f : coefficiente di attrito

Per il caso dell'opera in esame, risulta in ogni caso significativa la sola azione normale che produce azioni trasversali all'impalcato e quindi alle sottostrutture.

Pressione Cinetica di riferimento - q_b

La pressione cinetica di riferimento in N/m², è data dall'espressione:

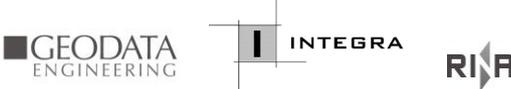
$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2$$

dove

v_b è la velocità di riferimento del vento (in m/s);

ρ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 kg/m³.

Occorre in primo luogo dunque determinare la velocità di riferimento del Vento $v_b(T_R)$ relativa alla Vita di riferimento dell'opera T_r , assunta pari a 75 anni, utilizzando a tal riguardo la formulazione proposta al par. C3.3.2 del DM 14/02/2008, ovvero:

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0304 001</td> <td>A</td> <td>43 di 162</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	43 di 162
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	43 di 162								

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

con:

$$\alpha_R = 0,75 \cdot [1 - 0,2 \cdot \ln (-\ln (1-1/ T_R))]^{0,5} = 1.023$$

La velocità di riferimento del Vento v_b , riferita ad un periodo di ritorno di 10 min in 50 anni, è data dalla 3.3.1 del DM 2008; in particolare ricadendo il sito in esame in Zona 3 ed essendo l'altitudine massima dell'intera area attraversata dal tracciato di progetto dell'infrastruttura contenuta entro i 200m circa s.l.m. risulta quanto di seguito:

Sito di Riferimento : Campania (Zona 3)

$$\begin{aligned}
 V_{b,0} \text{ (m/(sec))} &= \mathbf{27} \\
 a_0 \text{ (m)} &= \mathbf{500} \\
 k_a &= \mathbf{0.02} \\
 a_s \text{ (m)} &= \mathbf{200} \quad (\text{Altitudine massima slm del sito ove sorge la costruzione}) \\
 \\
 V_b &= \mathbf{27} \quad \text{m/s} \\
 \alpha_r &= \mathbf{1.023} \\
 V_b (TR) &= \mathbf{27.621} \quad \text{m/s} \\
 \rho &= \mathbf{1.25} \quad \text{Kg/m}^3
 \end{aligned}$$

e quindi:

$$q_b = \mathbf{476.8} \quad \text{N/m}^2 = \mathbf{0.477} \quad \text{KN/m}^2$$

Coefficiente di forma - cp

Per la valutazione del coefficiente di forma dell'impalcato si è fatto riferimento a quanto indicato nell'EC1-4.

Nello specifico si fa riferimento ad entrambe le situazioni di *Ponte Scarico* e *Ponte carico/ con Barriera Antirumore*, considerando quest'ultimo caso ai fini delle analisi, in quanto più gravoso o comunque pressoché coincidente con il caso di presenza del convoglio.

In particolare, con riferimento a quanto indicato negli schemi grafici di cui alla pagina seguente risulta:

$$d_{tot} (1) = 1.37 + 0.60 = 1.97\text{m} \quad (\text{Ponte scarico})$$

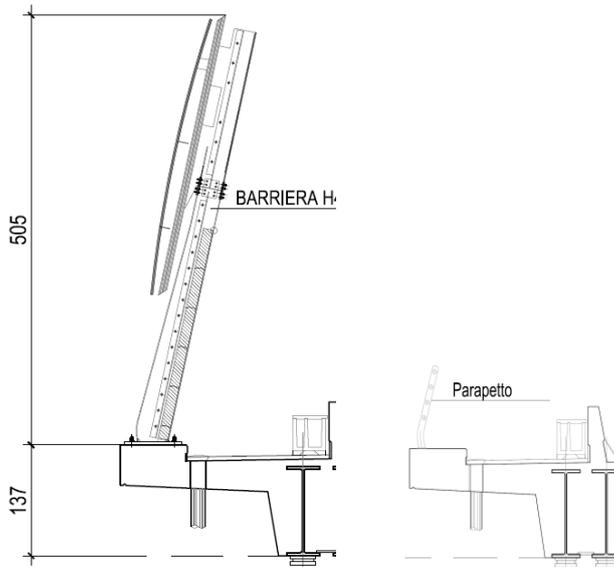
$$d_{tot} (2a) = 1.37 + 5.05 = 6.42\text{m} \quad (\text{Ponte con convoglio o Barriera antirumore su un solo lato})$$

$$d_{tot} (2b) = 1.37 + 2 \cdot 5.05 = 11.47 \text{ m} \quad (\text{Ponte con convoglio o Barriera antirumore su entrambi i lati})$$

Spalle: Relazione di calcolo

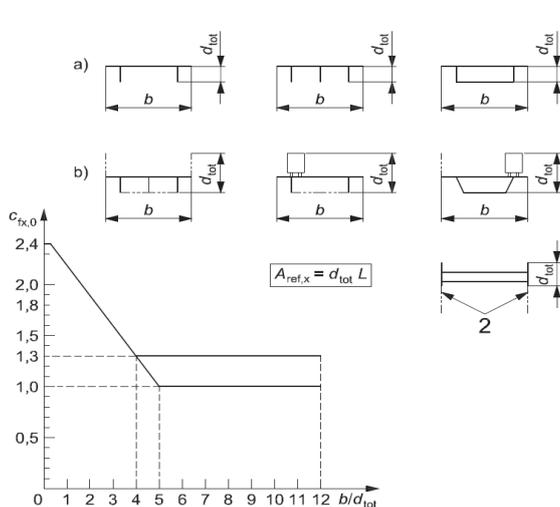
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	44 di 162

Essendo 5.05m, l'altezza complessiva della barriera antirumore tipo H=4 prevista sulle opere d'arte e d_{tot} la dimensione complessiva da considerare ai fini del calcolo della superficie totale d'impatto



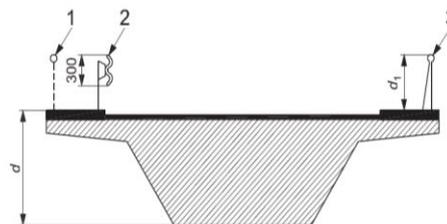
e quindi:

LUCE IMPALCATO	$A_{TOT,1}$	$A_{TOT,2a}$	$A_{TOT,2b}$
17.50	$17.50 \times 1.97 \cong 34.5 \text{ m}^2$	$17.50 \times 6.42 \cong 112.4 \text{ m}^2$	$17.50 \times 11.47 \cong 200.7 \text{ m}^2$



Legenda

- 1 Parapetti aperti
 - 2 Barriere di sicurezza aperte
 - 3 Parapetti, barriere antirumore o barriere di sicurezza a parete piena
- Dimensioni in millimetri



Altezza d_{tot} da impiegarsi per il calcolo di $A_{ref,x}$

Sistema di ritenuta	su un lato	su entrambi i lati
Parapetto aperto o barriera di sicurezza aperta	$d + 0,3 \text{ m}$	$d + 0,6 \text{ m}$
Parapetto a parete piena o barriera di sicurezza a parete piena	$d + d_1$	$d + 2 d_1$
Parapetto aperto e barriera di sicurezza aperta	$d + 0,6 \text{ m}$	$d + 1,2 \text{ m}$

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	45 di 162

Riferimenti EC1-4 per la valutazione del coefficiente di forma.

Si procede dunque, nel seguito, con il calcolo dei coefficienti di forma nei tre casi in riferimento:

Calcolo coefficiente di forma per impalcato Caso 1 (rif. §8.3.1 EC1-4)

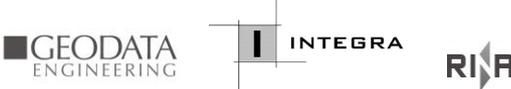
d_{tot} (m)	1.97	
b (m)	13,7	larghezza totale dell'impalcato
b/d_{tot} (-)	6,95	
C_{p1} :	1,30	coefficiente di forma

Calcolo coefficiente di forma per impalcato Caso 2a (rif. §8.3.1 EC1-4)

d_{tot} (m)	6.42	
b (m)	13,7	larghezza totale dell'impalcato
b/d_{tot} (-)	2,13	
C_{p2a} :	1,90	coefficiente di forma

Calcolo coefficiente di forma per impalcato Caso 2b (rif. §8.3.1 EC1-4)

d_{tot} (m)	11.47	altezza totale di impatto
b (m)	13,7	larghezza totale dell'impalcato
b/d_{tot} (-)	1,20	
C_{p2b} :	2,20	coefficiente di forma

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A	FOGLIO 46 di 162

Coefficiente di esposizione – c_e

Il coefficiente di esposizione, è definito al 3.3.7 del DM 14.01.08, dalle seguenti espressioni:

$$\begin{aligned}
 c_e(z) &= k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] && \text{per } z \geq z_{\min} \\
 c_e(z) &= c_e(z_{\min}) && \text{per } z < z_{\min}
 \end{aligned}
 \tag{3.3.5}$$

dove

k_r , z_0 , z_{\min} sono assegnati in Tab. 3.3.II in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;

c_t è il coefficiente di topografia.

Tabella 3.3.II – Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

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

Il coefficiente di topografia è assunto, **pari ad 1**, come da indicazioni normative.

Per la determinazione invece degli altri parametri k_r , z_0 e z_{\min} è necessario invece definire la Categoria di esposizione del sito, che dipende dalla classe di rugosità del terreno e dalla distanza della costruzione della Costa secondo quanto indicato nelle tabelle seguenti:

ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	47 di 162

Tabella 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

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

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

ZONE 1,2,3,4,5						
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

Nello specifico, per il caso in specie risulta:

Distanza dalla Costa \cong 50 Km / Altitudine max : \cong 200 m

Classe di rugosità : D

→ Categoria di esposizione del sito: II

e quindi:

Caso 1

$$\begin{aligned}
 Z \text{ (m)} &= 1.67 \text{ m} && \text{(Altezza della Costruzione)} \\
 Z_0 &= 0.05 \text{ m} \\
 Z_{\min} &= 4.0 \text{ m} \\
 k_r &= 0.19 \\
 C_e \text{ (} Z_{\min}\text{)} &= 1.80 \\
 C_e &= 1.80
 \end{aligned}$$

Casi 2/2a

$$\begin{aligned}
 Z \text{ (m)} &= 6.4 \text{ m} && \text{(Altezza della Costruzione)} \\
 Z_0 &= 0.05 \text{ m} \\
 Z_{\min} &= 4.0 \text{ m} \\
 k_r &= 0.19 \\
 C_e \text{ (} Z_{\min}\text{)} &= 1.80 \\
 C_e &= 2.08
 \end{aligned}$$

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0304 001</td> <td>A</td> <td>48 di 162</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	48 di 162
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	48 di 162								

Coefficiente dinamico - cd

Il coefficiente dinamico è posto pari ad **1**, in accordo alle indicazioni di cui al DM 14.01.08.

Come anticipato ad inizio paragrafo, ai fini delle analisi si fa riferimento al caso di doppia barriera in quanto più gravoso ed in previsione di eventuali future integrazione degli elementi di mitigazione acustica.

Gli scarichi sulle sottostrutture sono pertanto quelli riportati nelle tabelle seguenti, da intendersi riferiti a ciascuno appoggio di estremità dell'impalcato.

N	ML	MT	TL	TT
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
0.00	0.0	753.0	0.0	221.0

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	49 di 162

6.1.9 Azioni aerodinamiche indotte dal transito dei convogli

Per la valutazione delle azioni aerodinamiche indotte dal transito dei convogli si è fatto riferimento a quanto riportato al punto 2.5.1.4.6 delle istruzioni RFI [RFI DTC SICS MA IFS 001 con riferimento al caso di "Superfici verticali parallele al binario".

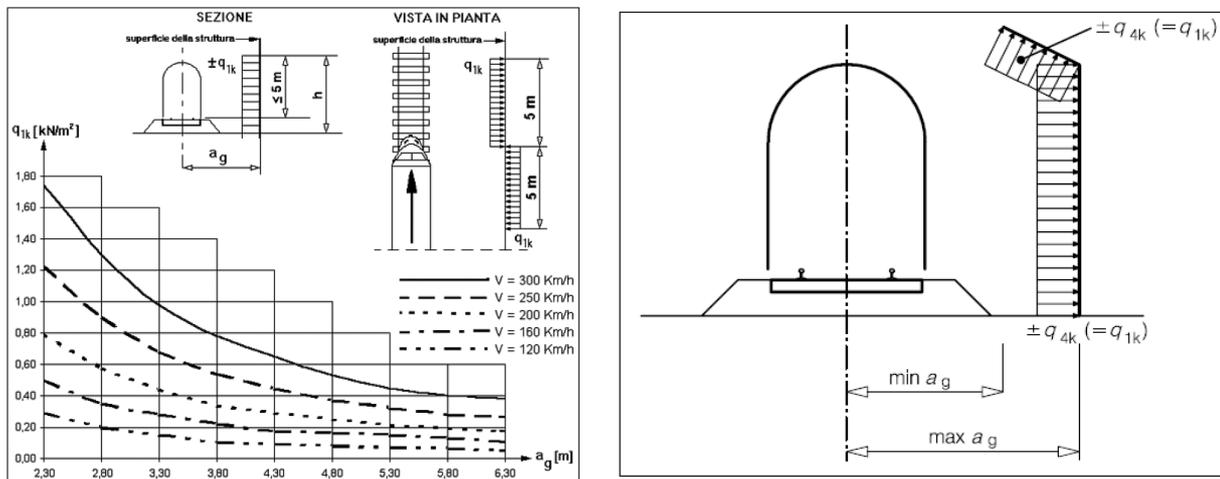


Figura 6 – Valori caratteristici delle azioni e definizione della distanza minima e massima della barriera dal convoglio [NTC – Fig. 5.2.8 e 5.2.11]

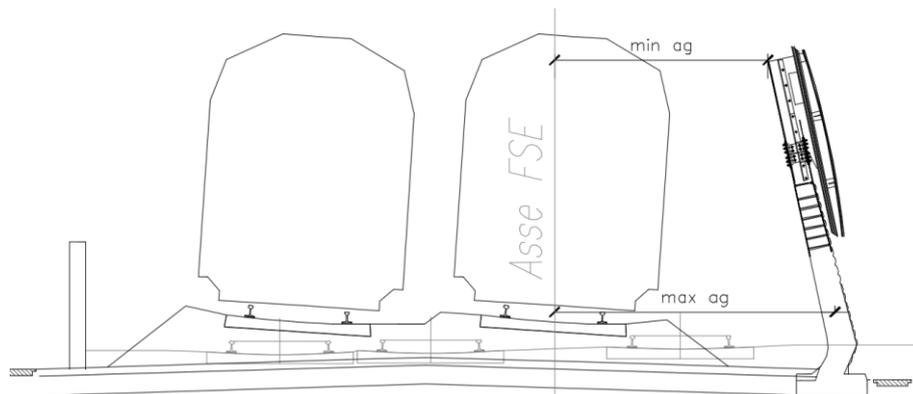


Figura 7 – Criterio di valutazione della distanza minima e massima del convoglio dalla barriera per i casi in esame

Per la linea in esame è possibile considerare, cautelativamente, convogli con forme aerodinamiche sfavorevoli e aventi velocità di linea pari a 160 km/h. Pertanto si ha:

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	50 di 162

dmed =	4,00m					
V=	160 Km/h					
dal grafico :						
qaK=	0.20	KN/m2				
Lb =	17.50	m	lunghezza barriera			
hb=	5.05	m	altezza barriera			
Yb=	1.50	m	altezza base barriera da testa muro frontale			
ygb=	4.03	m	baricentro barriera da testa muro forntale			
Qae1 - Caso di 1 treni						
N	ML	MT	TL	TT		
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]		
0.00	0.0	35.6	0.0	8.8	Scarichi su spalla mobile	
0.00	0.0	35.6	0.0	8.8	Scarichi su spalla fissa	
Qae2 - Caso di 2 treni contemporanei (pressione + depressione)						
N	ML	MT	TL	TT		
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]		
0.00	0.0	71.2	0.0	17.7	Scarichi su spalla mobile	
0.00	0.0	71.2	0.0	17.7	Scarichi su spalla fissa	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	51 di 162

6.1.10 Tabelle riepilogo Scarichi impalcato

Di seguito si riporta un riepilogo degli scarichi trasmessi dall'impalcato alle sottostrutture per ciascuna delle condizioni di carico elementari prese in esame:

RIEPILOGO SCARICHI A TESTA SPALLA FISSA - CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI						
(Sollecitazioni riferite alla sezione del muro in asse Appoggi impalcato)						
Condizione		N	ML	MT	TL	TT
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Permanenti strutturali	G1	3069.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Permanenti NON strutturali	G2	1564.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Traffico - 1LM71	Q1,1a	1713.5	0.0	3564.1	0.0	0.0
Traffico - 1SW2	Q1,1b	1723.7	0.0	3585.2	0.0	0.0
Traffico - 2 LM71	Q1,2a	3427.1	0.0	274.2	0.0	0.0
Traffico - 1 LM72 + 1 SW2	Q1,2b	3437.2	0.0	275.0	0.0	0.0
Carico variabile 1 Marciapiede	Qm1	153.1	0.0	796.3	0.0	0.0
Carico variabile 2 Marciapiedi	Qm2	306.3	0.0	30.6	0.0	0.0
Carico Avviamento	Qa	82.3	0.0	0.0	635.3	0.0
Frenatura LM71	Qf1	49.9	0.0	0.0	385.0	0.0
Frenatura SW2	Qf2	79.3	0.0	0.0	612.5	0.0
Centrifuga 1 LM71	Qc1a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Centrifuga 2 LM71	Qc1b	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Centrifuga SW2	Qc2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Serpeggio 1 treno	QS1	0.0	0.0	236.5	0.0	110.0
Serpeggio 2 treni	QS2	0.0	0.0	473.0	0.0	220.0
Vento	Qw	0.0	0.0	753.0	0.0	221.0
Azioni aerodinamiche 1 treno	Qae1	0.0	0.0	35.6	0.0	8.8
Azioni aerodinamiche 2 treni	Qae2	0.0	0.0	71.2	0.0	17.7
Sisma Long con 2 LM71	Ex	302.6	0.0	0.0	3288.5	0.0
Sisma Trasv con 2 LM71	Ey	0.0	0.0	2511.9	0.0	1644.3
Sisma Vert con 2 LM71	Ez	822.2	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 3 – Sollecitazioni trasmesse dall'impalcato alle sottostrutture (SPALLA FISSA "S2")

Spalle: Relazione di calcolo

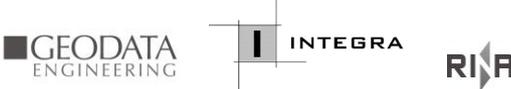
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	52 di 162

RIEPILOGO SCARICHI A TESTA SPALLA MOBILE - CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI						
(Sollecitazioni riferite alla sezione del muro in asse Appoggi impalcato)						
Condizione		N	ML	MT	TL	TT
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Permanenti strutturali	G1	3069.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Permanenti NON strutturali	G2	1564.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Traffico - 1LM71	Q1,1a	1713.5	0.0	3564.1	0.0	0.0
Traffico - 1SW2	Q1,1b	1723.7	0.0	3585.2	0.0	0.0
Traffico - 2 LM71	Q1,2a	3427.1	0.0	274.2	0.0	0.0
Traffico - 1 LM72 + 1 SW2	Q1,2b	3427.1	0.0	274.2	0.0	0.0
Carico variabile 1 Marciapiede	Qm1	153.1	0.0	796.3	0.0	0.0
Carico variabile 2 Marciapiedi	Qm2	306.3	0.0	30.6	0.0	0.0
Carico Avviamento	Qa	82.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Frenatura LM71	Qf1	49.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Frenatura SW2	Qf2	79.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Centrifuga 1 LM71	Qc1a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Centrifuga 2 LM71	Qc1b	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Centrifuga SW2	Qc2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Serpeggio 1 treno	QS1	0.0	0.0	236.5	0.0	110.0
Serpeggio 2 treni	QS2	0.0	0.0	473.0	0.0	220.0
Vento	Qw	0.0	0.0	753.0	0.0	221.0
Azioni aerodinamiche 1 treno	Qae1	0.0	0.0	35.6	0.0	8.8
Azioni aerodinamiche 2 treni	Qae2	0.0	0.0	71.2	0.0	17.7
Sisma Long con 2 LM71	Ex	302.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma Trasv con 2 LM71	Ey	0.0	0.0	2511.9	0.0	1644.3
Sisma Vert con 2 LM71	Ez	822.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Azioni Parassite dei vincoli	QP	Le sollecitazioni per azioni parassite sono inserite direttamente già combinate nella tabella di riepilogo delle sollecitazioni combinate.				

Tabella 4 – Sollecitazioni trasmesse dall'impalcato alle sottostrutture (SPALLA MOBILE "S1")

Dove:

- T_L = risultante delle azioni orizzontali dirette lungo l'asse longitudinale dell'impalcato (taglio longitudinale);
- T_T = risultante delle azioni orizzontali dirette lungo l'asse trasversale dell'impalcato (taglio trasversale);
- N = risultante delle azioni verticali (sforzo normale);
- M_T = risultante delle azioni flettenti che provocano flessione nel piano ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato (momento trasversale);
- M_L = risultante delle azioni flettenti che provocano flessione nel piano parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato (momento longitudinale).

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A	FOGLIO 53 di 162

6.2 Spinta del terreno del rilevato in condizioni statiche

La spinta del terreno del rilevato in condizioni statiche, viene valutata in termini di spinta a riposo, adottando un coefficiente di spinta pari a:

$$K_0 = (1 - \sin\phi)$$

Ne consegue che la spinta statica agente su un metro di parete con altezza H è pari a:

$$S_{\text{stat}} = \frac{1}{2} \gamma \cdot H^2 \cdot k_0$$

La spinta così calcolata è applicata ad una altezza pari a H/3.

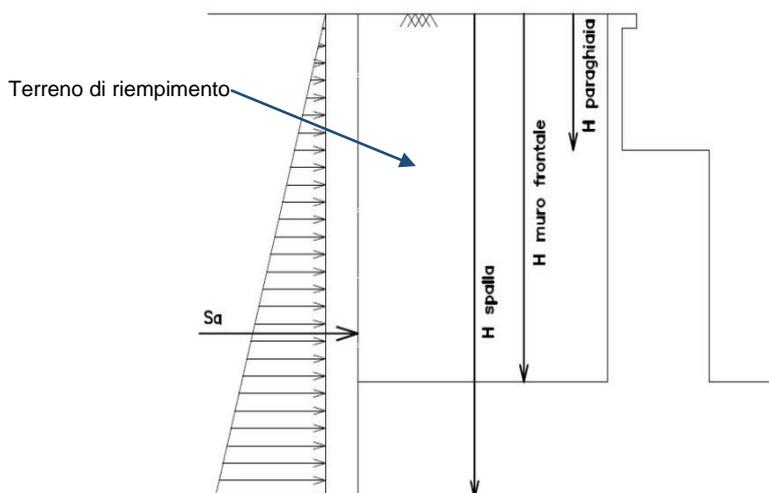
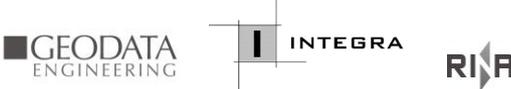


Figura 8: Spinta statica terreno di riinterro

Per il terreno di riempimento si considera lo standard per rilevati ferroviari e si assegnano le seguenti caratteristiche meccaniche:

Parametri Geotecnici Terreno di riempimento		
γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]
20	38	0

Tabella 5 – Caratteristiche terreno di riempimento

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A	FOGLIO 54 di 162

6.3 Spinta del sovraccarico accidentale condizioni statiche

In aggiunta in condizioni statiche si considera un sovraccarico accidentale pari a $Q = 50.0 \text{ KN/m}^2$ gravante sulla spalla e sul cuneo di spinta a tergo di essa

La presenza del sovraccarico Q genera una spinta pari a:

$$S_q = Q \cdot H \cdot K_o$$

Tale spinta è applicata ad una altezza pari a $H/2$.

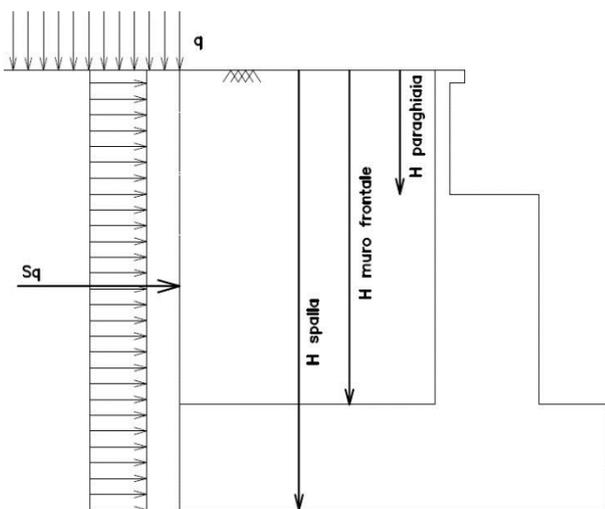
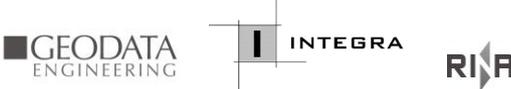


Figura 9: Spinta statica sovraccarico accidentale

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A	FOGLIO 55 di 162

6.4 Azione sismica

6.4.1 Azioni sismiche sulle Spalle

Per la valutazione dell'azione sismica associata ai carichi fissi propri e permanenti /accidentali agenti sulle spalle si utilizza il metodo dell'analisi pseudostatica in cui il sisma è rappresentato da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k_h (coefficiente sismico orizzontale) o k_v (coefficiente sismico verticale) secondo quanto di seguito indicato:

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontali k_h e verticale k_v , relativi allo stato limite considerato, sono posti pari all'ordinata dello spettro di progetto corrispondente al periodo $T=0$, per la componente orizzontale, ed a quella corrispondente al periodo proprio $T=T_0$, per la componente verticale.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad (7.11.6)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad (7.11.7)$$

dove

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

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

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (7.11.8)$$

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nella precedente espressione, il coefficiente β_m assume i valori riportati nella Tab. 7.11-II.

Per muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m assume valore unitario.

Nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di specifici studi si deve assumere che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF26</td> <td style="text-align: center;">12 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">VI0304 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">56 di 162</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	56 di 162
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	56 di 162								

Tabella 7.11.II - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_m	β_m
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,31	0,31
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,29	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,18

Figura 10 – Coefficienti sismici (estratto D.M. 14/01/2008 p.to 7.11.6.2.1)

Con riferimento al valore da assegnare al coefficiente β_m , si è fatto riferimento alle indicazioni di cui alla Tabella 7.1.II riportata nella stessa sezione della norma, tenendo tuttavia conto della specifica che prescrive, nel caso di muri che non siano in grado di subire spostamenti (quale è il caso delle spalle del viadotto in questione che in virtù della elevata rigidezza sia del sistema di fondazione che della parte in elevazione, è interessata da spostamenti trascurabili durante l'evento sismico) un valore del coefficiente β_m pari ad 1.0.

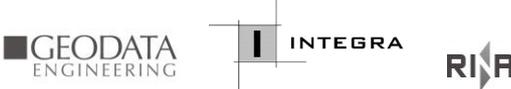
Assumendo tale valore si considera che, cautelativamente, il terreno di riempimento è rigidamente connesso alla spalla e non subisce deformazioni o movimenti relativi rispetto ad essa.

In definitiva risulta:

$a_g/g=$	0.275
$b_m=$	1.00
$S_s=$	1.144
$ST=$	1.00

$K_h=$	0.315	coefficiente sismico orizzontale
$K_v=$	0.157	coefficiente sismico verticale

Sulla scorta dei coefficienti sismici appena valutati, si è proceduto pertanto alla valutazione delle azioni trasmesse dall'impalcato alle sottostrutture, avendo considerato, come mostrato successivamente nella tabella di riepilogo delle combinazioni di carico, il caso più gravoso in termini di massa sismica associata ai carichi variabili, corrispondente in particolare alla Condizioni di doppio binario carico con treno tipo LM71.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A	FOGLIO 57 di 162

6.4.2 Sovrappinta sismica del terreno

In assenza di uno studio più dettagliato che prenda in considerazione la rigidezza relativa, il tipo di movimento e la massa dell'opera di sostegno, si assume che la forza dovuta alla spinta dinamica del terreno sia valutata con la teoria di Wood ed agisca con un'inclinazione rispetto alla normale al muro uguale a zero:

$$\Delta S_s = (a_{max}/g) \cdot \gamma \cdot H^2$$

Tale risultante è applicata ad un'altezza pari ad H/2.

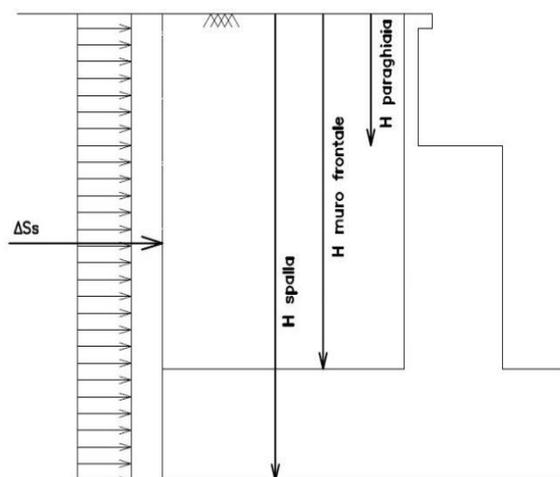
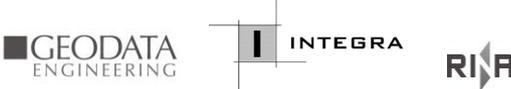


Figura 11: Incremento di spinta sismica

La spinta totale di progetto E_d esercitata dal terrapieno ed agente sull'opera di sostegno in condizioni sismiche è dunque data dalla somma della spinta a riposo, della spinta sismica e della spinta statica data dal sovraccarico accidentale combinata al 20% così come riportato nella Tabella 5.2.V delle NTC2008.

$$E_d = S_{stat} + 0.2 \cdot S_q + \Delta S_s$$

Infine, nel caso specifico non essendo presente la falda a tergo dell'opera, la spinta idrostatica è nulla

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0304 001</td> <td>A</td> <td>58 di 162</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	58 di 162
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	58 di 162								

7. COMBINAZIONI DI CARICO

La determinazione delle Sollecitazioni di Progetto utili al dimensionamento strutturale e geotecnico delle opere oggetto del presente documento, è stata condotta utilizzando il metodo agli stati limite, secondo quanto specificato a riguardo al paragrafo 2.6 del DM 14.01.08, con riferimento all'Approccio 2.

Per la definizione dei criteri di combinazione degli effetti prodotti dalle singole condizioni elementari di carico previste sull'opera, si è fatto inoltre riferimento a quanto prescritto al prg 2.5.3 dello stesso DM , di seguito riproposto per completezza :

2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Trattandosi nel caso in esame di opere ferroviarie, la definizione dei coefficienti parziali di combinazione (γ) e di partecipazione (ψ) è stata effettuata seguendo a riguardo le specifiche di cui al paragrafo 5.2.3 del DM 14.01.08 nonché quanto indicato nel relativo manuale di progettazione RFI già citato al paragrafo dei documenti di riferimento; nel seguito un estratto significativo sul tema dei documenti citati:

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	59 di 162

		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

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	gr1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr4	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.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF26</td> <td style="text-align: center;">12 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">VI0304 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">60 di 162</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	60 di 162
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	60 di 162								

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

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

⁽¹⁾ LM71 "++" SW/0 significa considerare il più sfavorevole fra i treni LM 71, SW/0

⁽²⁾ Salvo i casi in cui sia esplicitamente escluso

Tabella 5.2.IV - Valutazione dei carichi da traffico

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

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

Per la ricerca delle condizioni maggiormente gravose in termini di sollecitazioni di progetto sugli elementi, sono state esaminate, per ciascuno dei tre stati limite di verifica previsti dalla normativa (SLE, SLU e Sisma) 4 differenti configurazioni dei carichi variabili, corrispondenti in particolare ai gruppi di carico Gr1 e GR3, significativi per l'opera in esame, ovvero:

Configurazione 1 : 2 binari carichi con treno LM71 (Gruppo 1)

Configurazione 2 : 1 binario carico con treno LM71 + 1 binario carico con treno SW2 (Gruppo 3)

Configurazione 3 : 1 binario carico con treno LM71 (Gruppo 1)

Configurazione 4 : 1 binario carico con treno SW2 (Gruppo 1)

In concomitanza ai treni di carico sono state considerate tutte le azioni variabili a questi direttamente associate (frenatura, avviamento, ecc....) oltre agli altri carichi variabili di altra natura (vento, carichi variabili marciapiedi, azioni parassite vincoli, sisma) per un totale complessivo di 20 combinazioni di carico.

ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	61 di 162

Condizione	SLE-rara				SLE-frequente				SLU				SLV				GEO				
	Gr.1	Gr.3	Gr.1	Gr.1	Gr.1	Gr.3	Gr.1	Gr.1	Gr.1	Gr.3	Gr.1	Gr.1	Gr.1	Gr.3	Gr.1	Gr.1	Gr.1	Gr.3	Gr.1	Gr.1	
Permanenti strutturali	G1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.35	1.35	1.35	1.35	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Permanenti NON strutturali	G2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	1.3	1.3
Traffico - 1LM71	Q1,1a			1.0				0.8				1.45									1.25
Traffico - 1SW2	Q1,1b				1.0				0.8				1.45								1.25
Traffico - 2 LM71	Q1,2a					0.6				1.45				0.2	0.2	0.2	0.2	1.25			
Traffico - 1 LM72 + 1 SW2	Q1,2b		1.0			0.6				1.45								1.25	1.25		
Carico variabile 1 Marciapiede	Qm1			0.8	0.8			0.64	0.64			1.2	1.2							1.04	1.04
Carico variabile 2 Marciapiedi	Qm2		0.8			0.48	0.48			1.2	1.2							1.04	1.04		
Carico Avviamento	Qa	0.5	1.0	0.5	0.5	0.3	0.6	0.4	0.4	0.725	1.45	0.725	0.725					0.63	1.25	0.63	0.63
Frenatura LM71	Qf1					0.3				0.725								0.63			
Frenatura SW2	Qf2		1.0				0.6				1.45									1.25	
Centrifuga 1 LM71	Qc1a		0.5	1.0			0.3	0.8			0.725	1.45								0.63	1.25
Centrifuga 2 LM71	Qc1b					0.6				1.45								1.25			
Centrifuga SW2	Qc2		0.5		1.0		0.3		0.8		0.725		1.45							0.63	1.25
Serpeggio 1 treno	QS1			1.0	1.0			0.8	0.8			1.45	1.45							1.25	1.25
Serpeggio 2 treni	QS2		1.0	0.5			0.6	0.3		1.45	0.725							1.25	0.63		
Vento	Qw	0.6	0.6	0.6	0.6																
Azioni aerodinamiche 1 treno	Qae1			1.0	1.0			0.8	0.8			1.45	1.45							1.25	1.25
Azioni aerodinamiche 2 treni	Qae2	1.0	0.5			0.6	0.3			1.45	0.725							1.25	0.63		
Sisma long con 2 LM71	Elong													1.0	0.3	1.0	0.3				
Sisma Trasv con 2 LM71	Etrasv													0.3	1.0	0.3	1.0				
Sisma Vert con 2 LM71	Evert													0.3	0.3	-0.3	-0.3				
p.p. spalla	SP_Gk1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.35	1.35	1.35	1.35	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
spalla sisma long	SP_Elong													1.0	0.3	1.0	0.3				
spalla sisma trasv	SP_Etrasv													0.3	1.0	0.3	1.0				
spalla sisma vert	SP_Evert													0.3	0.3	-0.3	-0.3				
p.p. rinterro	SP_Gk2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	1.3	1.3
rinterro spinta esercizio	SP_Gk2_h	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	1.3	1.3
rinterro sisma long	SP_Gk2_Elong													1.0	0.3	1.0	0.3				
rinterro sisma trasv	SP_Gk2_Etrasv													0.3	1.0	0.3	1.0				
rinterro sisma vert	SP_Gk2_Evert													0.3	0.3	-0.3	-0.3				
permanente	SP_Gk3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	1.3	1.3
permanente spinta esercizio	SP_Gk3_h	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	1.3	1.3
accidentale	SP_Qk	1.0	1.0	1.0	1.0	0.6	0.6	0.8	0.8	1.45	1.45	1.45	1.45	0.2	0.2	0.0	0.0	1.25	1.25	1.25	1.25
accidentale spinta esercizio	SP_Qk_h	1.0	1.0	1.0	1.0	0.6	0.6	0.8	0.8	1.45	1.45	1.45	1.45	0.2	0.2	0.2	0.2	1.25	1.25	1.25	1.25

Tabella 6 – Combinazioni di carico

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A

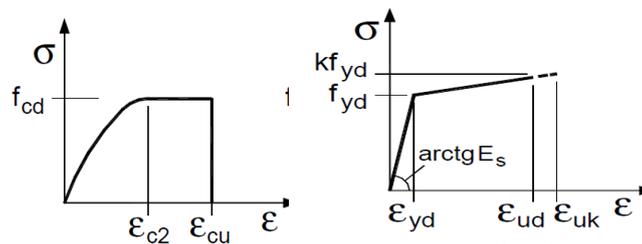
8. CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI

I criteri generali di verifica utilizzati per la valutazione delle capacità resistenti delle sezioni, per la condizione SLU, e per le massime tensioni nei materiali nonché per il controllo della fessurazione, relativamente agli SLE, sono quelli definiti al p.to 4.1.2 del DM 14.01.08.

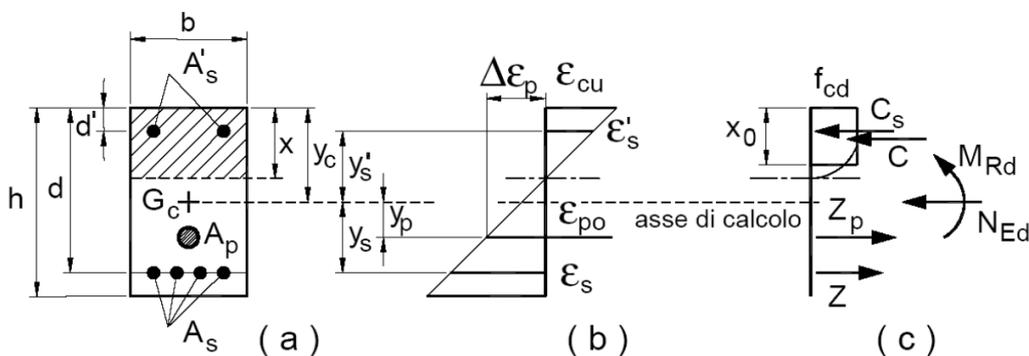
8.1 VERIFICHE ALLO SLU

8.1.1 Pressoflessione

La determinazione della capacità resistente a flessione/pressoflessione della generica sezione, viene effettuata con i criteri di cui al punto 4.1.2.1.2.4 delle NTC08, secondo quanto riportato schematicamente nelle figure seguito, tenendo conto dei valori delle resistenze e deformazioni di calcolo riportate al paragrafo dedicato alle caratteristiche dei materiali:

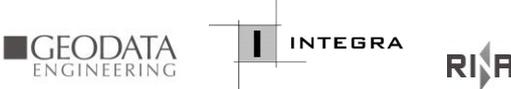


Legami costitutivi Calcestruzzo ed Acciaio -



Schema di riferimento per la valutazione della capacità resistente a pressoflessione generica sezione -

La verifica consisterà nel controllare il soddisfacimento della seguente condizione:

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A	FOGLIO 63 di 162

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove

M_{Rd} è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a N_{Ed} ;

N_{Ed} è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

M_{Ed} è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

8.1.2 Taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} della membratura priva di armatura specifica risulta pari a:

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

Dove:

- $v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$;
- $k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$;
- $\rho_1 = A_{sw}/(b_w \cdot d)$
- d = altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore;
- $b_w = 1000$ mm larghezza utile della sezione ai fini del taglio.

In presenza di armatura, invece, la resistenza a taglio V_{Rd} è il minimo tra la resistenza a taglio trazione V_{Rsd} e la resistenza a taglio compressione V_{Rcd}

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)}$$

Essendo:

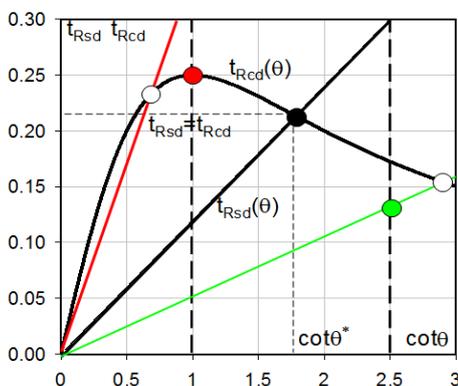
$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5$$

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	64 di 162

Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto al punto 4.1.2.1.3 delle NTC08, considerando ai fini delle verifiche, un angolo θ di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione.

$$1 \leq \cot \theta \leq 2,5 \quad 45^\circ \geq \theta \geq 21,8^\circ$$



- Se la $\cot \theta^*$ è compresa nell'intervallo (1,0-2,5) è possibile valutare il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd}=V_{Rsd})$
- Se la $\cot \theta^*$ è maggiore di 2,5 la crisi è da attribuirsi all'armatura trasversale e il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rsd})$ coincide con il massimo taglio supportato dalle armature trasversali valutabile per una $\cot \theta = 2,5$.
- Se la $\cot \theta^*$ è minore di 1,0 la crisi è da attribuirsi alle bielle compresse e il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd})$ coincide con il massimo taglio supportato dalle bielle di calcestruzzo valutabile per una $\cot \theta = 1,0$.

L'angolo effettivo di inclinazione delle bielle (θ) assunto nelle verifiche è stato in particolare valutato, nell'ambito di un problema di verifica, tenendo conto di quanto di seguito indicato :

$$\cot \theta^* = \sqrt{\frac{v \cdot \alpha_c}{\omega_{sw}} - 1}$$

(θ^* angolo di inclinazione delle bielle cui corrisponde la crisi contemporanea di bielle compresse ed armature)

dove

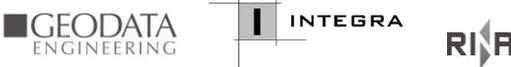
$$v = f'_{cd} / f_{cd} = 0.5$$

f'_{cd} = resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

f_{cd} = resistenza a compressione di calcolo del calcestruzzo d'anima

α_c	coefficiente maggiorativo pari a	1	per membrature non compresse
		$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$
		1,25	per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
		$2,5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

ω_{sw} : Percentuale meccanica di armatura trasversale.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A	FOGLIO 65 di 162

$$\omega_{sw} = \frac{A_{sw} f_{yd}}{b s f_{cd}}$$

8.2 VERIFICA SLE

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato

8.2.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento " Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario RFI DTC INC PO SP IFS 001 A del 30-12-16 ", ovvero:

Strutture in c.a.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0,75 f_{yk}$.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A	FOGLIO 66 di 162

8.2.2 Verifiche a fessurazione

La verifica a fessurazione consiste nel controllo dell'ampiezza massima delle fessure per le combinazioni di carico di esercizio i cui valori limite sono stabiliti, nell'ambito del progetto di opere ferroviarie, nel documento RFI DTC SICS MA IFS 001 A – 2.5.1.8.3.2.4 (*Manuale di progettazione delle opere civili del 30/12/2016*).

In particolare l'apertura convenzionale delle fessure δ_f dovrà rispettare i seguenti limiti:

- $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$ per tutte le strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive (così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008 – Tab 4.1.III), per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- $\delta_f \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie.

Tabella 4.1.III – *Descrizione delle condizioni ambientali*

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 4.1.III – DM 14.01.2008

In definitiva, nel caso in esame, con riferimento alle indicazioni della tabella di cui in precedenza, si adotta il limite **w1=0,20 mm** sia per le parti in elevazione che per quelle in fondazione, in quanto in entrambi i casi trattasi di strutture a permanente contatto col terreno:

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A	FOGLIO 67 di 162

9. MODELLI DI CALCOLO

9.1 Modello FEM

Entrambe le spalle sono state analizzate mediante l'uso di modelli agli elementi finiti (FEM) tridimensionali, rispettosi della reale geometria dell'opera e dei carichi applicati. Tali modelli fanno uso quasi esclusivo di elementi finiti piani di tipo lastra-piastra (shell).

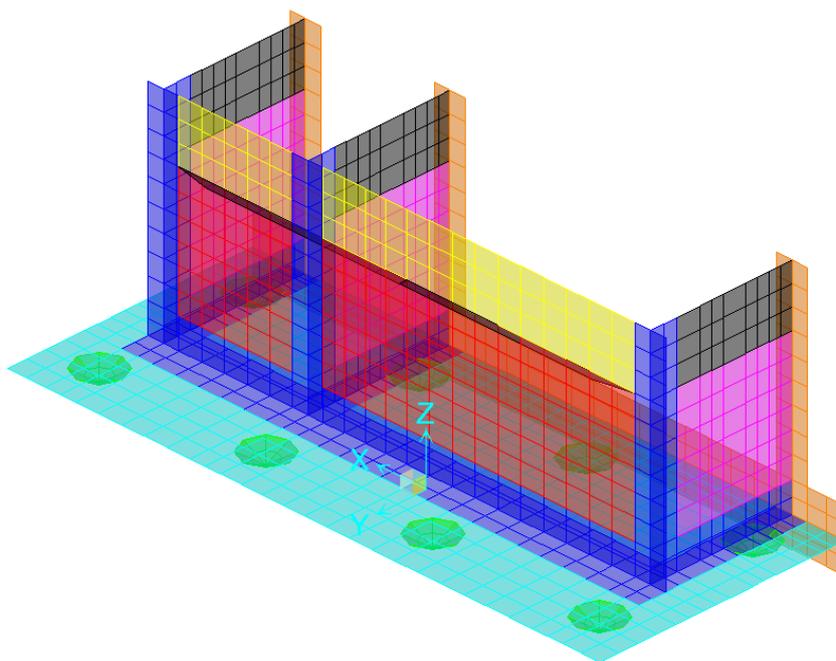
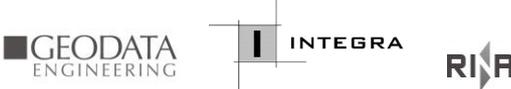


Figura 12 - Modello di calcolo, vista assometrica

Le porzioni di intersezione tra i muri (frontale/laterale) e tra essi e la fondazione, sono state esplicitamente considerate al fine di considerare il loro peso una volta sola ed agevolare le successive verifiche, evitando di sovrastimare le sollecitazioni agenti, mediante la lettura delle sollecitazioni al filo delle carpenterie. Similmente si sono adoperati elementi fittizi verticali di elevata flessibilità posti a tergo della spalla al fine di poter applicare le spinte agenti sull'intera porzione di carpenteria pertinente e non sottostimare il taglio sui pali.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A

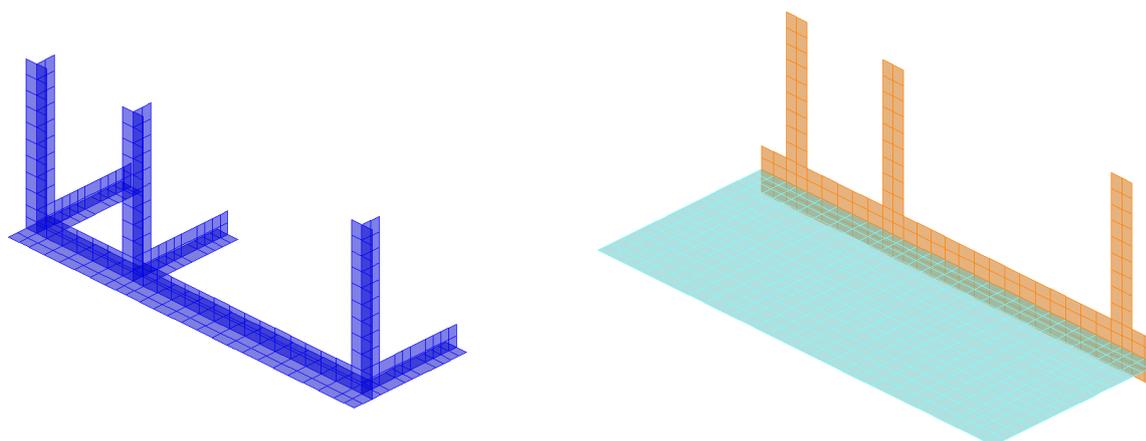


Figura 13 - Modello di calcolo: intersezioni carpenteria (sx), elementi fittizi verticali (dx)

La risultanti dei carichi derivanti dall'impalcato (N, MT, VT, VL) sono state applicate al modello mediante l'ausilio di un elemento asta (frame) dotato di carichi distribuiti la cui risultante è unitaria. L'elemento asta è collegato al muro frontale mediante elementi lastra-piastra di dimensioni opportune, tali da applicare la corretta eccentricità verticale rispetto al baricentro del muro.

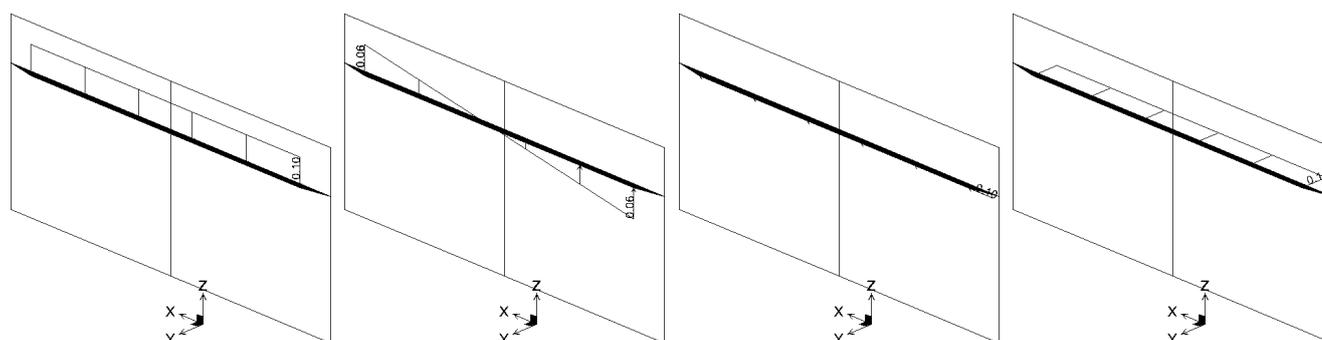


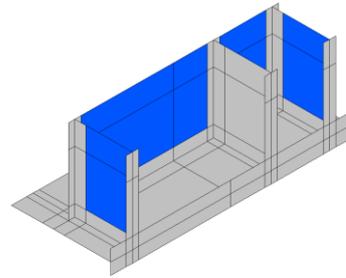
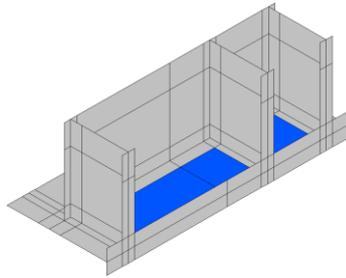
Figura 14 - Modello di calcolo: elementi fittizi per applicazione dei carichi derivanti dall'impalcato: N, MT, VT, VL

Il sistema di riferimento adottato è una terna destrorsa con l'asse delle Z positivo verso l'alto e l'asse X parallelo alla direzione trasversale dell'opera; l'origine è posta all'intradosso della fondazione nel baricentro della palificata.

Nel modello è stata modellata in via approssimata la presenza dei pali, al fine di cogliere meglio gli effetti sul plinto di fondazione. In particolare è stato modellato l'ingombro di ciascun palo così da evitare concentrazioni di tensioni spurie sugli elementi del plinto. La congruenza tra plinto e pali è realizzata in automatico dal programma di calcolo mediante specili vincoli cinematici tra gli elementi lastra-piastra e i nodi che sopra essi ricadono (edge constraint). La parte terminale del palo, corrispondente all'intradosso del plinto, ha degli svincoli flessionali e torsionali, così che il palo possa tramettere solo sforzo normale e tagli. Il vincolo relativo al palo è di tipo flessibile, assimilabile a quanto si otterrebbe mediante ripartizione rigida delle sollecitazioni sui pali.

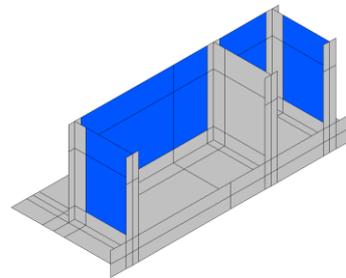
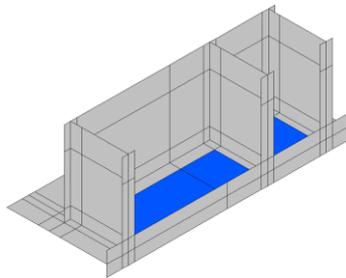
Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	70 di 162



SP_Qk, SP_Qk_h

carico accidentale sulla spalla e spinta orizzontale sui muri



Al fine di identificare gli elementi in sede di verifica, si riportano in figura la numerazione degli stessi. In figura sono riportati i macroelementi che in sede di analisi sono automaticamente ridotti ad una mesh più fitta (~0.6m×0.6m).

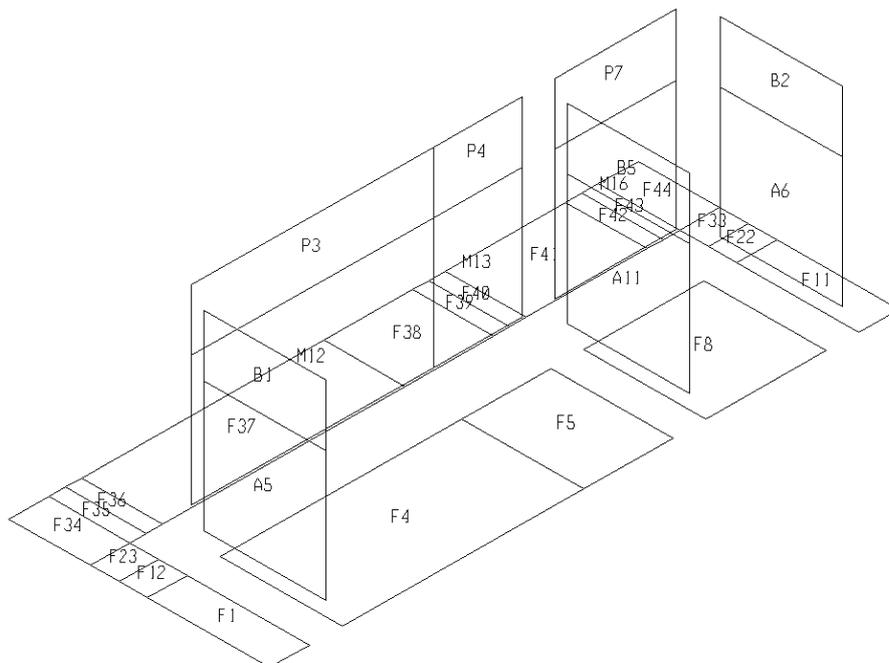
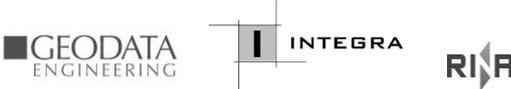


Figura 16 - Modello di calcolo: numerazione elementi

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A	FOGLIO 71 di 162

9.2 Modello FEM fasi costruttive

Il modello descritto al paragrafo precedente è stato impiegato anche per le verifiche delle strutture in prima fase, quando cioè solo una parte delle spalle è stata costruita e su di esse grava un impalcato di dimensioni ridotte con un solo binario in esercizio.

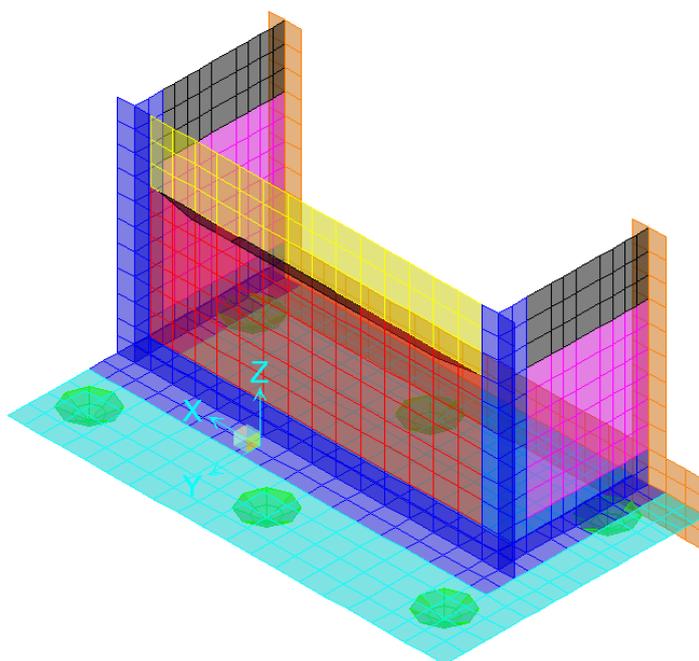


Figura 17 - Modello di calcolo, vista assometrica

Nel modello (per le fasi) si è avuta cura di rimuovere gli elementi non presenti in prima fase e modificare i carichi derivanti dall'impalcato o dalla spalla stessa.

Ai fini dei carichi permanenti derivanti dall'impalcato, si ammette cautelativamente di adottare i carichi derivanti dall'impalcato nelle condizioni finali, ridotti di un coefficiente proporzionale alla porzione di terreno contenuta trasversalmente dalla spalla nelle due fasi ($\sim 8\text{m}/12\text{m} = 0.666$). Tali carichi (permanent) sono applicati in prima fase in asse al binario in esercizio.

Similmente per il modello di prima fase si considerano solo i carichi dei convogli applicati sul primo binario.

Durando le fasi di esercizio provvisorio transitorio meno di due anni, si omette nelle verifiche l'azione sismica dal modello relativo alla fase iniziale.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	72 di 162

10. ANALISI E VERIFICA SPALLA MOBILE (S1)

10.1 Reazioni globali fase finale

Le reazioni globali agenti ad intradosso fondazione nel riferimento baricentrico dei pali sono:

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI							
Condizione		N	ML	MT	TL	TT	
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
CARICHI ELEMENTARI IMPALCATO	Permanenti strutturali	G1	3069.9	2726.1	0.1	-122.8	0.0
	Permanenti NON strutturali	G2	1564.4	1389.2	0.0	-62.6	0.0
	Traffico - 1LM71	Q1,1a	1713.5	1521.6	-3564.0	-68.5	0.0
	Traffico - 1SW2	Q1,1b	1723.7	1530.6	-3585.1	-68.9	0.0
	Traffico - 2 LM71	Q1,2a	3427.1	3043.3	-274.1	-137.1	0.0
	Traffico - 1 LM72 + 1 SW2	Q1,2b	3427.1	3043.3	-274.1	-137.1	0.0
	Carico variabile 1 Marciapiede	Qm1	153.1	136.0	-796.3	-6.1	0.0
	Carico variabile 2 Marciapiedi	Qm2	306.3	272.0	-30.6	-12.3	0.0
	Carico Avviamento	Qa	82.3	57.6	0.0	0.0	0.0
	Frenatura LM71	Qf1	49.9	34.9	0.0	0.0	0.0
	Frenatura SW2	Qf2	79.3	55.5	0.0	0.0	0.0
	Serpeggio 1 treno	QS1	0.0	0.0	-753.4	0.0	-109.9
	Serpeggio 2 treni	QS2	0.0	0.0	-1506.9	0.0	-219.8
	Vento	Qw	0.0	0.0	-1791.6	0.0	-220.8
	Azioni aerodinamiche 1 treno	Qae1	0.0	0.0	-77.0	0.0	-8.8
	Azioni aerodinamiche 2 treni	Qae2	0.0	0.0	-154.4	0.0	-17.7
	Sisma Long con 2 LM71	Elong	302.6	211.8	0.0	0.0	0.0
	Sisma Trasv con 2 LM71	Etrasv	0.0	0.0	-10239.3	0.0	-1643.1
Sisma Vert con 2 LM71	Evert	822.1	575.5	0.0	0.0	0.0	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	73 di 162

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

CONDIZIONE	SPALLA	CONDIZIONE	N	ML	MT	TL	TT
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
			p.p. spalla	SP_Gk1	6284.1	-435.4	-673.5
spalla sisma long	SP_Elong	0.0	3659.9	0.1	-1979.4	0.0	
spalla sisma trasv	SP_Etrasv	0.0	0.0	-3658.8	0.0	-1978.1	
spalla sisma vert	SP_Evert	986.6	-68.4	-105.7	0.0	0.0	
p.p. rinterro	SP_Gk2	2983.7	-5072.4	554.8	0.0	0.0	
rinterro spinta esercizio	SP_Gk2_h	0.0	3594.6	0.0	-1909.5	0.0	
rinterro sisma long	SP_Gk2_Elong	-0.1	12675.4	0.1	-4086.0	0.0	
rinterro sisma trasv	SP_Gk2_Etrasv	0.0	0.0	-3762.8	0.0	-1005.4	
rinterro sisma vert	SP_Gk2_Evert	938.7	-1595.9	174.6	0.0	0.0	
permanente	SP_Gk3	479.5	-815.2	89.2	0.0	0.0	
permanente spinta esercizio	SP_Gk3_h	0.0	1028.5	0.0	-275.0	0.0	
accidentale	SP_Qk	1665.0	-2830.6	309.6	0.0	0.0	
accidentale spinta esercizio	SP_Qk_h	0.0	3574.6	0.0	-955.7	0.0	

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

CONDIZIONE	CARICO	CONDIZIONE	N	ML	MT	TL	TT
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
			SLE-rara	01_SLE1	19784.6	6466.5	-2754.5
SLE-rara	02_SLE2	19880.1	6533.4	-1923.8	-3472.4	-251.3	
	03_SLE3	17923.6	4818.5	-5826.1	-3399.0	-251.2	
	04_SLE4	17933.8	4827.6	-5847.2	-3399.4	-251.2	
	SLE-frequente	05_SLS1	17623.4	4846.1	-1019.5	-3031.4	-142.5
SLE-frequente	06_SLS2	17680.7	4886.2	-521.1	-3031.4	-71.3	
	07_SLS3	17215.1	4337.9	-3806.8	-3193.1	-95.0	
	08_SLS4	17223.3	4345.2	-3823.7	-3193.5	-95.0	
	SLU	09_SLU1	28016.0	9164.5	-2337.0	-5135.6	-344.5
SLU	10_SLU2	28154.4	9261.4	-1132.6	-5135.6	-172.2	
	11_SLU3	25311.3	6769.5	-6821.5	-5028.8	-172.2	
	12_SLU4	25326.1	6782.6	-6852.1	-5029.4	-172.2	
	SLV	13_SLV1	16526.7	19393.2	-5299.6	-8653.8	-1388.0
SLV	14_SLV2	16314.9	7810.3	-17662.4	-4408.0	-4626.6	
	15_SLV3	14545.2	20612.6	-5402.9	-8653.8	-1388.0	
	16_SLV4	14333.4	9029.6	-17765.6	-4408.0	-4626.6	
	GEO	17_GEO1	22655.9	7527.6	-1900.1	-4422.7	-296.9



ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	74 di 162

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	75 di 162

10.2 Reazioni globali modello di prima fase

Le reazioni globali agenti ad intradosso fondazione nel riferimento baricentrico (di seconda fase) dei pali sono:

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI							
Condizione		N	ML	MT	TL	TT	
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
CARICHI ELEMENTARI IMPALCATO	Permanenti strutturali	G1	2045.8	1816.7	4091.6	-81.9	0.0
	Permanenti NON strutturali	G2	1042.5	925.8	2085.0	-41.7	0.0
	Traffico - 1LM71	Q1,1a	1712.8	1521.0	3288.6	-68.5	0.0
	Traffico - 1SW2	Q1,1b	1723.0	1530.1	3308.3	-68.9	0.0
	Carico variabile 1 Marciapiede	Qm1	153.0	135.9	-183.8	-6.1	0.0
	Carico variabile 2 Marciapiedi	Qm2	306.2	271.9	581.8	-12.3	0.0
	Carico Avviamento	Qa	82.3	57.6	164.5	0.0	0.0
	Frenatura LM71	Qf1	49.9	34.9	99.8	0.0	0.0
	Frenatura SW2	Qf2	79.3	55.5	158.5	0.0	0.0
	Serpeggio 1 treno	QS1	0.0	0.0	-753.2	0.0	-109.9
	Vento	Qw	0.0	0.0	-1790.9	0.0	-220.8
	Azioni aerodinamiche 1 treno	Qae1	0.0	0.0	-76.9	0.0	-8.8
	Sisma Long con 2 LM71	Elong	302.5	211.8	605.0	0.0	0.0
	Sisma Trasv con 2 LM71	Etrasv	0.0	0.0	-10235.6	0.0	-1643.1
Sisma Vert con 2 LM71	Evert	821.8	575.3	1643.7	0.0	0.0	

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI							
Condizione		N	ML	MT	TL	TT	
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
CARICHI ELEMENTARI SPALLA	p.p. spalla	SP_Gk1	4383.6	-241.6	9515.6	0.0	0.0
	spalla sisma long	SP_Elong	0.0	2564.3	-0.1	-1381.0	0.0
	spalla sisma trasv	SP_Etrasv	0.0	0.0	-2563.8	0.0	-1380.3
	spalla sisma vert	SP_Evert	688.2	-37.9	1493.9	0.0	0.0
	p.p. rinterro	SP_Gk2	2185.3	-3715.0	4119.4	0.0	0.0
	rinterro spinta esercizio	SP_Gk2_h	0.0	2520.8	-0.1	-1333.4	0.0
	rinterro sisma long	SP_Gk2_Elong	0.1	9158.6	-0.1	-2932.3	0.0
	rinterro sisma trasv	SP_Gk2_Etrasv	0.0	0.1	-2634.1	0.0	-704.1
	rinterro sisma vert	SP_Gk2_Evert	687.5	-1168.8	1296.1	0.0	0.0
	permanente	SP_Gk3	351.2	-597.1	662.1	0.0	0.0
	permanente spinta esercizio	SP_Gk3_h	0.0	753.3	0.0	-201.5	0.0
	accidentale	SP_Qk	1219.5	-2073.1	2298.8	0.0	0.0
	accidentale spinta esercizio	SP_Qk_h	0.0	2618.2	0.0	-700.2	0.0

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	76 di 162

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

Condizione		N	ML	MT	TL	TT
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
SLE-rara	01_SLE1	11538.9	2271.8	22295.4	-2368.4	-132.5
	02_SLE2	11634.4	2338.6	22486.3	-2368.4	-132.5
	03_SLE3	13104.3	3666.6	24091.5	-2432.0	-251.2
	04_SLE4	13114.5	3675.6	24111.2	-2432.4	-251.2
SLE-frequente	05_SLS1	10926.7	1948.3	22211.4	-2084.4	0.0
	06_SLS2	10984.0	1988.4	22326.0	-2084.4	0.0
	07_SLS3	12485.1	3225.9	24227.6	-2277.3	-95.0
	08_SLS4	12493.3	3233.1	24243.3	-2277.6	-95.0
SLU	09_SLU1	16279.7	3141.9	32892.3	-3505.3	0.0
	10_SLU2	16418.1	3238.8	33169.1	-3505.3	0.0
	11_SLU3	18543.4	5158.9	35466.0	-3597.3	-172.1
	12_SLU4	18558.2	5172.0	35494.6	-3597.9	-172.1
SLV	13_SLV1	11214.2	13317.2	18238.2	-6111.8	-1118.2
	14_SLV2	11002.4	4963.0	7011.4	-3092.5	-3727.4
	15_SLV3	9651.7	13587.1	15118.3	-5971.8	-1118.2
	16_SLV4	9439.9	5232.9	3891.5	-2952.4	-3727.4
GEO	17_GEO1	13007.5	2451.3	26177.2	-3019.3	0.0
	18_GEO2	13126.9	2534.8	26415.9	-3019.3	0.0
	19_GEO3	14958.1	4189.3	28391.8	-3098.6	-148.4
	20_GEO4	14970.9	4200.6	28416.4	-3099.1	-148.4

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	77 di 162

10.3 Diagrammi di sollecitazione fase finale

Le massime sollecitazioni flessionali agenti sugli elementi lastra-piastra sono:

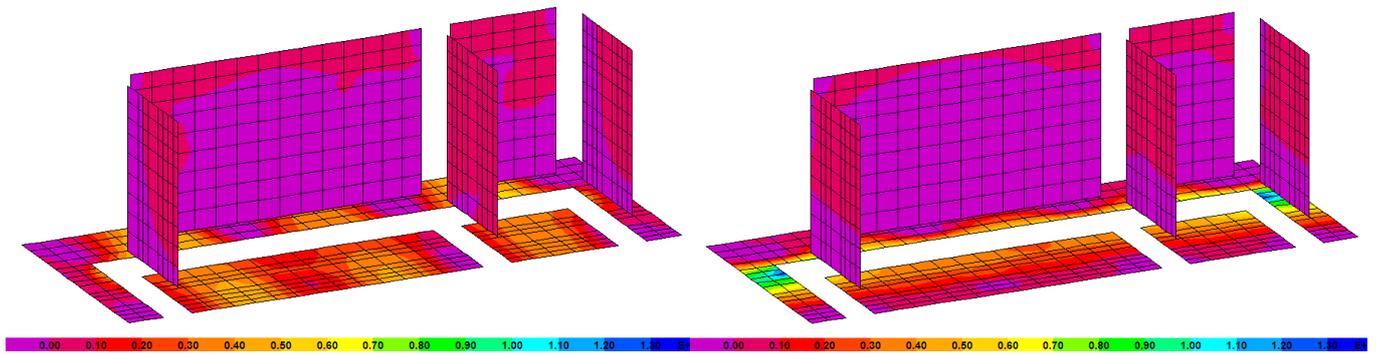


Figura 18 - involucro massimi positivi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

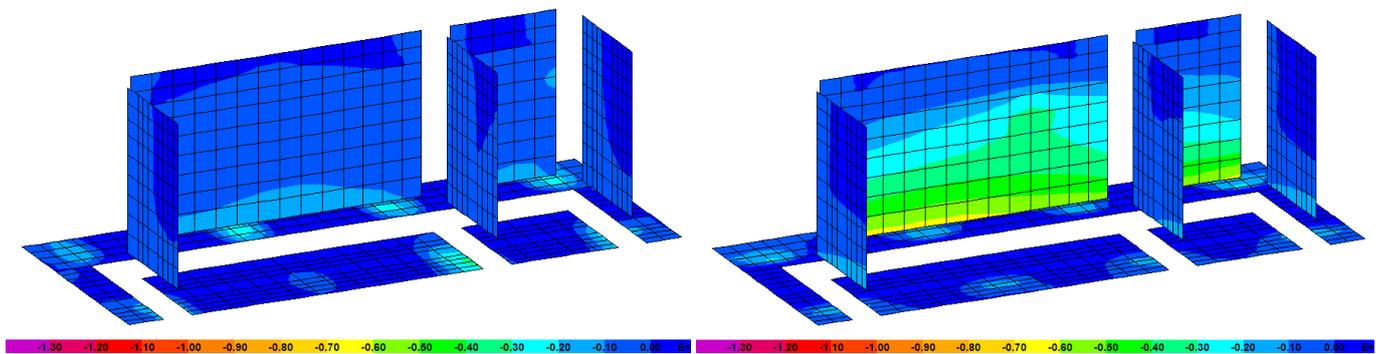
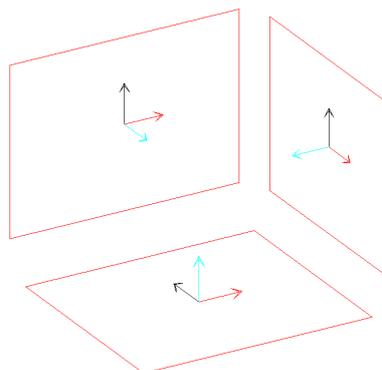


Figura 19 - involucro massimi negativi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

Sono positivi i momenti che tendono le fibre di intradosso della fondazione, e negativi i momenti che tendono le fibre contro terra dei muri (lato rinterro). Gli assi locali degli elementi lastra-piastra seguono la seguente convenzione: 1 rosso, 2 nero, 3 ciano.



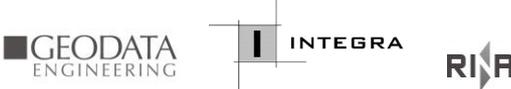
	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A	FOGLIO 78 di 162

Figura 20 - assi locali elementi lastra-piastra

10.4 Diagrammi di sollecitazione modello di prima fase

Le massime sollecitazioni flessionali agenti sugli elementi lastra-piastra sono:

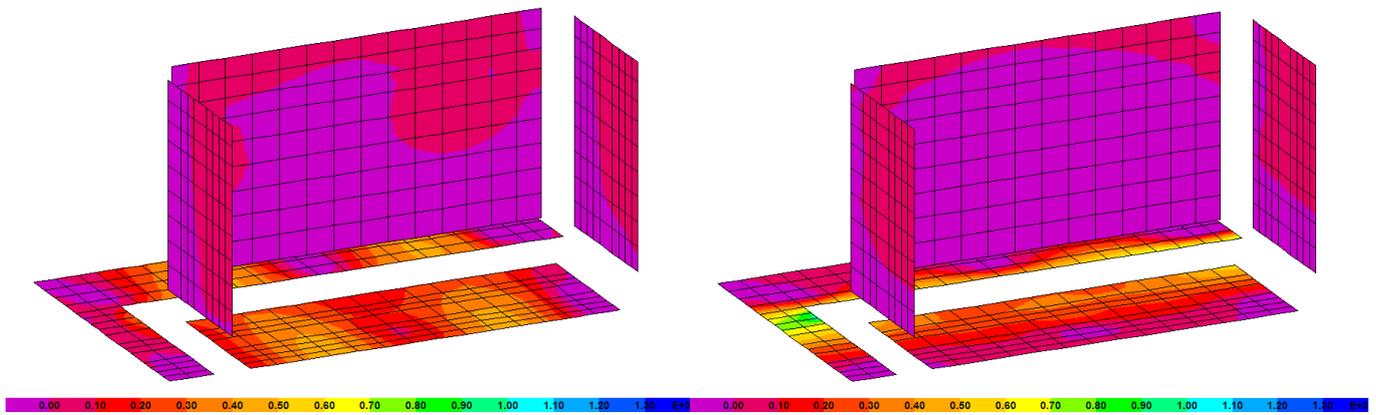


Figura 21 - involucro massimi positivi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

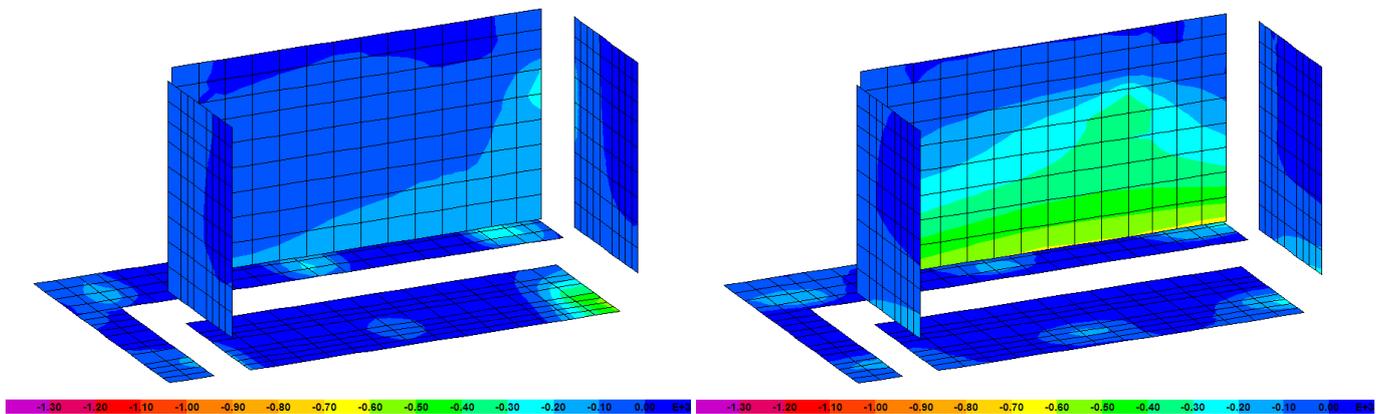


Figura 22 - involucro massimi negativi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0304 001</td> <td>A</td> <td>79 di 162</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	79 di 162
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	79 di 162								

10.5 Verifiche a flessione e taglio dei muri e della fondazione

Per ciascuna sezione di verifica si riportano le tabelle con le sollecitazioni ottenute dal modello di calcolo descritto nei paragrafi precedenti.

In ciascuna tabella si riportano altresì le tensioni di calcolo per le verifiche agli stati limite di esercizio ed i coefficienti di sicurezza per le verifiche agli stati limite ultimi. Per le combinazioni per le quali è richiesta la verifica a fessurazione si riporta la massima tensione di trazione elastica nel calcestruzzo, qualora questa sia inferiore al limite di $f_{ctm}/1.2$ risulta soddisfatta la verifica di non formazione delle fessure, viceversa si procede con il calcolo dell'ampiezza delle fessure.

Diversamente dalla convenzione del programma di calcolo, sono positivi gli sforzi normali di compressione e negativi quelli di trazione. Tutte le sollecitazioni degli elementi lastra/piastra e le relative verifiche sono sviluppate per unità di lunghezza.

Quando la sezione di verifica esiste sia in fase finale sia in prima fase, si riportano entrambe le verifiche utilizzando le sollecitazioni derivanti dai rispettivi modelli di calcolo.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	80 di 162

10.5.1 Muro frontale

Le verifiche sono riferite alla sezione di spiccato.

muro frontale	H	1400	elem.	M12-31	modello
	tesa	fi24/100	direz.	2-2	FINALE
arm. verticali	compr.	fi24/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	526	-399	-163	1.81	-27.7	
	02_SLE2	537	-402	-163	1.83	-27.3	
	03_SLE3	380	-352	-154	1.60	-30.2	
	04_SLE4	380	-352	-154	1.60	-30.2	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	452	-334	-138	1.52	-22.3	-0.57
	06_SLS2	458	-335	-138	1.52	-22.1	-0.57
	07_SLS3	375	-329	-143	1.49	-26.8	-0.61
	08_SLS4	375	-329	-143	1.49	-26.8	-0.61
				[MPa]	1.83	-30.2	-0.61

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	744	-578	-239	4.64
	10_SLU2	759	-582	-239	4.62
	11_SLU3	531	-508	-226	5.03
	12_SLU4	532	-509	-226	5.03
SLV	13_SLV1	403	-499	-286	4.97
	14_SLV2	316	-329	-155	7.39
	15_SLV3	384	-473	-281	5.22
	16_SLV4	297	-302	-150	8.00
					4.62

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	3270	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	826	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	826	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	286	CS_V 2.89

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	81 di 162

muro frontale	H	1400	elem.	M12-31	modello
	tesa	fi24/100	direz.	2-2	
arm. verticali	compr.	fi24/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	229	-321	-150	1.44	-37.0	
	02_SLE2	237	-324	-151	1.46	-36.8	
	03_SLE3	348	-374	-156	1.69	-36.4	
	04_SLE4	349	-374	-157	1.70	-36.4	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	236	-286	-130	1.29	-30.2	-0.58
	06_SLS2	241	-288	-130	1.30	-30.1	-0.58
	07_SLS3	329	-346	-145	1.57	-33.2	-0.68
	08_SLS4	330	-346	-145	1.57	-33.2	-0.68
				[MPa]	1.70	-37.0	-0.68

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	313	-464	-221	5.23
	10_SLU2	323	-468	-221	5.20
	11_SLU3	484	-541	-230	4.68
	12_SLU4	485	-541	-230	4.68
					4.68

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	3270	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	826	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	826	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		V_E [kN]	230	CS_V	3.59

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	82 di 162

Le verifiche sono riferite alla sezione d'angolo con muri andatori.

muro frontale	H	1400	elem.	M16-30	modello
	tesa	fi18/200	direz.	1-1	FINALE
arm. orizzontali	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	138	-77	1	0.43	-6.7		
	02_SLE2	138	-78	2	0.44	-7.1		
	03_SLE3	127	-85	1	0.51	-12.0		
	04_SLE4	127	-85	1	0.51	-11.8		
SLE-freq	05_SLS1	119	-65	-1	0.36	-5.4	$\sigma_{traz,el}$ -0.11	
	06_SLS2	118	-66	0	0.37	-5.7	-0.11	
	07_SLS3	118	-79	1	0.47	-10.9	-0.14	
	08_SLS4	118	-78	1	0.47	-10.8	-0.14	
					[MPa]	0.51	-12.0	-0.14

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	190	-121	7	6.34
	10_SLU2	189	-122	9	6.28
	11_SLU3	173	-132	7	5.72
	12_SLU4	174	-132	7	5.73
SLV	13_SLV1	102	110	-32	6.44
	14_SLV2	58	-109	7	6.23
	15_SLV3	83	115	-25	6.09
	16_SLV4	39	-105	14	6.37
					5.72

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	3277	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	828	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	828	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	32	CS_V 25.96

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	83 di 162

Le verifiche sono riferite alla sezione d'angolo con il muro andatore interno.

muro frontale interno	H	1400	elem.	M13-24	modello
	tesa	fi18/200	direz.	1-1	FINALE
arm. orizzontali	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	234	-29	-21	0.25	1.3		
	02_SLE2	235	-30	-21	0.25	1.3		
	03_SLE3	202	-23	-16	0.21	1.2		
	04_SLE4	202	-23	-16	0.21	1.2		
SLE-freq	05_SLS1	196	-24	-16	0.21	1.1	$\sigma_{traz,el}$	
	06_SLS2	197	-24	-16	0.21	1.1	0.07	
	07_SLS3	188	-21	-14	0.19	1.1	0.07	
	08_SLS4	189	-21	-14	0.19	1.1	0.07	
					[MPa]	0.25	1.1	0.07

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	329	-42	-30	20.55
	10_SLU2	331	-42	-30	20.33
	11_SLU3	283	-32	-22	25.75
	12_SLU4	283	-32	-22	25.72
SLV	13_SLV1	167	-25	-6	30.57
	14_SLV2	111	-19	-20	38.61
	15_SLV3	146	-23	-5	32.24
	16_SLV4	90	-17	-19	41.63
					20.33

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	3277	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	828	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	828	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	30	CS_V
				27.92

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	84 di 162

muro frontale interno	H	1400	elem.	M13-24	modello
	tesa	fi18/200	direz.	1-1	
arm. orizzontali	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	87	-104	-56	0.73	-34.1	
	02_SLE2	91	-104	-58	0.73	-32.6	
	03_SLE3	170	-90	-86	0.48	-6.5	
	04_SLE4	170	-89	-87	0.48	-6.5	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	93	-84	-55	0.56	-20.3	-0.18
	06_SLS2	95	-84	-56	0.56	-19.5	-0.18
	07_SLS3	149	-83	-79	0.46	-7.2	-0.14
	08_SLS4	150	-83	-79	0.46	-7.1	-0.14
				[MPa]	0.73	-34.1	-0.18

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	96	-157	-76	4.49
	10_SLU2	101	-157	-79	4.52
	11_SLU3	217	-136	-120	5.77
	12_SLU4	217	-136	-120	5.77
					4.49

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	3277	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	828	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	828	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		V_E [kN]	120	CS_V	6.88

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	85 di 162

10.5.2 Paraghiaia

Le verifiche sono riferite alla sezione di spiccato sul muro frontale.

paraghiaia	H	400	elem.	P3-28	modello
	tesa	fi24/200	direz.	2-2	FINALE
arm. verticali	compr.	fi20/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	7	-13	-30	0.71	-18.5	
	02_SLE2	8	-13	-30	0.71	-18.4	
	03_SLE3	2	-13	-30	0.73	-20.5	
	04_SLE4	2	-13	-30	0.73	-20.5	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	10	-9	-22	0.51	-12.1	-0.27
	06_SLS2	10	-9	-22	0.50	-12.1	-0.27
	07_SLS3	4	-11	-26	0.62	-16.8	-0.35
	08_SLS4	4	-11	-26	0.62	-16.8	-0.35
				[MPa]	0.73	-20.5	-0.35

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	11	-19	-44	13.89
	10_SLU2	11	-19	-44	13.91
	11_SLU3	3	-20	-44	13.36
	12_SLU4	3	-20	-44	13.36
SLV	13_SLV1	8	-37	-75	7.11
	14_SLV2	5	-13	-34	19.78
	15_SLV3	6	-37	-75	7.08
	16_SLV4	3	-13	-34	19.61
					7.08

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	808	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	204	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	204	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	75	CS_V 2.72

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	86 di 162

paraghiaia	H	400	elem.	P3-28	modello
	tesa	fi24/200	direz.	2-2	
arm. verticali	compr.	fi20/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	-5	-11	-30	0.57	-17.5	
	02_SLE2	-5	-11	-30	0.57	-17.4	
	03_SLE3	-12	-9	-30	0.49	-17.2	
	04_SLE4	-12	-9	-30	0.49	-17.2	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-1	-7	-22	0.37	-11.1	-0.22
	06_SLS2	-2	-7	-22	0.37	-11.1	-0.22
	07_SLS3	-8	-8	-26	0.41	-13.8	-0.26
	08_SLS4	-8	-8	-26	0.41	-13.8	-0.26
			[MPa]	0.57	-17.5	-0.26	

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M	
SLU	09_SLU1	-5	-16	-44	16.83
	10_SLU2	-5	-16	-44	16.94
	11_SLU3	-15	-14	-44	18.89
	12_SLU4	-15	-14	-44	18.91
				16.83	

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	1.0 ≤ ... ≤ 2.5	
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	808	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s ₁ [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	204	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s ₂ [mm]	400	V_R [kN]	204	min (V _{Rcd} , V _{Rsd})
		V_E [kN]	44	CS_V 4.62

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	87 di 162

Le verifiche sono riferite alla sezione d'angolo con muri andatori.

paraghiaia	H	400	elem.	P7-15	modello
	tesa	fi18/200	direz.	1-1	FINALE
arm. orizzontali	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	-5	-8	12	0.53	-23.1		
	02_SLE2	-5	-8	13	0.53	-23.0		
	03_SLE3	0	-8	10	0.53	-20.8		
	04_SLE4	0	-8	10	0.53	-20.8		
SLE-freq	05_SLS1	0	-6	8	0.41	-16.2	$\sigma_{traz,el}$	
	06_SLS2	0	-6	8	0.41	-16.1	-0.20	
	07_SLS3	1	-7	8	0.47	-18.1	-0.23	
	08_SLS4	1	-7	8	0.47	-18.0	-0.23	
					[MPa]	0.53	-23.1	-0.23

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-11	-12	19	13.36
	10_SLU2	-11	-12	19	13.31
	11_SLU3	-4	-12	15	13.56
	12_SLU4	-4	-12	15	13.57
SLV	13_SLV1	-17	-3	43	44.68
	14_SLV2	-58	-12	10	12.55
	15_SLV3	-20	-4	46	42.82
	16_SLV4	-62	-12	13	12.36
					12.36

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	815	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	206	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	206	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	46	CS_V 4.50

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	88 di 162

Le verifiche sono riferite alla sezione d'angolo con il muro andatore interno.

paraghaia interno	H	400	elem.	P4-12	modello
	tesa	fi18/200	direz.	1-1	FINALE
arm. orizzontali	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	113	-1	35	0.31	3.4	
	02_SLE2	115	-2	35	0.31	3.4	
	03_SLE3	95	-1	33	0.25	2.9	
	04_SLE4	95	-1	33	0.26	2.9	
SLE-freq	05_SLS1	100	-1	28	0.27	3.0	0.19
	06_SLS2	101	-1	28	0.27	3.0	0.19
	07_SLS3	93	-1	30	0.25	2.8	0.18
	08_SLS4	93	-1	30	0.25	2.8	0.18
				[MPa]	0.31	2.8	0.18

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	163	-2	51	83.41
	10_SLU2	165	-2	51	81.85
	11_SLU3	137	-2	49	107.95
	12_SLU4	137	-2	49	108.03
SLV	13_SLV1	78	-6	61	26.33
	14_SLV2	14	-14	24	11.66
	15_SLV3	65	-6	59	26.15
	16_SLV4	1	-14	23	11.54
					11.54

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	815	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	206	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	206	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	61	CS_V 3.38

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	89 di 162

paraghiaia interno	H	400	elem.	P4-12	modello
	tesa	fi18/200	direz.	1-1	
arm. orizzontali	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	-35	-11	26	0.68	-43.7	
	02_SLE2	-35	-11	26	0.68	-43.4	
	03_SLE3	-21	-11	27	0.72	-37.8	
	04_SLE4	-21	-11	27	0.72	-37.7	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-21	-9	20	0.56	-31.6	-0.34
	06_SLS2	-20	-9	20	0.56	-31.4	-0.34
	07_SLS3	-17	-10	24	0.66	-33.4	-0.37
	08_SLS4	-17	-10	24	0.66	-33.4	-0.37
			[MPa]	0.72	-43.7	-0.37	

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M	
SLU	09_SLU1	-56	-16	40	9.28
	10_SLU2	-55	-16	40	9.27
	11_SLU3	-35	-16	41	9.41
	12_SLU4	-35	-16	41	9.41
				9.27	

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	815	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	206	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	206	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
	V_E [kN]	41	CS_V	5.04

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	90 di 162

10.5.3 Muri andatori

Le verifiche sono riferite alla sezione di spiccato (a tergo).

muro andatore	H	800	elem.	A6-44	modello
	tesa	fi26/200	direz.	2-2	
arm. verticali	compr.	fi20/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	16	-103	-107	1.42	-55.8	
	02_SLE2	14	-102	-107	1.41	-55.9	
	03_SLE3	31	-103	-107	1.44	-53.5	
	04_SLE4	31	-103	-107	1.44	-53.5	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	38	-84	-88	1.18	-41.2	-0.63
	06_SLS2	37	-84	-88	1.18	-41.2	-0.63
	07_SLS3	38	-93	-97	1.31	-46.6	-0.70
	08_SLS4	38	-94	-97	1.31	-46.6	-0.70
[MPa]					1.44	-55.9	-0.70

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	12	-149	-157	4.82
	10_SLU2	9	-148	-156	4.83
	11_SLU3	34	-150	-157	4.84
	12_SLU4	34	-150	-157	4.84
SLV	13_SLV1	-148	-79	-87	8.41
	14_SLV2	11	-124	-137	5.80
	15_SLV3	-168	-72	-85	9.11
	16_SLV4	-9	-117	-135	6.08
					4.82

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1790	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	452	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	452	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	157	CS_V 2.88

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	91 di 162

muro andatore	H	800	elem.	A6-44	modello
	tesa	fi26/200	direz.	2-2	
arm. verticali	compr.	fi20/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	0	-102	-106	1.39	-58.2	
	02_SLE2	-69	-99	-105	1.26	-69.0	
	03_SLE3	26	-103	-107	1.43	-54.2	
	04_SLE4	26	-103	-107	1.43	-54.2	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	36	-84	-88	1.18	-41.6	-0.63
	06_SLS2	-6	-82	-87	1.12	-47.8	-0.66
	07_SLS3	37	-93	-97	1.31	-46.6	-0.70
	08_SLS4	37	-93	-97	1.31	-46.6	-0.70
				[MPa]	1.43	-69.0	-0.70

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M	
SLU	09_SLU1	-12	-148	-156	4.80
	10_SLU2	-112	-143	-154	4.70
	11_SLU3	25	-149	-157	4.84
	12_SLU4	25	-149	-157	4.84
				4.70	

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$		
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1790	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	452	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	452	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		V_E [kN]	157	CS_V	2.89

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	92 di 162

Le verifiche sono riferite alla sezione d'angolo con il muro frontale.

muro andatore	H	800	elem.	A6-11	modello
	tesa	fi18/200	direz.	1-1	FINALE
arm. orizzontali	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	16	-44	-71	0.82	-45.1		
	02_SLE2	14	-45	-71	0.83	-46.4		
	03_SLE3	29	-43	-72	0.80	-39.0		
	04_SLE4	29	-43	-72	0.80	-38.9		
SLE-freq	05_SLS1	20	-34	-54	0.63	-31.4	$\sigma_{traz,el}$	
	06_SLS2	19	-34	-55	0.63	-32.1	-0.26	
	07_SLS3	27	-38	-64	0.72	-34.2	-0.27	
	08_SLS4	27	-38	-64	0.72	-34.2	-0.30	
					[MPa]	0.83	-46.4	-0.30

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	19	-67	-107	5.35
	10_SLU2	15	-67	-107	5.29
	11_SLU3	38	-65	-109	5.59
	12_SLU4	38	-65	-109	5.59
SLV	13_SLV1	-75	-40	-57	8.04
	14_SLV2	27	-63	-109	5.72
	15_SLV3	-91	-43	-61	7.30
	16_SLV4	10	-66	-112	5.35
					5.29

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1800	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	455	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	455	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	112	CS_V 4.05

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	93 di 162

muro andatore	H	800	elem.	A6-11	modello
	tesa	fi18/200	direz.	1-1	
arm. orizzontali	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	2	-45	-71	0.83	-50.8	
	02_SLE2	-55	-48	-72	0.80	-77.0	
	03_SLE3	24	-43	-72	0.81	-40.8	
	04_SLE4	24	-43	-72	0.80	-40.7	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	18	-34	-54	0.63	-32.3	-0.27
	06_SLS2	-17	-36	-55	0.63	-47.7	-0.32
	07_SLS3	26	-38	-64	0.72	-34.5	-0.30
	08_SLS4	26	-38	-64	0.71	-34.4	-0.30
				[MPa]	0.83	-77.0	-0.32

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M	
SLU	09_SLU1	-1	-67	-107	5.18
	10_SLU2	-85	-72	-108	4.43
	11_SLU3	31	-65	-109	5.53
	12_SLU4	31	-65	-109	5.53
				4.43	

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1800	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	455	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	455	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	109	CS_V 4.19

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	94 di 162

10.5.4 Muri andatori interni

Le verifiche sono riferite ai muri interni alla sezione di spiccatto dalla fondazione (a tergo).

muro andatore interno	H	800	elem.	A11-44	modello
	tesa	fi26/200	direz.	2-2	FINALE
arm. verticali	compr.	fi20/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-205	-15	-6	0.00	-50.5	
	02_SLE2	-206	-14	-6	0.00	-51.6	
	03_SLE3	-192	-17	-6	0.00	-46.1	
	04_SLE4	-192	-17	-6	0.00	-46.1	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-151	-11	-5	0.00	-37.4	-0.25
	06_SLS2	-152	-10	-4	0.00	-38.1	-0.25
	07_SLS3	-168	-14	-5	0.00	-39.9	-0.30
	08_SLS4	-168	-14	-5	0.00	-39.9	-0.30
				[MPa]	0.00	-51.6	-0.30

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-316	-21	-9	28.46
	10_SLU2	-317	-20	-8	29.95
	11_SLU3	-296	-24	-8	25.05
	12_SLU4	-296	-24	-8	25.02
SLV	13_SLV1	-387	-50	-46	11.50
	14_SLV2	-144	-118	-138	5.61
	15_SLV3	-373	-49	-45	12.00
	16_SLV4	-130	-117	-137	5.73
					5.61

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1790	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	452	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	452	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	138	CS_V 3.28

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	95 di 162

muro andatore interno	H	800	elem.	A11-44	modello
	tesa	fi26/200	direz.	2-2	
arm. verticali	compr.	fi20/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	-32	-87	-102	1.15	-55.2	
	02_SLE2	-31	-87	-102	1.15	-55.1	
	03_SLE3	-27	-90	-104	1.20	-56.0	
	04_SLE4	-27	-90	-104	1.20	-56.0	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-3	-70	-84	0.95	-40.3	-0.56
	06_SLS2	-3	-70	-84	0.95	-40.2	-0.56
	07_SLS3	-17	-80	-94	1.08	-48.6	-0.66
	08_SLS4	-17	-80	-94	1.08	-48.6	-0.66
				[MPa]	1.20	-56.0	-0.66

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M	
SLU	09_SLU1	-70	-126	-150	5.45
	10_SLU2	-69	-126	-150	5.45
	11_SLU3	-63	-131	-153	5.29
	12_SLU4	-63	-131	-153	5.29
				5.29	

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$		
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1790	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	452	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	452	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		V_E [kN]	153	CS_V	2.96

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	96 di 162

Le verifiche sono riferite alla sezione d'angolo tra muri interni e muro frontale.

muro andatore interno	H	800	elem.	A11-11	modello
	tesa	fi18/200	direz.	1-1	FINALE
arm. orizzontali	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	-167	7	12	0.00	-74.5		
	02_SLE2	-168	7	11	0.00	-74.1		
	03_SLE3	-161	9	10	0.00	-73.8		
	04_SLE4	-161	9	10	0.00	-73.8		
SLE-freq	05_SLS1	-139	5	9	0.00	-60.8	-0.21	
	06_SLS2	-139	5	9	0.00	-60.6	-0.21	
	07_SLS3	-149	7	9	0.00	-66.9	-0.24	
	08_SLS4	-149	7	9	0.00	-66.9	-0.24	
					[MPa]	0.00	-74.5	-0.24

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-249	10	16	25.95
	10_SLU2	-249	9	15	27.96
	11_SLU3	-240	12	13	21.78
	12_SLU4	-240	12	13	21.74
SLV	13_SLV1	-246	-23	-38	11.30
	14_SLV2	-134	-96	-149	3.16
	15_SLV3	-235	-24	-40	11.03
	16_SLV4	-123	-97	-150	3.17
					3.16

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1800	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	455	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	455	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	150	CS_V 3.03

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	97 di 162

muro andatore interno	H	800	elem.	A11-11	modello
	tesa	fi18/200	direz.	1-1	
arm. orizzontali	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-50	-52	-91	0.89	-79.9	
	02_SLE2	-50	-52	-90	0.89	-79.6	
	03_SLE3	-47	-49	-88	0.84	-75.4	
	04_SLE4	-47	-49	-88	0.84	-75.4	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-39	-41	-71	0.69	-62.2	-0.39
	06_SLS2	-39	-41	-71	0.69	-62.1	-0.39
	07_SLS3	-45	-45	-79	0.76	-69.1	-0.44
	08_SLS4	-45	-45	-79	0.76	-69.1	-0.44
				[MPa]	0.89	-79.9	-0.44

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-83	-79	-135	4.07
	10_SLU2	-83	-79	-135	4.08
	11_SLU3	-79	-74	-131	4.32
	12_SLU4	-79	-74	-131	4.32
					4.07

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1800	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	455	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	455	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		V_E [kN]	135	CS_V	3.37

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	98 di 162

10.5.5 Muri andatori alti

Le verifiche sono riferite alla sezione di spiccato dal muro andatore.

muro andatore superiore	H	720	elem.	B2-1	modello
arm. verticali	tesa	fi26/200	direz.	2-2	FINALE
	compr.	fi20/200			

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	64	-6	-2	0.14	0.5	
	02_SLE2	64	-6	-3	0.15	0.5	
	03_SLE3	59	-6	-3	0.14	0.4	
	04_SLE4	59	-6	-3	0.14	0.4	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	55	-4	-1	0.11	0.6	0.03
	06_SLS2	55	-4	-1	0.11	0.6	0.03
	07_SLS3	55	-5	-2	0.13	0.4	0.02
	08_SLS4	55	-5	-2	0.13	0.4	0.02
				[MPa]	0.15	0.4	0.02

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M	
SLU	09_SLU1	89	-9	-5	70.87
	10_SLU2	89	-9	-5	69.60
	11_SLU3	82	-10	-5	66.51
	12_SLU4	82	-10	-5	66.62
SLV	13_SLV1	65	-5	2	139.68
	14_SLV2	56	-12	-7	55.86
	15_SLV3	61	-6	0	114.48
	16_SLV4	53	-13	-9	51.28
				51.28	

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1593	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	403	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	403	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
	V_E [kN]	9	CS_V	45.78

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	99 di 162

muro andatore superiore	H	720	elem.	B2-1	modello
	tesa	fi26/200	direz.	2-2	
arm. verticali	compr.	fi20/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	66	-6	-2	0.15	0.5	
	02_SLE2	76	-7	-3	0.17	0.6	
	03_SLE3	60	-6	-3	0.14	0.4	
	04_SLE4	60	-6	-3	0.14	0.4	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	55	-4	-1	0.11	0.6	0.03
	06_SLS2	61	-4	-1	0.12	0.6	0.03
	07_SLS3	55	-5	-2	0.13	0.4	0.02
	08_SLS4	55	-5	-2	0.13	0.4	0.02
				[MPa]	0.17	0.4	0.02

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	93	-9	-5	69.66
	10_SLU2	107	-10	-5	63.64
	11_SLU3	83	-10	-5	66.23
	12_SLU4	83	-10	-5	66.34
					63.64

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1593	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	403	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	403	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	5	CS_V 74.76

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	100 di 162

Le verifiche sono riferite alla sezione d'angolo con il paraghiaia.

muro andatore superiore	H	720	elem.	B2-1	modello
arm. orizzontali	tesa	fi18/200	direz.	1-1	FINALE
	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-16	-32	-73	0.68	-47.3	
	02_SLE2	-18	-32	-73	0.69	-48.5	
	03_SLE3	0	-31	-73	0.68	-40.1	
	04_SLE4	0	-31	-73	0.68	-40.1	
SLE-freq	05_SLS1	-7	-24	-56	0.53	-34.2	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	-8	-24	-56	0.53	-34.9	-0.26
	07_SLS3	0	-27	-65	0.61	-35.8	-0.27
	08_SLS4	0	-27	-65	0.61	-35.7	-0.29
				[MPa]	0.69	-48.5	-0.29

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-25	-48	-108	6.36
	10_SLU2	-28	-48	-108	6.28
	11_SLU3	-3	-46	-109	6.70
	12_SLU4	-3	-46	-109	6.70
SLV	13_SLV1	-90	-30	-62	9.44
	14_SLV2	1	-45	-106	6.98
	15_SLV3	-102	-32	-64	8.63
	16_SLV4	-11	-47	-108	6.55
					6.28

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1603	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	405	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	405	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	109	CS_V 3.73

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	101 di 162

muro andatore superiore	H	720	elem.	B2-1	modello
	tesa	fi18/200	direz.	1-1	
arm. orizzontali	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-27	-32	-73	0.67	-52.7	
	02_SLE2	-78	-35	-74	0.58	-76.5	
	03_SLE3	-4	-31	-73	0.68	-41.8	
	04_SLE4	-4	-31	-73	0.68	-41.7	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-9	-24	-56	0.52	-35.1	-0.27
	06_SLS2	-40	-26	-57	0.50	-49.2	-0.32
	07_SLS3	-1	-27	-65	0.60	-36.0	-0.29
	08_SLS4	-1	-27	-65	0.60	-35.9	-0.29
				[MPa]	0.68	-76.5	-0.32

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-43	-48	-108	6.15
	10_SLU2	-116	-52	-110	5.26
	11_SLU3	-9	-47	-109	6.63
	12_SLU4	-9	-46	-109	6.63
					5.26

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1603	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	405	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	405	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		V_E [kN]	110	CS_V	3.68

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	102 di 162

10.5.6 Muri andatori interni alti

Le verifiche sono riferite alla sezione di spiccato dal muro andatore interno.

muro andatore interno superiore	H	500	elem.	B5-1	modello
	tesa	fi24/200	direz.	2-2	FINALE
arm. verticali	compr.	fi20/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	91	4	2	0.24	1.6	
	02_SLE2	92	4	2	0.24	1.7	
	03_SLE3	79	4	5	0.21	1.4	
	04_SLE4	79	4	5	0.21	1.4	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	77	3	1	0.20	1.4	0.08
	06_SLS2	78	3	1	0.20	1.5	0.08
	07_SLS3	74	3	4	0.19	1.3	0.07
	08_SLS4	74	3	4	0.19	1.4	0.07
[MPa]					0.24	1.3	0.07

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	129	6	3	49.86
	10_SLU2	130	5	3	52.28
	11_SLU3	112	5	7	55.28
	12_SLU4	112	5	7	55.22
SLV	13_SLV1	75	-5	-8	78.44
	14_SLV2	72	-23	-33	15.77
	15_SLV3	69	-5	-9	72.14
	16_SLV4	66	-24	-33	15.46
					15.46

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1054	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	266	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	266	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	33	CS_V 7.95

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	103 di 162

muro andatore interno superiore	H	500	elem.	B5-1	modello
	tesa	fi24/200	direz.	2-2	INIZIALE
arm. verticali	compr.	fi20/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	45	-10	-8	0.37	-3.9	
	02_SLE2	45	-10	-8	0.37	-3.7	
	03_SLE3	52	-9	-5	0.32	-1.8	
	04_SLE4	52	-9	-5	0.32	-1.8	
SLE-freq	05_SLS1	41	-8	-6	0.27	-1.7	-0.08
	06_SLS2	41	-8	-6	0.27	-1.7	-0.08
	07_SLS3	49	-8	-5	0.29	-1.4	-0.08
	08_SLS4	49	-8	-5	0.29	-1.4	-0.08
				[MPa]	0.37	-3.9	-0.08

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M	
SLU	09_SLU1	62	-16	-13	22.83
	10_SLU2	63	-16	-13	22.97
	11_SLU3	73	-14	-9	26.02
	12_SLU4	73	-14	-9	26.04
				22.83	

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$		
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1054	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	266	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	266	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
	V_E [kN]	13	CS_V	20.81	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	104 di 162

Le verifiche sono riferite alla sezione d'angolo con il paraghiaia.

muro andatore interno superiore	H	500	elem.	B5-1	modello
arm. orizzontali	tesa	fi18/100	direz.	1-1	FINALE
	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	-209	5	12	0.00	-92.7		
	02_SLE2	-210	4	12	0.00	-92.2		
	03_SLE3	-193	6	9	0.00	-88.6		
	04_SLE4	-193	6	9	0.00	-88.6		
SLE-freq	05_SLS1	-173	3	10	0.00	-75.2	$\sigma_{traz,el}$	
	06_SLS2	-174	3	9	0.00	-74.9	-0.40	
	07_SLS3	-179	5	8	0.00	-80.2	-0.44	
	08_SLS4	-179	5	8	0.00	-80.3	-0.44	
					[MPa]	0.00	-92.7	-0.44

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-307	6	17	22.43
	10_SLU2	-308	6	16	24.45
	11_SLU3	-283	8	13	18.74
	12_SLU4	-284	8	13	18.70
SLV	13_SLV1	-273	-17	-28	19.60
	14_SLV2	-165	-70	-122	5.22
	15_SLV3	-260	-18	-29	19.03
	16_SLV4	-151	-70	-123	5.21
					5.21

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1061	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	268	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	268	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	123	CS_V 2.18

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	105 di 162

muro andatore interno superiore	H	500	elem.	B5-1	modello
arm. orizzontali	tesa	fi18/100	direz.	1-1	INIZIALE
	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	-62	-38	-78	1.14	-51.2	
	02_SLE2	-62	-38	-78	1.14	-51.2	
	03_SLE3	-65	-36	-77	1.07	-50.2	
	04_SLE4	-66	-36	-77	1.07	-50.2	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-51	-30	-60	0.88	-40.5	-0.68
	06_SLS2	-51	-30	-60	0.88	-40.5	-0.68
	07_SLS3	-61	-33	-68	0.96	-45.8	-0.76
	08_SLS4	-61	-33	-68	0.96	-45.8	-0.76
				[MPa]	1.14	-51.2	-0.76

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M	
SLU	09_SLU1	-97	-57	-115	6.57
	10_SLU2	-97	-57	-115	6.58
	11_SLU3	-102	-55	-114	6.87
	12_SLU4	-102	-55	-114	6.87
				6.57	

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1061	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	268	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	268	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	115	CS_V 2.34

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	106 di 162

10.5.7 Plinto

Le verifiche sono riferite all'intradosso sotto il muro frontale.

plinto	H	1500	elem.	F23-3	modello
	tesa	fi24/100	direz.	2-2	FINALE
arm. longitudinali	compr.	fi24/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-15	815	906	3.03	-138.6	
	02_SLE2	-21	830	919	3.08	-141.6	
	03_SLE3	10	662	757	2.47	-110.4	
	04_SLE4	10	662	758	2.47	-110.5	
SLE-freq	05_SLS1	-20	714	792	2.64	-122.0	$\sigma_{traz,el}$ -1.62
	06_SLS2	-24	722	799	2.67	-123.9	-1.64
	07_SLS3	-1	648	735	2.41	-109.1	-1.46
	08_SLS4	-1	648	735	2.41	-109.1	-1.46
				[MPa]	3.08	-141.6	-1.64

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-22	1176	1308	2.04
	10_SLU2	-31	1197	1327	2.00
	11_SLU3	14	953	1092	2.54
	12_SLU4	14	954	1092	2.54
SLV	13_SLV1	178	777	1067	3.26
	14_SLV2	130	517	690	4.83
	15_SLV3	197	716	1009	3.56
	16_SLV4	150	456	631	5.51
					2.00

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	16	V_{Rcd} [kN]	3516	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	1580	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	1580	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	1327	CS_V 1.19

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	107 di 162

plinto	H	1500	elem.	F23-3	modello
	tesa	fi24/100	direz.	2-2	INIZIALE
arm. longitudinali	compr.	fi24/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	50	533	621	2.02	-84.9	
	02_SLE2	48	540	627	2.04	-86.2	
	03_SLE3	40	627	716	2.36	-101.7	
	04_SLE4	39	628	716	2.36	-101.8	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	29	517	593	1.94	-84.2	-1.15
	06_SLS2	28	522	597	1.96	-85.0	-1.16
	07_SLS3	27	610	692	2.29	-100.1	-1.36
	08_SLS4	27	611	693	2.29	-100.2	-1.36
				[MPa]	2.36	-101.8	-1.36

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	67	781	908	3.14
	10_SLU2	65	791	917	3.10
	11_SLU3	52	916	1045	2.67
	12_SLU4	52	918	1046	2.67
					2.67

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	16	V_{Rcd} [kN]	3516	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	1580	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	1580	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		V_E [kN]	1046	CS_V	1.51

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	108 di 162

Le verifiche sono riferite all'intradosso sotto il muro andatore.

plinto	H	1500	elem.	F8-33	modello
	tesa	fi24/100	direz.	1-1	FINALE
arm. trasversali	compr.	fi24/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-155	32	264	0.00	-44.6	
	02_SLE2	-157	35	264	0.00	-46.0	
	03_SLE3	-159	25	262	0.00	-43.3	
	04_SLE4	-159	25	262	0.00	-43.3	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-131	40	231	0.00	-42.0	-0.18
	06_SLS2	-133	42	231	0.00	-42.9	-0.18
	07_SLS3	-148	32	245	0.00	-43.0	-0.17
	08_SLS4	-148	32	245	0.00	-43.0	-0.17
				[MPa]	0.00	-46.0	-0.18

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-230	46	383	23.28
	10_SLU2	-233	50	382	21.20
	11_SLU3	-237	35	379	30.01
	12_SLU4	-237	35	379	29.97
SLV	13_SLV1	-24	-21	274	115.12
	14_SLV2	-100	-118	271	19.83
	15_SLV3	-18	-37	243	64.77
	16_SLV4	-94	-135	240	17.46
					17.46

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	16	V_{Rcd} [kN]	3516	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	1580	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	1580	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	383	CS_V 4.13

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	109 di 162

Le verifiche sono riferite all'intradosso sotto il muro andatore interno.

plinto interno	H	1500	elem.	F5-25	modello
	tesa	fi24/100	direz.	1-1	FINALE
arm. trasversali	compr.	fi24/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-264	-127	203	0.00	-50.0	
	02_SLE2	-266	-125	204	0.00	-49.8	
	03_SLE3	-243	-130	202	0.00	-48.1	
	04_SLE4	-244	-130	202	0.00	-48.1	
SLE-freq	05_SLS1	-230	-108	173	0.00	-43.1	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	-231	-107	174	0.00	-43.0	-0.38
	07_SLS3	-231	-119	188	0.00	-44.8	-0.40
	08_SLS4	-231	-119	188	0.00	-44.8	-0.40
				[MPa]	0.00	-50.0	-0.40

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-376	-183	304	11.80
	10_SLU2	-379	-180	306	12.01
	11_SLU3	-346	-187	303	11.68
	12_SLU4	-346	-187	303	11.68
SLV	13_SLV1	-94	-206	295	11.39
	14_SLV2	-340	-268	157	8.17
	15_SLV3	-76	-191	273	12.36
	16_SLV4	-322	-252	135	8.71
					8.17

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	16	V_{Rcd} [kN]	3516	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	1580	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	1580	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	306	CS_V 5.17

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	110 di 162

plinto interno	H	1500	elem.	F5-25	modello
	tesa	fi24/100	direz.	1-1	
arm. trasversali	compr.	fi24/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-240	-181	276	0.26	-55.9	
	02_SLE2	-240	-181	276	0.26	-56.0	
	03_SLE3	-237	-199	284	0.37	-58.5	
	04_SLE4	-237	-199	284	0.37	-58.5	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-203	-149	239	0.18	-46.7	-0.45
	06_SLS2	-203	-149	239	0.18	-46.7	-0.46
	07_SLS3	-221	-175	264	0.29	-52.8	-0.52
	08_SLS4	-221	-175	264	0.29	-52.8	-0.52
				[MPa]	0.37	-58.5	-0.52

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-354	-251	410	8.67
	10_SLU2	-354	-252	410	8.64
	11_SLU3	-351	-277	421	7.87
	12_SLU4	-351	-277	421	7.87
					7.87

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	16	V_{Rcd} [kN]	3516	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	1580	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	1580	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		V_E [kN]	421	CS_V	3.75

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A

10.6 Palificata

Le sollecitazioni agenti nei pali di fondazione, sono state dedotte dal modello di calcolo e corrispondono, con ragionevole approssimazione, a quanto si otterrebbe mediante una ripartizione rigida delle azioni globali.

Il valore del momento flettente agente alla testa del palo (valore massimo) viene calcolato sulla base di quanto indicato nell'elaborato progettuale IF26.0.1.E.ZZ.CL.VI.03.0.3.002.A - Relazione geotecnica di calcolo delle fondazioni.

D	1.2	m
α	2.18	-

10.6.1 Reazioni globali fase finale

Le massime azioni agenti in testa ai pali sono:

SL	Combo	Max N [kN]	Min N [kN]	Max T [kN]	Max M [kNm]
SLE	01_SLE1	2962	1962.1	456.5	995
	02_SLE2	2949.3	1998.4	452.6	987
	03_SLE3	2734.3	1728.1	443.4	967
	04_SLE4	2736.8	1728.1	443.4	967
SLS	05_SLS1	2531.9	1854.6	392.2	855
	06_SLS2	2530.9	1876.3	390.4	851
	07_SLS3	2546.2	1739.6	412.2	899
	08_SLS4	2548.2	1739.6	412.2	899
SLU	09_SLU1	4140.8	2831.3	668.5	1457
	10_SLU2	4126.8	2884	663.7	1447
	11_SLU3	3810.6	2490.5	650.2	1417
	12_SLU4	3814.3	2490.5	650.3	1418
SLV	13_SLV1	3452.7	660.2	1096.2	2390
	14_SLV2	3131.6	935.4	811	1768
	15_SLV3	3285.5	334.2	1096.1	2389
	16_SLV4	2964.4	609.4	811	1768
GEO	17_GEO1	3356.3	2281.5	575.8	1255
	18_GEO2	3345.4	2326.9	571.6	1246
	19_GEO3	3071.6	1987.5	559.9	1221
	20_GEO4	3074.8	1987.5	560	1221

Il taglio riportato è già la combinazione vettoriale dei tagli agenti nelle due direzioni.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0304 001</td> <td>A</td> <td>112 di 162</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	112 di 162
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	112 di 162								

10.6.2 Reazioni globali modello di prima fase

Le massime azioni agenti in testa ai pali sono:

SL	Combo	Max N [kN]	Min N [kN]	Max T [kN]
SLE	01_SLE1	2269.9	1567.6	396.1
	02_SLE2	2292.3	1577.0	396.1
	03_SLE3	2739.3	1620.0	411.6
	04_SLE4	2741.9	1620.8	411.7
SLS	05_SLS1	2069.3	1564.8	347.9
	06_SLS2	2082.8	1570.4	347.9
	07_SLS3	2514.2	1638.9	381.0
	08_SLS4	2516.3	1639.5	381.0
SLU	09_SLU1	3114.4	2299.0	589.8
	10_SLU2	3146.9	2312.6	589.8
	11_SLU3	3794.6	2373.3	601.5
	12_SLU4	3798.3	2374.5	601.6
GEO	17_GEO1	2489.4	1835.3	507.9
	18_GEO2	2517.4	1847.1	507.9
	19_GEO3	3075.6	1899.2	518.0
	20_GEO4	3078.9	1900.2	518.1

Il taglio riportato è già la combinazione vettoriale dei tagli agenti nelle due direzioni.

Nel seguito del paragrafo si eseguiranno le verifiche strutturali dei pali unicamente in fase finale, essendo le sollecitazioni più critiche in tale fase.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	113 di 162

10.6.3 Verifiche strutturali pali di fondazione

<u>GEOMETRIA DELLA SEZIONE</u>		
Diametro del palo =	1200	mm
Copriferro netto c =	60	mm
Classe di resistenza calcestruzzo =	C25/30	Mpa
Classe di resistenza delle barre =	B450C	MPa
<u>ARMATURA PER I PRIMI 10 Ø</u>		
<i>1° strato di armatura longitudinale</i>		
Numero barre long.	30	-
Diametro barre long.	30	mm
Copriferro baricentrico arm. long. c' =	89	mm
<i>2° strato di armatura longitudinale</i>		
Numero barre long.	30	-
Diametro barre long.	30	mm
Copriferro baricentrico arm. long. c' =	144	mm
<i>Armatura trasversale</i>		
Diametro barre trasv.	14	mm
Passo arm. trasv.	150	mm
Diametro corona esterna =	1066	mm
<u>VERIFICA ARMATURA MINIMA LONG.</u>		
$\rho_{min} =$	1.00%	
$A_c =$	1130973	mm ²
$A_{s,min} =$	11310	mm ²
Armatura long. tot $A_{sd,tot} =$	42412	mm ²
$\rho_l =$	3.75%	
	ok	

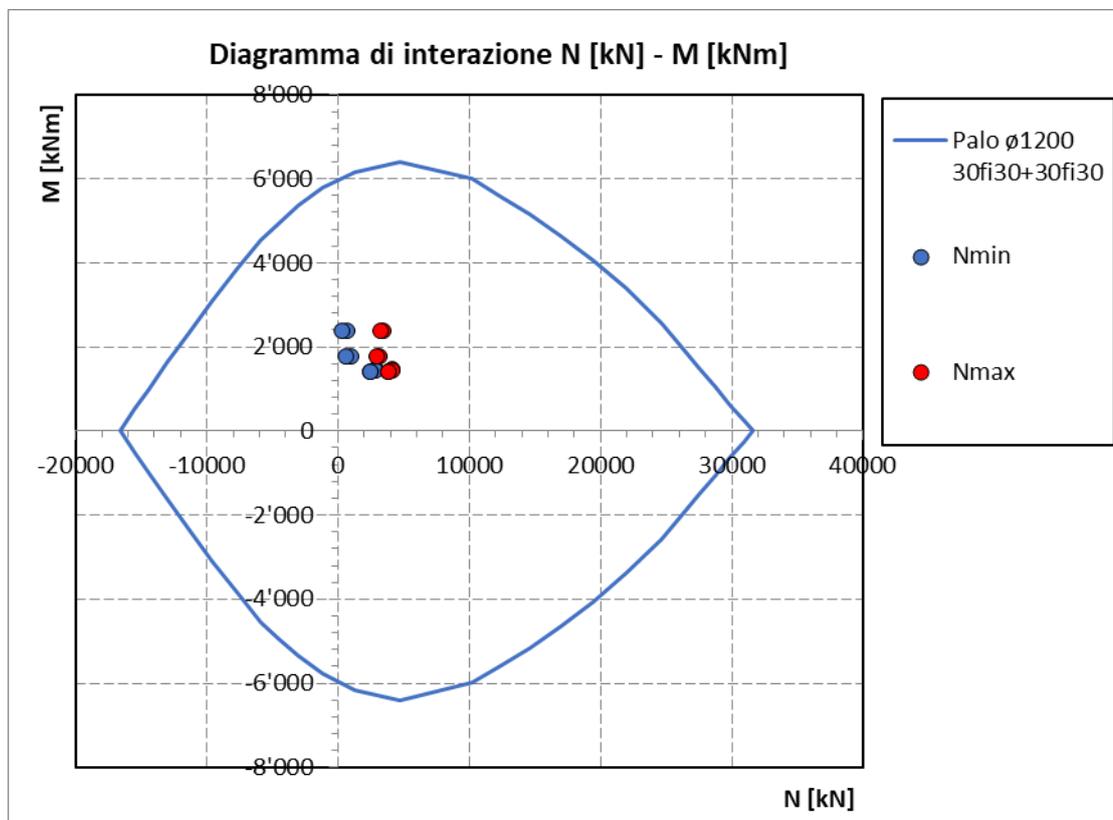
Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	114 di 162

10.6.3.1 Verifiche allo SLU

Presso-flessione

Sono riportate a seguire le verifiche SLU della sezione di sommità del palo maggiormente sollecitato, espresse in forma sintetica mediante il diagramma di interazione N – M.



La verifica è soddisfatta in quanto le coppie N-M delle sollecitazioni agenti nella sezione di verifica sono interne al dominio di resistenza per ogni condizione di carico indagata.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	115 di 162

Taglio

Verifica a taglio per sezioni circolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)			
classe cls	R_{ck}	30	N/mm ²
resist. Caratteristica cilindrica	f_{ck}	25	N/mm ²
	f_{cd}	14	N/mm ²
diametro	Φ	1200	mm
Area sezione	A	1130973	mm ²
copriferro	c	80	mm
Area sezione rettangolare equivalente	A_{eq}	941544	mm ²
altezza utile equivalente	d	931	mm
larghezza equivalente	b_w	1011	mm
altezza equivalente	h_{eq}	1118	mm
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	N
	σ_{cp}	0.000	N/mm ²
	α_c	1.00	
Acciaio	f_{yk}	450	N/mm ²
B450C	f_{yd}	391	N/mm ²
diametro staffe (spille)	\varnothing_w	14	mm
Area staffa (spilla)	A_{\varnothing_w}	154	mm ²
0.9 d	z	838	mm
passo spirale	s_w	150	mm
	n° bracci	2	
angolo di inclinazione biella compressa	θ	21.8	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	2.50	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	α	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	A_{s_w} / s_w	2.05	mm ² /mm
Taglio resistente per "taglio trazione"	V_{Rsd}	1682	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	V_{Rcd}	2061	kN
taglio sollecitante	V_{Ed}	1096	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	γ_{Rd}	1	
taglio resistente	V_{Rd}	1682	kN
	V_{Ed}	<	V_{Rd}
		verifica	
	FS	1.53	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	116 di 162

10.6.3.2 Verifiche allo SLE

Tensioni

La verifica SLE di tipo tensionale si effettua controllando che le massime tensioni normali agenti nella sezione risultino inferiori ai seguenti valori limite:

per le combinazioni SLE-RAR:

- tensione limite nel calcestruzzo: $\sigma_c = 0.55 f_{ck}$
- tensione limite nelle barre: $\sigma_s = 0.75 f_{yk}$

per le combinazioni SLE-QPE:

- tensione limite nel calcestruzzo: $\sigma_c = 0.40 f_{ck}$

03_SLE3

Verifica C.A. S.L.U. - File: VI03_S1_palo1200_30f30+30f30

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo :

Sezione circolare cava

N° barre: 60 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	707	0	511
2	707	106	500
3	707	208	467
4	707	300	413
5	707	380	342
6	707	443	256

Tipologia Sezione:
 Rettang. re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N: 0, Ed: 1728 kN
M: 0, xEd: 967 kNm, yEd: 0

Materiali: B450C, C25/30

σ_c : -4.814 N/mm²
 σ_s : 45.62 N/mm²

Vertici: 50
N° iterazioni: 3
 Precompresso

Rck	30	MPa				
fck	24.9	MPa				
fyk	450	MPa				
σ_c	-4.81	MPa	<	0.55 fck =	-13.70 MPa	VERO
σ_s	45.6	MPa	<	0.75 fyk =	337.5 MPa	VERO
						1
x	681	mm				

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	117 di 162

Fessurazione

La verifica SLE a fessurazione si effettua controllando che il massimo valore di apertura delle fessure risulti inferiore ai seguenti valori limite:

per le combinazioni SLE-RAR:

- apertura fessure limite: $w_{lim} = w_1 = 0.30 \text{ mm}$

		INPUT			OUTPUT		
		R_{ck}	30	Mpa	diff. def. armature-cls		
	dimensione	h	1200	mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	1.33E-04	-
	pos. baric. 1° strato	c_1	89	mm	distanza max fessure		
	diametro barre 1° strato	ϕ_1	30	mm	$s_{r,max}$	436	mm
	numero barre 1° strato	n_1	7.904		ampiezza fessure:		
	pos. baric. 2° strato	c_2	144	mm	w_k	0.058	mm
	diametro barre 2° strato	ϕ_2	30	mm	w_{lim}	0.300	mm
	numero barre 2° strato	n_2	7.904		La verifica è soddisfatta.		
	distanza lembo compresso-lembo teso della sezione	d	1084	mm			
		b_{eff}	127	mm			
	posizione asse neutro da lembo compresso	x	681	mm			
	Tensione massima barre 1° strato	$\sigma_{s,max1}$	46	Mpa			
	Tensione massima barre 2° strato	$\sigma_{s,max2}$	46	Mpa			
	altezza efficace	$h_{c,eff}$	173	mm			
	area efficace relativamente ad una singola barre	$A_{c,eff}$	21887	mm ²			
	percentuale di armatura relativa a $A_{c,eff}$	$\rho_{p,eff}$	0.065				
	(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	k_t	0.6				
	(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 liscie)	k_1	0.8				
	(0.5 per flessione; 1 trazione)	k_2	0.5				
		k_3	3.4				
		k_4	0.425				

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	118 di 162

11. ANALISI E VERIFICA SPALLA FISSA (S2)

11.1 Reazioni globali fase finale

Le reazioni globali agenti ad intradosso fondazione nel riferimento baricentrico dei pali sono:

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI							
Condizione		N	ML	MT	TL	TT	
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
CARICHI ELEMENTARI IMPALCATO	Permanenti strutturali	G1	3069.9	2148.9	0.1	0.0	0.0
	Permanenti NON strutturali	G2	1564.4	1095.1	0.0	0.0	0.0
	Traffico - 1LM71	Q1,1a	1713.5	1199.4	-3564.0	0.0	0.0
	Traffico - 1SW2	Q1,1b	1723.7	1206.6	-3585.1	0.0	0.0
	Traffico - 2 LM71	Q1,2a	3427.1	2399.0	-274.1	0.0	0.0
	Traffico - 1 LM72 + 1 SW2	Q1,2b	3437.2	2406.0	-274.9	0.0	0.0
	Carico variabile 1 Marciapiede	Qm1	153.1	107.2	-796.3	0.0	0.0
	Carico variabile 2 Marciapiedi	Qm2	306.3	214.4	-30.6	0.0	0.0
	Carico Avviamento	Qa	82.3	3043.6	0.0	-635.3	0.0
	Frenatura LM71	Qf1	49.9	1844.5	0.0	-385.0	0.0
	Frenatura SW2	Qf2	79.3	2934.3	0.0	-612.5	0.0
	Serpeggio 1 treno	QS1	0.0	0.0	-753.4	0.0	-109.9
	Serpeggio 2 treni	QS2	0.0	0.0	-1506.9	0.0	-219.8
	Vento	Qw	0.0	0.0	-1791.6	0.0	-220.8
	Azioni aerodinamiche 1 treno	Qae1	0.0	0.0	-77.0	0.0	-8.8
	Azioni aerodinamiche 2 treni	Qae2	0.0	0.0	-154.4	0.0	-17.7
	Sisma Long con 2 LM71	Elong	302.6	15668.1	0.2	-3288.3	0.0
	Sisma Trasv con 2 LM71	Etrasv	0.0	0.0	-10239.3	0.0	-1643.1
Sisma Vert con 2 LM71	Evert	822.1	575.5	0.0	0.0	0.0	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	119 di 162

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

Condizione		N	ML	MT	TL	TT
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
p.p. spalla	SP_Gk1	6284.1	-435.4	-673.5	0.0	0.0
spalla sisma long	SP_Elong	0.0	3659.9	0.1	-1979.4	0.0
spalla sisma trasv	SP_Etrasv	0.0	0.0	-3658.8	0.0	-1978.1
spalla sisma vert	SP_Evert	986.6	-68.4	-105.7	0.0	0.0
p.p. rinterro	SP_Gk2	2977.0	-5061.1	553.6	0.0	0.0
rinterro spinta esercizio	SP_Gk2_h	0.0	3580.4	0.0	-1904.0	0.0
rinterro sisma long	SP_Gk2_Elong	-0.1	12660.2	0.1	-4080.6	0.0
rinterro sisma trasv	SP_Gk2_Etrasv	0.0	0.0	-3762.8	0.0	-1005.4
rinterro sisma vert	SP_Gk2_Evert	936.7	-1592.5	174.2	0.0	0.0
permanente	SP_Gk3	479.5	-815.2	89.2	0.0	0.0
permanente spinta esercizio	SP_Gk3_h	0.0	1028.5	0.0	-275.0	0.0
accidentale	SP_Qk	1665.0	-2830.6	309.6	0.0	0.0
accidentale spinta esercizio	SP_Qk_h	0.0	3574.6	0.0	-955.7	0.0

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

Condizione		N	ML	MT	TL	TT
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
SLE-rara	01_SLE1	19778.0	7299.7	-2755.7	-3644.8	-370.1
	02_SLE2	19883.6	10840.7	-1925.8	-4382.4	-251.3
	03_SLE3	17916.9	5092.2	-5827.4	-3452.3	-251.2
	04_SLE4	17927.1	5099.3	-5848.5	-3452.3	-251.2
SLE-frequente	05_SLS1	17616.7	4996.3	-1020.7	-3058.4	-142.5
	06_SLS2	17680.1	7120.9	-522.8	-3501.0	-71.3
	07_SLS3	17208.5	4382.0	-3808.0	-3197.6	-95.0
	08_SLS4	17216.6	4387.7	-3824.9	-3197.6	-95.0
SLU	09_SLU1	28006.0	10413.2	-2338.8	-5393.9	-344.5
	10_SLU2	28159.1	15547.6	-1135.5	-6463.4	-172.2
	11_SLU3	25301.3	7208.0	-6823.3	-5114.8	-172.2
	12_SLU4	25316.1	7218.4	-6853.9	-5114.8	-172.2
SLV	13_SLV1	16519.3	33832.4	-5300.9	-11718.4	-1388.0
	14_SLV2	16307.6	11440.6	-17663.7	-5174.6	-4626.6
	15_SLV3	14539.1	35049.7	-5403.9	-11718.4	-1388.0
	16_SLV4	14327.3	12657.9	-17766.7	-5174.6	-4626.6
GEO	17_GEO1	22647.3	8696.3	-1901.7	-4664.9	-296.9
	18_GEO2	22779.3	13122.4	-864.3	-5586.9	-148.5
	19_GEO3	20314.8	5932.5	-5771.8	-4424.3	-148.4

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	120 di 162

	20_GEO4	20327.6	5941.5	-5798.2	-4424.3	-148.4
--	---------	---------	--------	---------	---------	--------

11.2 Reazioni globali modello di prima fase

Le reazioni globali agenti ad intradosso fondazione nel riferimento baricentrico (di seconda fase) dei pali sono:

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI							
Condizione		N	ML	MT	TL	TT	
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
CARICHI ELEMENTARI IMPALCATO	Permanenti strutturali	G1	2046.5	1432.6	4093.0	0.0	0.0
	Permanenti NON strutturali	G2	1042.9	730.0	2085.8	0.0	0.0
	Traffico - 1LM71	Q1,1a	1713.4	1199.4	3289.8	0.0	0.0
	Traffico - 1SW2	Q1,1b	1723.6	1206.6	3309.5	0.0	0.0
	Carico variabile 1 Marciapiede	Qm1	153.1	107.2	-183.9	0.0	0.0
	Carico variabile 2 Marciapiedi	Qm2	306.3	214.4	582.0	0.0	0.0
	Carico Avviamento	Qa	82.3	3043.4	164.5	-635.4	0.0
	Frenatura LM71	Qf1	49.9	1844.4	99.8	-385.0	0.0
	Frenatura SW2	Qf2	79.3	2934.2	158.6	-612.6	0.0
	Serpeggio 1 treno	QS1	0.0	0.0	-753.4	0.0	-110.0
	Vento	Qw	0.0	0.0	-1791.6	0.0	-220.9
	Azioni aerodinamiche 1 treno	Qae1	0.0	0.0	-77.0	0.0	-8.8
	Sisma Long con 2 LM71	Elong	302.7	15667.5	605.0	-3289.0	0.0
	Sisma Trasv con 2 LM71	Etrasv	0.0	0.0	-10239.3	0.0	-1643.7
	Sisma Vert con 2 LM71	Evert	822.1	575.5	1644.2	0.0	0.0

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI							
Condizione		N	ML	MT	TL	TT	
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
CARICHI ELEMENTARI SPALLA	p.p. spalla	SP_Gk1	4383.6	-241.6	9515.6	0.0	0.0
	spalla sisma long	SP_Elong	0.0	2564.3	-0.1	-1381.0	0.0
	spalla sisma trasv	SP_Etrasv	0.0	0.0	-2563.8	0.0	-1380.3
	spalla sisma vert	SP_Evert	688.2	-37.9	1493.9	0.0	0.0
	p.p. rinterro	SP_Gk2	2180.4	-3706.7	4110.2	0.0	0.0
	rinterro spinta esercizio	SP_Gk2_h	0.0	2510.9	-0.1	-1329.5	0.0
	rinterro sisma long	SP_Gk2_Elong	0.1	9147.7	-0.1	-2928.5	0.0
	rinterro sisma trasv	SP_Gk2_Etrasv	0.0	0.1	-2634.1	0.0	-704.1
	rinterro sisma vert	SP_Gk2_Evert	686.1	-1166.3	1293.3	0.0	0.0
	permanente	SP_Gk3	351.2	-597.1	662.1	0.0	0.0
	permanente spinta esercizio	SP_Gk3_h	0.0	753.3	0.0	-201.5	0.0

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	121 di 162

accidentale	SP_Qk	1219.5	-2073.1	2298.8	0.0	0.0
accidentale spinta esercizio	SP_Qk_h	0.0	2618.2	0.0	-700.2	0.0

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

Condizione		N	ML	MT	TL	TT
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
SLE-rara	01_SLE1	11535.3	4042.0	22288.2	-2741.4	-132.5
	02_SLE2	11630.8	7575.7	22479.1	-3479.1	-132.5
	03_SLE3	13101.2	4233.4	24085.0	-2548.8	-251.3
	04_SLE4	13111.4	4240.6	24104.7	-2548.8	-251.3
SLE-frequente	05_SLS1	10923.0	2777.8	22204.5	-2257.2	0.0
	06_SLS2	10980.3	4898.0	22319.1	-2699.9	0.0
	07_SLS3	12481.9	3563.0	24221.3	-2345.3	-95.0
	08_SLS4	12490.1	3568.7	24237.0	-2345.3	-95.0
SLU	09_SLU1	16274.1	5734.9	32881.9	-4051.5	0.0
	10_SLU2	16412.7	10858.7	33158.7	-5121.2	0.0
	11_SLU3	18538.6	6008.2	35456.6	-3772.4	-172.2
	12_SLU4	18553.4	6018.5	35485.2	-3772.4	-172.2
SLV	13_SLV1	11210.3	28181.4	18229.5	-9269.5	-1118.4
	14_SLV2	10998.3	9015.8	7000.1	-3950.6	-3728.0
	15_SLV3	9648.5	28449.6	15110.8	-9129.5	-1118.4
	16_SLV4	9436.6	9284.0	3881.5	-3810.6	-3728.0
GEO	17_GEO1	13002.6	4747.8	26168.0	-3503.2	0.0
	18_GEO2	13122.0	9165.0	26406.6	-4425.4	0.0
	19_GEO3	14953.8	4982.8	28383.3	-3262.6	-148.4
	20_GEO4	14966.6	4991.8	28407.9	-3262.6	-148.4

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A

11.3 Diagrammi di sollecitazione fase finale

Le massime sollecitazioni flessionali agenti sugli elementi lastra-piastra sono:

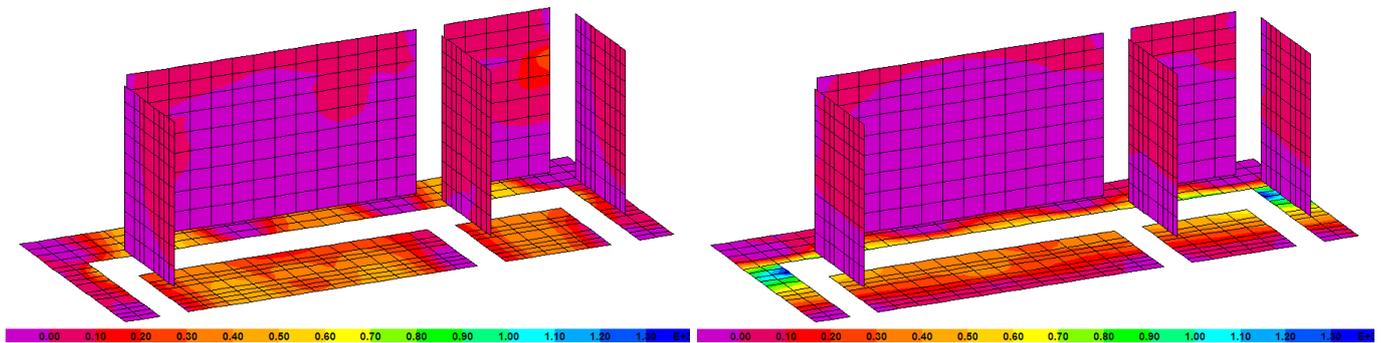


Figura 23 - involucro massimi positivi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

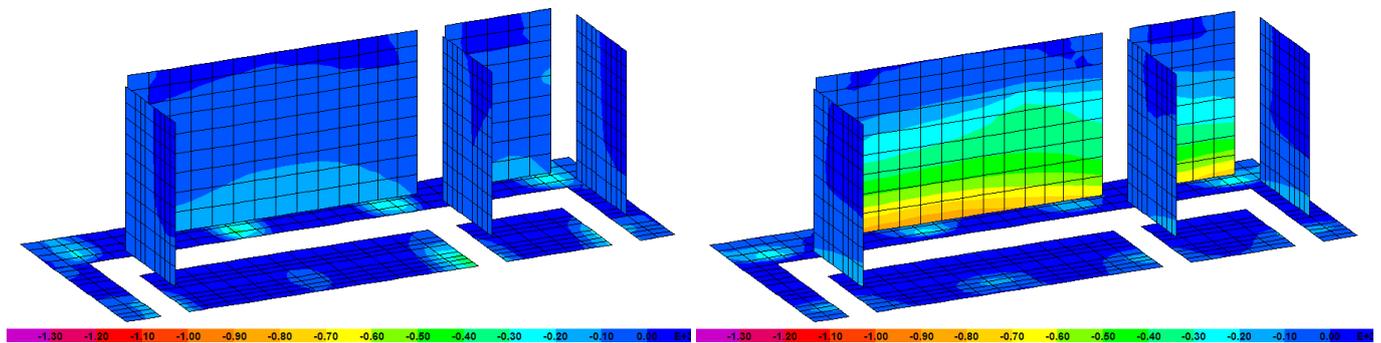


Figura 24 - involucro massimi negativi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

Sono positivi i momenti che tendono le fibre di intradosso della fondazione, e negativi i momenti che tendono le fibre contro terra dei muri (lato rinterro). Gli assi locali degli elementi lastra-piastra seguono la seguente convenzione: 1 rosso, 2 nero, 3 ciano.

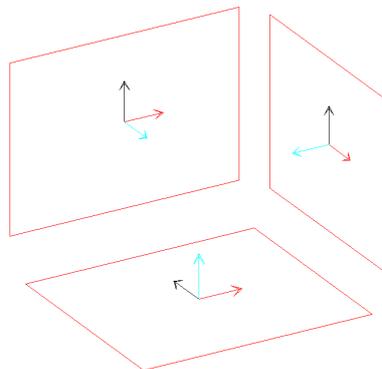
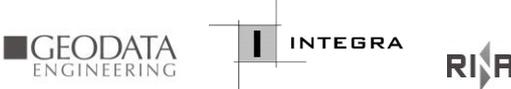


Figura 25 - assi locali elementi lastra-piastra

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A	FOGLIO 123 di 162

11.4 Diagrammi di sollecitazione modello di prima fase

Le massime sollecitazione flessionali agenti sugli elementi lastra-piastra sono:

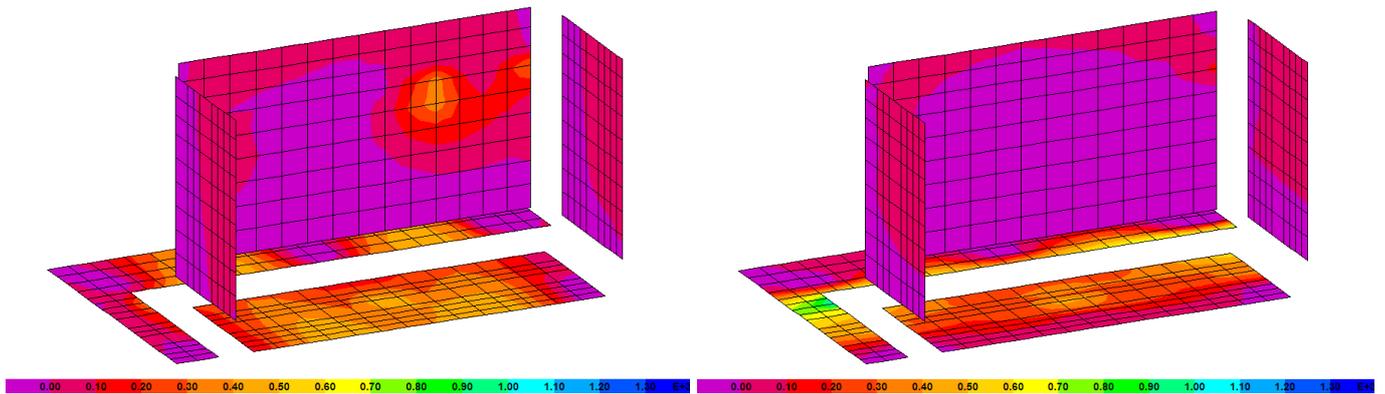


Figura 26 - involucro massimi positivi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

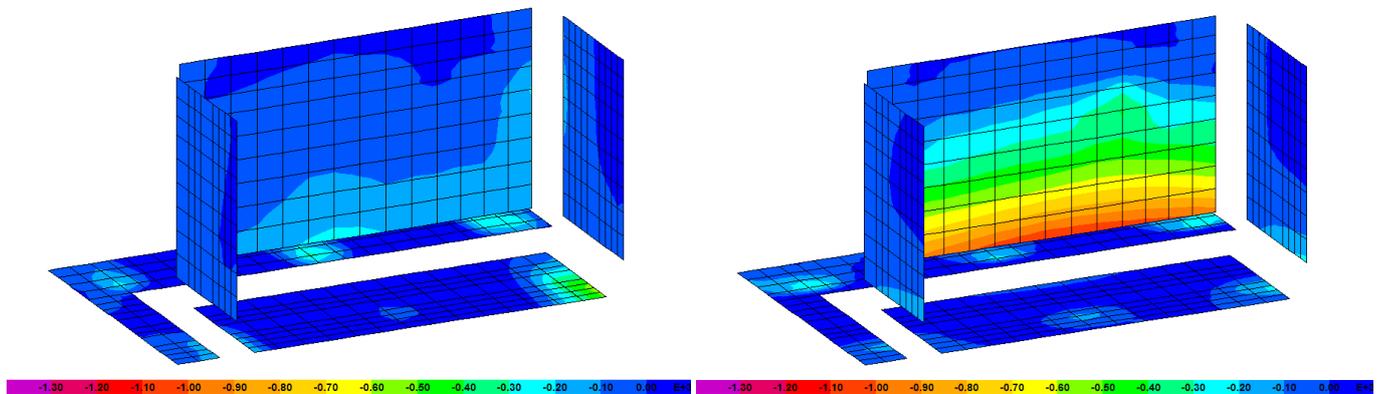


Figura 27 - involucro massimi negativi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

  	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>Spalle: Relazione di calcolo</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0304 001</td> <td>A</td> <td>124 di 162</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	124 di 162
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	124 di 162								

11.5 Verifiche a flessione e taglio dei muri e della fondazione

Per ciascuna sezione di verifica si riportano le tabelle con le sollecitazioni ottenute dal modello di calcolo descritto nei paragrafi precedenti.

In ciascuna tabella si riportano altresì le tensioni di calcolo per le verifiche agli stati limite di esercizio ed i coefficienti di sicurezza per le verifiche agli stati limite ultimi. Per le combinazioni per le quali è richiesta la verifica a fessurazione si riporta la massima tensione di trazione elastica nel calcestruzzo, qualora questa sia inferiore al limite di $f_{ctm}/1.2$ risulta soddisfatta la verifica di non formazione delle fessure, viceversa si procede con il calcolo dell'ampiezza delle fessure.

Diversamente dalla convenzione del programma di calcolo, sono positivi gli sforzi normali di compressione e negativi quelli di trazione. Tutte le sollecitazioni degli elementi lastra/piastra e le relative verifiche sono sviluppate per unità di lunghezza.

Quando la sezione di verifica esiste sia in fase finale sia in prima fase, si riportano entrambe le verifiche utilizzando le sollecitazioni derivanti dai rispettivi modelli di calcolo.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	125 di 162

11.5.1 Muro frontale

Le verifiche sono riferite alla sezione di spiccato.

	H	1400	elem.	M12-31	modello
muro frontale	tesa	fi24/100	direz.	2-2	FINALE
arm. verticali	compr.	fi24/200			

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	528	-416	-169	1.89	-30.2	
	02_SLE2	544	-488	-199	2.22	-40.6	
	03_SLE3	380	-357	-156	1.62	-31.0	
	04_SLE4	381	-357	-156	1.62	-31.0	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	452	-336	-139	1.53	-22.7	-0.58
	06_SLS2	462	-380	-156	1.72	-28.9	-0.68
	07_SLS3	375	-329	-143	1.50	-26.8	-0.61
	08_SLS4	376	-329	-143	1.50	-26.8	-0.61
				[MPa]	2.22	-40.6	-0.68

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M	
SLU	09_SLU1	746	-602	-249	4.45
	10_SLU2	770	-707	-291	3.81
	11_SLU3	532	-517	-229	4.95
	12_SLU4	533	-517	-229	4.95
SLV	13_SLV1	425	-787	-406	3.17
	14_SLV2	321	-401	-185	6.07
	15_SLV3	406	-761	-400	3.26
	16_SLV4	303	-375	-180	6.47
				3.17	

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	1.0 ≤ ... ≤ 2.5	
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	3270	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	826	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	826	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
	V_E [kN]	406	CS_V	2.04

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	126 di 162

muro frontale	H	1400	elem.	M12-31	modello
	tesa	fi24/100	direz.	2-2	
arm. verticali	compr.	fi24/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	231	-373	-172	1.67	-46.1	
	02_SLE2	241	-479	-216	2.13	-64.1	
	03_SLE3	348	-390	-163	1.77	-39.1	
	04_SLE4	349	-390	-163	1.77	-39.1	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	237	-310	-140	1.40	-34.4	-0.65
	06_SLS2	243	-374	-166	1.68	-45.1	-0.80
	07_SLS3	330	-356	-149	1.61	-34.8	-0.70
	08_SLS4	330	-356	-149	1.62	-34.8	-0.70
				[MPa]	2.13	-64.1	-0.80

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	315	-541	-253	4.49
	10_SLU2	329	-695	-317	3.51
	11_SLU3	485	-566	-240	4.47
	12_SLU4	486	-566	-240	4.47
					3.51

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	3270	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	826	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	826	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		V_E [kN]	317	CS_V	2.61

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	127 di 162

Le verifiche sono riferite alla sezione d'angolo con muri andatori.

muro frontale	H	1400	elem.	M16-30	modello
	tesa	fi18/200	direz.	1-1	FINALE
arm. orizzontali	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	138	-61	1	0.31	-2.5		
	02_SLE2	139	4	2	0.11	1.3		
	03_SLE3	127	-80	1	0.47	-9.6		
	04_SLE4	127	-79	1	0.46	-9.4		
SLE-freq	05_SLS1	119	-62	-1	0.34	-4.5	$\sigma_{traz,el}$	
	06_SLS2	119	-23	0	0.15	0.3	-0.10	
	07_SLS3	118	-77	1	0.46	-10.4	0.02	
	08_SLS4	118	-77	1	0.46	-10.3	-0.14	
					[MPa]	0.47	-10.4	-0.14

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	190	-97	7	7.92
	10_SLU2	192	-3	8	265.52
	11_SLU3	173	-123	7	6.12
	12_SLU4	174	-123	7	6.13
SLV	13_SLV1	108	384	-32	1.86
	14_SLV2	59	-41	7	16.84
	15_SLV3	89	388	-25	1.81
	16_SLV4	40	-36	14	18.50
					1.81

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	3277	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	828	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	828	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	32	CS_V 25.91

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	128 di 162

Le verifiche sono riferite alla sezione d'angolo con il muro andatore interno.

muro frontale interno	H	1400	elem.	M13-24	modello
	tesa	fi18/200	direz.	1-1	FINALE
arm. orizzontali	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	235	-29	-20	0.25	1.3	
	02_SLE2	239	-31	-16	0.25	1.3	
	03_SLE3	202	-23	-15	0.21	1.2	
	04_SLE4	203	-23	-15	0.21	1.2	
SLE-freq	05_SLS1	197	-24	-16	0.21	1.1	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	199	-25	-14	0.21	1.1	0.07
	07_SLS3	188	-21	-14	0.19	1.1	0.07
	08_SLS4	189	-21	-14	0.19	1.1	0.07
				[MPa]	0.25	1.1	0.07

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	331	-42	-28	20.41
	10_SLU2	336	-44	-23	19.65
	11_SLU3	283	-32	-22	25.66
	12_SLU4	284	-32	-22	25.64
SLV	13_SLV1	179	-28	10	26.91
	14_SLV2	114	-19	-16	36.90
	15_SLV3	158	-27	11	28.12
	16_SLV4	94	-18	-15	39.61
					19.65

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	3277	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	828	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	828	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	28	CS_V 29.43

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	129 di 162

muro frontale interno	H	1400	elem.	M13-24	modello
	tesa	fi18/200	direz.	1-1	INIZIALE
arm. orizzontali	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	84	-64	-49	0.40	-11.5	
	02_SLE2	82	16	-37	0.10	0.2	
	03_SLE3	169	-76	-84	0.39	-3.3	
	04_SLE4	170	-76	-84	0.39	-3.3	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	91	-65	-52	0.40	-10.3	-0.12
	06_SLS2	90	-17	-44	0.11	0.3	0.01
	07_SLS3	149	-75	-78	0.40	-4.8	-0.11
	08_SLS4	149	-75	-78	0.40	-4.8	-0.11
				[MPa]	0.40	-11.5	-0.12

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	92	-98	-66	7.21
	10_SLU2	89	18	-48	38.92
	11_SLU3	215	-116	-117	6.75
	12_SLU4	216	-116	-117	6.75
					6.75

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	3277	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	828	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	828	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		V_E [kN]	117	CS_V	7.07

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	130 di 162

11.5.2 Paraghiaia

Le verifiche sono riferite alla sezione di spiccato sul muro frontale.

paraghiaia	H	400	elem.	P3-28	modello
	tesa	fi24/200	direz.	2-2	FINALE
arm. verticali	compr.	fi20/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	7	-13	-30	0.70	-18.4	
	02_SLE2	7	-12	-29	0.68	-17.8	
	03_SLE3	2	-13	-30	0.73	-20.4	
	04_SLE4	2	-13	-30	0.73	-20.4	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	10	-9	-22	0.50	-12.1	-0.27
	06_SLS2	10	-9	-22	0.49	-11.7	-0.26
	07_SLS3	4	-11	-26	0.62	-16.8	-0.35
	08_SLS4	4	-11	-26	0.62	-16.8	-0.35
				[MPa]	0.73	-20.4	-0.35

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	11	-19	-44	14.00
	10_SLU2	11	-18	-43	14.45
	11_SLU3	3	-20	-44	13.41
	12_SLU4	2	-20	-44	13.41
SLV	13_SLV1	7	-36	-72	7.43
	14_SLV2	4	-13	-33	20.43
	15_SLV3	5	-36	-72	7.40
	16_SLV4	2	-13	-33	20.24
					7.40

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	808	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	204	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	204	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	72	CS_V 2.83

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	131 di 162

paraghiaia	H	400	elem.	P3-28	modello
	tesa	fi24/200	direz.	2-2	
arm. verticali	compr.	fi20/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-4	-10	-28	0.52	-15.9	
	02_SLE2	-5	-8	-25	0.41	-12.8	
	03_SLE3	-12	-9	-30	0.47	-16.7	
	04_SLE4	-12	-9	-30	0.47	-16.7	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-1	-6	-21	0.35	-10.3	-0.21
	06_SLS2	-2	-5	-19	0.28	-8.5	-0.17
	07_SLS3	-8	-8	-26	0.40	-13.5	-0.26
	08_SLS4	-8	-8	-26	0.40	-13.5	-0.26
				[MPa]	0.52	-16.7	-0.26

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-5	-14	-41	18.60
	10_SLU2	-5	-11	-36	23.47
	11_SLU3	-15	-13	-43	19.59
	12_SLU4	-15	-13	-43	19.61
					18.60

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	808	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	204	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	204	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	43	CS_V 4.72

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	132 di 162

Le verifiche sono riferite alla sezione d'angolo con muri andatori.

paraghiaia	H	400	elem.	P7-15	modello
	tesa	fi18/200	direz.	1-1	FINALE
arm. orizzontali	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	-5	-8	14	0.52	-22.5		
	02_SLE2	-4	-7	23	0.47	-20.3		
	03_SLE3	0	-8	10	0.52	-20.6		
	04_SLE4	0	-8	10	0.52	-20.6		
SLE-freq	05_SLS1	0	-6	8	0.41	-16.0	$\sigma_{traz,el}$	
	06_SLS2	1	-6	14	0.38	-14.7	-0.20	
	07_SLS3	1	-7	8	0.47	-18.0	-0.19	
	08_SLS4	1	-7	8	0.47	-17.9	-0.23	
					[MPa]	0.52	-22.5	-0.23

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-11	-11	22	13.69
	10_SLU2	-10	-10	34	15.01
	11_SLU3	-4	-12	16	13.70
	12_SLU4	-3	-12	16	13.71
SLV	13_SLV1	-15	0	78	319.30
	14_SLV2	-57	-11	19	13.42
	15_SLV3	-18	-1	80	248.33
	16_SLV4	-61	-11	21	13.20
					13.20

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	815	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	206	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	206	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	80	CS_V 2.57

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	133 di 162

Le verifiche sono riferite alla sezione d'angolo con il muro andatore interno.

paraghaia interno	H	400	elem.	P4-12	modello
	tesa	fi18/200	direz.	1-1	FINALE
arm. orizzontali	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	114	-2	37	0.31	3.4		
	02_SLE2	118	-2	43	0.33	3.5		
	03_SLE3	95	-1	34	0.26	2.9		
	04_SLE4	96	-1	34	0.26	2.9		
SLE-freq	05_SLS1	100	-1	28	0.27	3.0	0.19	
	06_SLS2	103	-1	32	0.28	3.1	0.19	
	07_SLS3	93	-1	30	0.25	2.8	0.18	
	08_SLS4	93	-1	30	0.25	2.8	0.18	
					[MPa]	0.33	2.8	0.18

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	164	-2	54	81.28
	10_SLU2	170	-3	63	72.41
	11_SLU3	137	-2	49	106.68
	12_SLU4	137	-2	49	106.76
SLV	13_SLV1	91	-7	87	24.03
	14_SLV2	17	-14	31	11.55
	15_SLV3	78	-7	85	23.86
	16_SLV4	4	-14	29	11.43
					11.43

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	815	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	206	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	206	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	87	CS_V 2.38

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	134 di 162

paraghiaia interno	H	400	elem.	P4-12	modello
	tesa	fi18/200	direz.	1-1	
arm. orizzontali	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-35	-11	34	0.67	-43.1	
	02_SLE2	-34	-10	51	0.65	-41.9	
	03_SLE3	-21	-11	30	0.72	-37.5	
	04_SLE4	-21	-11	30	0.72	-37.5	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-21	-9	24	0.55	-31.2	-0.33
	06_SLS2	-20	-8	34	0.54	-30.5	-0.33
	07_SLS3	-17	-10	26	0.65	-33.2	-0.37
	08_SLS4	-17	-10	26	0.65	-33.2	-0.37
				[MPa]	0.72	-43.1	-0.37

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-56	-16	52	9.42
	10_SLU2	-54	-16	76	9.69
	11_SLU3	-35	-16	45	9.47
	12_SLU4	-35	-16	45	9.47
					9.42

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	815	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	206	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	206	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		V_E [kN]	76	CS_V	2.73

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	135 di 162

11.5.3 Muri andatori

Le verifiche sono riferite alla sezione di spiccato (a tergo).

muro andatore	H	800	elem.	A6-44	modello
	tesa	fi26/200	direz.	2-2	
arm. verticali	compr.	fi20/200			

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	0	-102	-106	1.39	-58.2	
	02_SLE2	-69	-99	-105	1.26	-69.0	
	03_SLE3	26	-103	-107	1.43	-54.2	
	04_SLE4	26	-103	-107	1.43	-54.2	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	36	-84	-88	1.18	-41.6	-0.63
	06_SLS2	-6	-82	-87	1.12	-47.8	-0.66
	07_SLS3	37	-93	-97	1.31	-46.6	-0.70
	08_SLS4	37	-93	-97	1.31	-46.6	-0.70
				[MPa]	1.43	-69.0	-0.70

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M	
SLU	09_SLU1	-12	-148	-156	4.80
	10_SLU2	-112	-143	-154	4.70
	11_SLU3	25	-149	-157	4.84
	12_SLU4	25	-149	-157	4.84
SLV	13_SLV1	-427	-68	-81	8.29
	14_SLV2	-59	-121	-136	5.73
	15_SLV3	-447	-61	-79	9.10
	16_SLV4	-79	-114	-134	6.02
				4.70	

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$		
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1790	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	452	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	452	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
	V_E [kN]	157	CS_V	2.89	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	136 di 162

Le verifiche sono riferite alla sezione d'angolo con il muro frontale.

muro andatore	H	800	elem.	A6-11	modello
	tesa	fi18/200	direz.	1-1	FINALE
arm. orizzontali	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	2	-45	-71	0.83	-50.8	
	02_SLE2	-55	-48	-72	0.80	-77.0	
	03_SLE3	24	-43	-72	0.81	-40.8	
	04_SLE4	24	-43	-72	0.80	-40.7	
SLE-freq	05_SLS1	18	-34	-54	0.63	-32.3	$\sigma_{traz,el}$ -0.27
	06_SLS2	-17	-36	-55	0.63	-47.7	-0.32
	07_SLS3	26	-38	-64	0.72	-34.5	-0.30
	08_SLS4	26	-38	-64	0.71	-34.4	-0.30
				[MPa]	0.83	-77.0	-0.32

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-1	-67	-107	5.18
	10_SLU2	-85	-72	-108	4.43
	11_SLU3	31	-65	-109	5.53
	12_SLU4	31	-65	-109	5.53
SLV	13_SLV1	-305	-52	-60	4.64
	14_SLV2	-31	-66	-109	5.16
	15_SLV3	-322	-55	-64	4.26
	16_SLV4	-47	-69	-113	4.83
					4.26

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1800	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	455	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	455	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	113	CS_V 4.03

GEODATA
ENGINEERING



ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	137 di 162

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	138 di 162

11.5.4 Muri andatori interni

Le verifiche sono riferite ai muri interni alla sezione di spiccato dalla fondazione (a tergo).

muro andatore interno	H	800	elem.	A11-44	modello
	tesa	fi26/200	direz.	2-2	FINALE
arm. verticali	compr.	fi20/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-229	-16	-6	0.00	-57.4	
	02_SLE2	-328	-17	-7	0.00	-87.4	
	03_SLE3	-199	-17	-6	0.00	-47.6	
	04_SLE4	-199	-17	-6	0.00	-47.6	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-155	-11	-5	0.00	-38.6	-0.26
	06_SLS2	-215	-12	-5	0.00	-56.6	-0.33
	07_SLS3	-169	-14	-5	0.00	-40.1	-0.30
	08_SLS4	-169	-14	-5	0.00	-40.1	-0.30
				[MPa]	0.00	-87.4	-0.33

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-351	-22	-9	26.83
	10_SLU2	-496	-24	-9	22.13
	11_SLU3	-308	-25	-8	24.60
	12_SLU4	-308	-25	-8	24.57
SLV	13_SLV1	-798	-60	-49	7.21
	14_SLV2	-247	-121	-139	5.19
	15_SLV3	-784	-59	-48	7.50
	16_SLV4	-233	-119	-138	5.31
					5.19

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1790	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	452	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	452	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	139	CS_V 3.26

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	139 di 162

muro andatore interno	H	800	elem.	A11-44	modello
	tesa	fi26/200	direz.	2-2	
arm. verticali	compr.	fi20/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-93	-88	-101	1.07	-67.2	
	02_SLE2	-212	-92	-100	0.75	-92.0	
	03_SLE3	-47	-90	-104	1.17	-59.8	
	04_SLE4	-46	-90	-104	1.17	-59.8	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-32	-70	-84	0.92	-45.8	-0.60
	06_SLS2	-103	-72	-83	0.80	-60.2	-0.69
	07_SLS3	-28	-80	-94	1.06	-50.8	-0.67
	08_SLS4	-28	-80	-94	1.06	-50.8	-0.67
				[MPa]	1.17	-92.0	-0.69

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-159	-129	-149	5.12
	10_SLU2	-332	-133	-147	4.48
	11_SLU3	-92	-131	-152	5.19
	12_SLU4	-92	-131	-152	5.19
					4.48

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1790	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	452	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	452	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		V_E [kN]	152	CS_V	2.97

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	140 di 162

Le verifiche sono riferite alla sezione d'angolo tra muri interni e muro frontale.

muro andatore interno	H	800	elem.	A11-11	modello
	tesa	fi18/100	direz.	1-1	FINALE
arm. orizzontali	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	-185	7	12	0.00	-81.7		
	02_SLE2	-260	7	11	0.00	-111.2		
	03_SLE3	-167	9	10	0.00	-76.1		
	04_SLE4	-167	9	10	0.00	-76.1		
SLE-freq	05_SLS1	-142	5	9	0.00	-62.0	$\sigma_{traz,el}$	
	06_SLS2	-187	5	9	0.00	-79.7	-0.22	
	07_SLS3	-150	7	9	0.00	-67.2	-0.24	
	08_SLS4	-150	7	9	0.00	-67.2	-0.24	
					[MPa]	0.00	-111.2	-0.27

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-276	10	16	24.75
	10_SLU2	-385	10	16	21.10
	11_SLU3	-249	12	13	21.52
	12_SLU4	-249	12	13	21.48
SLV	13_SLV1	-558	-21	-38	23.10
	14_SLV2	-212	-95	-149	6.45
	15_SLV3	-546	-22	-39	22.30
	16_SLV4	-201	-96	-150	6.43
					6.43

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1800	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	455	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	455	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	150	CS_V 3.03

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	141 di 162

muro andatore interno	H	800	elem.	A11-11	modello
	tesa	fi18/100	direz.	1-1	
arm. orizzontali	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-95	-54	-91	0.56	-50.1	
	02_SLE2	-182	-58	-91	0.17	-69.9	
	03_SLE3	-62	-50	-88	0.59	-41.1	
	04_SLE4	-62	-50	-88	0.59	-41.1	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-60	-41	-71	0.47	-35.9	-0.40
	06_SLS2	-112	-44	-71	0.31	-47.7	-0.48
	07_SLS3	-53	-45	-79	0.54	-36.6	-0.42
	08_SLS4	-53	-45	-79	0.54	-36.6	-0.42
				[MPa]	0.59	-69.9	-0.48

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-148	-81	-135	7.83
	10_SLU2	-275	-87	-136	6.83
	11_SLU3	-100	-75	-131	8.68
	12_SLU4	-100	-75	-131	8.69
					6.83

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1800	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	455	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	455	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		V_E [kN]	136	CS_V	3.35

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	142 di 162

11.5.5 Muri andatori alti

Le verifiche sono riferite alla sezione di spiccato dal muro andatore.

muro andatore superiore	H	720	elem.	B2-1	modello
arm. verticali	tesa	fi26/200	direz.	2-2	FINALE
	compr.	fi20/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	66	-6	-2	0.15	0.5	
	02_SLE2	76	-7	-3	0.17	0.6	
	03_SLE3	60	-6	-3	0.14	0.4	
	04_SLE4	60	-6	-3	0.14	0.4	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	55	-4	-1	0.11	0.6	0.03
	06_SLS2	61	-4	-1	0.12	0.6	0.03
	07_SLS3	55	-5	-2	0.13	0.4	0.02
	08_SLS4	55	-5	-2	0.13	0.4	0.02
[MPa]					0.17	0.4	0.02

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	93	-9	-5	69.66
	10_SLU2	107	-10	-5	63.64
	11_SLU3	83	-10	-5	66.23
	12_SLU4	83	-10	-5	66.34
SLV	13_SLV1	104	-7	1	95.44
	14_SLV2	66	-12	-7	53.52
	15_SLV3	101	-8	0	83.12
	16_SLV4	63	-13	-9	49.32
					49.32

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1593	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	403	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	403	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	9	CS_V 45.13

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	143 di 162

muro andatore superiore	H	720	elem.	B2-1	modello
	tesa	fi26/200	direz.	2-2	
arm. verticali	compr.	fi20/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	110	-29	8	0.50	-3.6	
	02_SLE2	133	-31	8	0.53	-2.6	
	03_SLE3	99	-29	7	0.50	-4.6	
	04_SLE4	100	-29	7	0.50	-4.4	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	90	-22	6	0.39	-2.4	-0.11
	06_SLS2	104	-23	6	0.40	-1.8	-0.10
	07_SLS3	91	-26	6	0.45	-3.8	-0.14
	08_SLS4	92	-26	6	0.45	-3.7	-0.14
				[MPa]	0.53	-4.6	-0.14

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	157	-44	11	15.48
	10_SLU2	190	-46	10	14.95
	11_SLU3	141	-44	9	15.32
	12_SLU4	142	-44	10	15.38
					14.95

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1593	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	403	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	403	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		V_E [kN]	11	CS_V	37.68

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	144 di 162

Le verifiche sono riferite alla sezione d'angolo con il paraghiaia.

muro andatore superiore	H	720	elem.	B2-1	modello
	tesa	fi18/100	direz.	1-1	FINALE
arm. orizzontali	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-27	-32	-73	0.50	-26.6	
	02_SLE2	-78	-35	-74	0.41	-38.3	
	03_SLE3	-4	-31	-73	0.51	-21.3	
	04_SLE4	-4	-31	-73	0.51	-21.3	
SLE-freq	05_SLS1	-9	-24	-56	0.39	-17.8	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	-40	-26	-57	0.36	-24.8	-0.25
	07_SLS3	-1	-27	-65	0.46	-18.4	-0.27
	08_SLS4	-1	-27	-65	0.46	-18.4	-0.27
				[MPa]	0.51	-38.3	-0.30

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-43	-48	-108	12.33
	10_SLU2	-116	-52	-110	11.02
	11_SLU3	-9	-47	-109	13.05
	12_SLU4	-9	-46	-109	13.06
SLV	13_SLV1	-294	-39	-66	13.17
	14_SLV2	-50	-47	-107	12.67
	15_SLV3	-306	-42	-68	12.34
	16_SLV4	-62	-49	-108	12.00
				11.02	

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1603
s_1 [mm]	200	V_{Rsd} [kN]	810
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	810
		V_E [kN]	110
		CS_V	7.36

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	145 di 162

muro andatore superiore	H	720	elem.	B2-1	modello
	tesa	fi18/100	direz.	1-1	INIZIALE
arm. orizzontali	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-271	-97	-130	0.90	-118.0	
	02_SLE2	-405	-102	-131	0.00	-148.8	
	03_SLE3	-222	-95	-130	1.07	-106.5	
	04_SLE4	-223	-95	-130	1.07	-106.6	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-200	-77	-102	0.78	-90.4	-1.00
	06_SLS2	-280	-80	-103	0.37	-108.9	-1.13
	07_SLS3	-198	-86	-117	0.98	-95.7	-1.08
	08_SLS4	-199	-86	-117	0.98	-95.7	-1.08
				[MPa]	1.07	-148.8	-1.13

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-400	-145	-193	3.36
	10_SLU2	-594	-153	-194	2.79
	11_SLU3	-329	-142	-193	3.59
	12_SLU4	-330	-141	-193	3.60
					2.79

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1603	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	200	V_{Rsd} [kN]	810	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	810	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	194	CS_V 4.18

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	146 di 162

11.5.6 Muri andatori interni alti

Le verifiche sono riferite alla sezione di spiccato dal muro andatore interno.

muro andatore interno superiore	H	500	elem.	B5-1	modello
	tesa	fi24/200	direz.	2-2	FINALE
arm. verticali	compr.	fi20/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	94	4	2	0.24	1.7	
	02_SLE2	107	4	2	0.26	2.1	
	03_SLE3	80	4	5	0.21	1.4	
	04_SLE4	80	4	5	0.21	1.4	
SLE-freq	05_SLS1	78	3	1	0.20	1.4	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	85	3	1	0.21	1.7	0.08
	07_SLS3	75	3	4	0.19	1.4	0.10
	08_SLS4	75	3	4	0.19	1.4	0.07
[MPa]					0.26	1.4	0.07

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	134	6	3	49.90
	10_SLU2	152	5	3	52.31
	11_SLU3	113	5	7	55.30
	12_SLU4	113	5	7	55.25
SLV	13_SLV1	126	-4	-8	83.66
	14_SLV2	85	-23	-33	15.90
	15_SLV3	120	-5	-8	76.71
	16_SLV4	79	-23	-33	15.59
					15.59

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1054	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	266	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	266	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	33	CS_V 8.00

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	147 di 162

muro andatore interno superiore	H	500	elem.	B5-1	modello
	tesa	fi24/200	direz.	2-2	INIZIALE
arm. verticali	compr.	fi20/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	52	-11	-8	0.38	-3.2	
	02_SLE2	68	-12	-8	0.41	-2.2	
	03_SLE3	55	-9	-5	0.33	-1.7	
	04_SLE4	55	-9	-5	0.33	-1.7	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	44	-8	-6	0.27	-1.5	-0.08
	06_SLS2	53	-8	-6	0.29	-1.0	-0.07
	07_SLS3	50	-8	-5	0.29	-1.3	-0.08
	08_SLS4	50	-8	-5	0.29	-1.3	-0.08
				[MPa]	0.41	-3.2	-0.08

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M	
SLU	09_SLU1	73	-16	-13	22.15
	10_SLU2	96	-18	-13	21.02
	11_SLU3	77	-14	-9	25.75
	12_SLU4	77	-14	-9	25.77
				21.02	

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$		
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1054	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	266	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	266	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		V_E [kN]	13	CS_V	20.76

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	148 di 162

Le verifiche sono riferite alla sezione d'angolo con il paraghiaia.

muro andatore interno superiore	H	500	elem.	B5-1	modello
arm. orizzontali	tesa	fi18/100	direz.	1-1	FINALE
	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-226	5	12	0.00	-99.3	
	02_SLE2	-296	5	13	0.00	-126.7	
	03_SLE3	-198	6	9	0.00	-90.7	
	04_SLE4	-198	6	9	0.00	-90.7	
SLE-freq	05_SLS1	-176	3	10	0.00	-76.3	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	-218	3	10	0.00	-92.8	-0.41
	07_SLS3	-179	5	8	0.00	-80.5	-0.44
	08_SLS4	-179	5	8	0.00	-80.6	-0.44
[MPa]					0.00	-126.7	-0.49

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-332	7	17	21.39
	10_SLU2	-434	6	18	18.80
	11_SLU3	-292	8	13	18.47
	12_SLU4	-292	8	13	18.43
SLV	13_SLV1	-563	-16	-25	17.20
	14_SLV2	-238	-69	-121	5.03
	15_SLV3	-550	-17	-26	16.69
	16_SLV4	-224	-70	-122	5.02
					5.02

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1061	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	268	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	268	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	122	CS_V
				2.20

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	149 di 162

muro andatore interno superiore	H	500	elem.	B5-1	modello
arm. orizzontali	tesa	fi18/100	direz.	1-1	INIZIALE
	compr.	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	-101	-40	-77	1.08	-61.0	
	02_SLE2	-179	-43	-77	0.89	-80.4	
	03_SLE3	-78	-37	-77	1.05	-53.2	
	04_SLE4	-78	-37	-77	1.05	-53.2	
SLE-freq	05_SLS1	-69	-30	-60	0.85	-45.0	-0.72
	06_SLS2	-116	-32	-60	0.77	-56.6	-0.84
	07_SLS3	-69	-33	-68	0.95	-47.6	-0.77
	08_SLS4	-69	-33	-68	0.95	-47.6	-0.77
				[MPa]	1.08	-80.4	-0.84

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M	
SLU	09_SLU1	-155	-60	-114	6.12
	10_SLU2	-268	-64	-113	5.32
	11_SLU3	-121	-55	-113	6.71
	12_SLU4	-121	-55	-113	6.71
				5.32	

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$		
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1061	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	268	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	268	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		V_E [kN]	114	CS_V	2.35

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	150 di 162

11.5.7 Plinto

Le verifiche sono riferite all'intradosso sotto il muro frontale.

plinto	H	1500	elem.	F23-3	modello
	tesa	fi24/100	direz.	2-2	FINALE
arm. longitudinali	compr.	fi24/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-9	827	926	3.07	-140.1	
	02_SLE2	10	895	1022	3.34	-149.6	
	03_SLE3	12	666	764	2.49	-110.9	
	04_SLE4	12	666	764	2.49	-111.0	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-19	716	795	2.65	-122.3	-1.62
	06_SLS2	-8	756	853	2.81	-128.0	-1.71
	07_SLS3	0	648	736	2.41	-109.1	-1.46
	08_SLS4	0	649	736	2.41	-109.2	-1.46
				[MPa]	3.34	-149.6	-1.71

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-13	1194	1337	2.01
	10_SLU2	14	1292	1478	1.87
	11_SLU3	17	960	1102	2.53
	12_SLU4	17	960	1102	2.53
SLV	13_SLV1	282	995	1413	2.61
	14_SLV2	156	572	777	4.40
	15_SLV3	301	934	1355	2.80
	16_SLV4	176	511	718	4.96
					1.87

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	16	V_{Rcd} [kN]	3516	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	1580	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	1580	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	1478	CS_V 1.07

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	151 di 162

plinto	H	1500	elem.	F23-3	modello
	tesa	fi24/100	direz.	2-2	
arm. longitudinali	compr.	fi24/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	64	568	677	2.16	-89.3	
	02_SLE2	92	643	796	2.45	-99.2	
	03_SLE3	44	638	734	2.40	-103.1	
	04_SLE4	44	639	734	2.41	-103.2	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	36	534	619	2.01	-86.3	-1.18
	06_SLS2	52	579	690	2.19	-92.2	-1.27
	07_SLS3	29	617	703	2.32	-100.9	-1.37
	08_SLS4	29	617	703	2.32	-101.0	-1.37
				[MPa]	2.45	-103.2	-1.37

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	88	832	991	2.97
	10_SLU2	129	941	1162	2.66
	11_SLU3	59	933	1072	2.63
	12_SLU4	59	934	1073	2.63
					2.63

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	16	V_{Rcd} [kN]	3516	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	1580	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	1580	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		V_E [kN]	1162	CS_V	1.36

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	152 di 162

Le verifiche sono riferite all'intradosso sotto il muro andatore.

plinto	H	1500	elem.	F8-33	modello
	tesa	fi24/100	direz.	1-1	FINALE
arm. trasversali	compr.	fi24/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-151	31	265	0.00	-43.5	
	02_SLE2	-138	30	271	0.00	-40.2	
	03_SLE3	-158	25	262	0.00	-42.9	
	04_SLE4	-158	25	262	0.00	-42.9	
SLE-freq	05_SLS1	-131	40	231	0.00	-41.8	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	-123	39	234	0.00	-39.8	-0.17
	07_SLS3	-147	32	245	0.00	-42.9	-0.17
	08_SLS4	-147	32	245	0.00	-42.9	-0.17
				[MPa]	0.00	-43.5	-0.18

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-224	44	385	24.16
	10_SLU2	-206	42	393	25.57
	11_SLU3	-234	35	379	30.45
	12_SLU4	-234	35	380	30.40
SLV	13_SLV1	38	-39	299	62.42
	14_SLV2	-85	-123	277	19.18
	15_SLV3	44	-55	268	44.17
	16_SLV4	-79	-139	246	16.97
					16.97

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	16	V_{Rcd} [kN]	3516	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	1580	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	1580	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	393	CS_V 4.02

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	153 di 162

Le verifiche sono riferite all'intradosso sotto il muro andatore interno.

plinto interno	H	1500	elem.	F5-25	modello
	tesa	fi24/100	direz.	1-1	FINALE
arm. trasversali	compr.	fi24/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-257	-131	211	0.00	-49.7	
	02_SLE2	-228	-145	249	0.00	-48.7	
	03_SLE3	-241	-131	205	0.00	-47.9	
	04_SLE4	-241	-131	205	0.00	-48.0	
SLE-freq	05_SLS1	-229	-109	175	0.00	-43.1	$\sigma_{traz,el}$ -0.38
	06_SLS2	-211	-117	197	0.00	-42.5	-0.39
	07_SLS3	-230	-119	188	0.00	-44.8	-0.40
	08_SLS4	-230	-119	188	0.00	-44.8	-0.40
				[MPa]	0.00	-49.7	-0.40

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-365	-189	317	11.50
	10_SLU2	-323	-209	371	10.53
	11_SLU3	-342	-189	308	11.58
	12_SLU4	-342	-189	308	11.58
SLV	13_SLV1	35	-273	446	8.93
	14_SLV2	-307	-284	195	7.77
	15_SLV3	54	-257	424	9.51
	16_SLV4	-289	-269	173	8.25
					7.77

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	16	V_{Rcd} [kN]	3516	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	1580	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	1580	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	446	CS_V 3.54

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	154 di 162

plinto interno	H	1500	elem.	F5-25	modello
	tesa	fi24/100	direz.	1-1	
arm. trasversali	compr.	fi24/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-235	-179	301	0.26	-55.2	
	02_SLE2	-228	-177	350	0.28	-53.9	
	03_SLE3	-236	-198	292	0.37	-58.2	
	04_SLE4	-236	-198	292	0.37	-58.2	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-201	-148	250	0.18	-46.3	-0.45
	06_SLS2	-197	-146	280	0.19	-45.5	-0.45
	07_SLS3	-220	-174	269	0.30	-52.6	-0.52
	08_SLS4	-220	-174	269	0.30	-52.6	-0.52
				[MPa]	0.37	-58.2	-0.52

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-348	-249	446	8.77
	10_SLU2	-337	-245	517	8.93
	11_SLU3	-348	-276	433	7.90
	12_SLU4	-348	-276	433	7.90
					7.90

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	16	V_{Rcd} [kN]	3516	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	1580	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	1580	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		V_E [kN]	517	CS_V	3.05

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0304 001	REV. A

11.6 Palificata

Le sollecitazioni agenti nei pali di fondazione, sono state dedotte dal modello di calcolo e corrispondono, con ragionevole approssimazione, a quanto si otterrebbe mediante una ripartizione rigida delle azioni globali.

Il valore del momento flettente agente alla testa del palo (valore massimo) viene calcolato sulla base di quanto indicato nell'elaborato progettuale IF26.0.1.E.ZZ.CL.VI.03.0.3.002.A - Relazione geotecnica di calcolo delle fondazioni.

D	1.2	m
α	2.18	-

11.6.1 Reazioni globali fase finale

Le massime azioni agenti in testa ai pali sono:

SL	Combo	Max N [kN]	Min N [kN]	Max T [kN]	Max M [kNm]
SLE	01_SLE1	3013.3	1909	477.9	1041.8
	02_SLE2	3218.9	1728.9	566.1	1234.1
	03_SLE3	2750.6	1710.1	450	981.0
	04_SLE4	2753	1710.2	450	981.0
SLS	05_SLS1	2540.5	1844.3	395.6	862.4
	06_SLS2	2670.9	1736.2	449.1	979.0
	07_SLS3	2548.1	1736	412.7	899.7
	08_SLS4	2550.1	1736.1	412.7	899.7
SLU	09_SLU1	4217.7	2751.8	700.7	1527.5
	10_SLU2	4521.3	2490.6	829.6	1808.5
	11_SLU3	3836.8	2461.8	660.9	1440.8
	12_SLU4	3840.3	2461.9	660.9	1440.8
SLV	13_SLV1	4353.7	-245.3	1475.8	3217.2
	14_SLV2	3357.4	707	880.2	1918.8
	15_SLV3	4186.5	-571.1	1475.7	3217.0
	16_SLV4	3190.3	381.3	880.2	1918.8
GEO	17_GEO1	3428.3	2207.1	605.9	1320.9
	18_GEO2	3691.2	1982	717.1	1563.3
	19_GEO3	3099.9	1956.9	571.6	1246.1
	20_GEO4	3103	1957	571.6	1246.1

Il taglio riportato è già la combinazione vettoriale dei tagli agenti nelle due direzioni.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0304 001</td> <td>A</td> <td>156 di 162</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	156 di 162
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	156 di 162								

11.6.2 Reazioni globali modello di prima fase

Le massime azioni agenti in testa ai pali sono:

SL	Combo	Max N [kN]	Min N [kN]	Max T [kN]
SLE	01_SLE1	2416.7	1419.2	460.4
	02_SLE2	2728.0	1139.0	588.9
	03_SLE3	2786.0	1572.1	430.0
	04_SLE4	2788.4	1573.1	430.0
SLS	05_SLS1	2137.7	1494.9	378.1
	06_SLS2	2324.5	1326.8	455.3
	07_SLS3	2541.7	1610.2	391.7
	08_SLS4	2543.6	1611.0	391.7
SLU	09_SLU1	3329.4	2081.6	685.2
	10_SLU2	3780.7	1675.3	871.7
	11_SLU3	3864.5	2301.6	632.1
	12_SLU4	3868.0	2303.0	632.1
GEO	17_GEO1	2679.8	1642.8	592.3
	18_GEO2	3068.8	1292.6	753.2
	19_GEO3	3141.0	1832.3	546.6
	20_GEO4	3144.0	1833.5	546.6

Il taglio riportato è già la combinazione vettoriale dei tagli agenti nelle due direzioni.

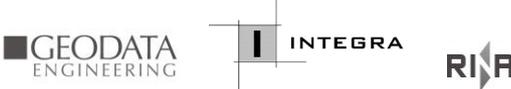
Nel seguito del paragrafo si eseguiranno le verifiche strutturali dei pali unicamente in fase finale, essendo le sollecitazioni più critiche in tale fase.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	157 di 162

11.6.3 Verifiche strutturali pali di fondazione

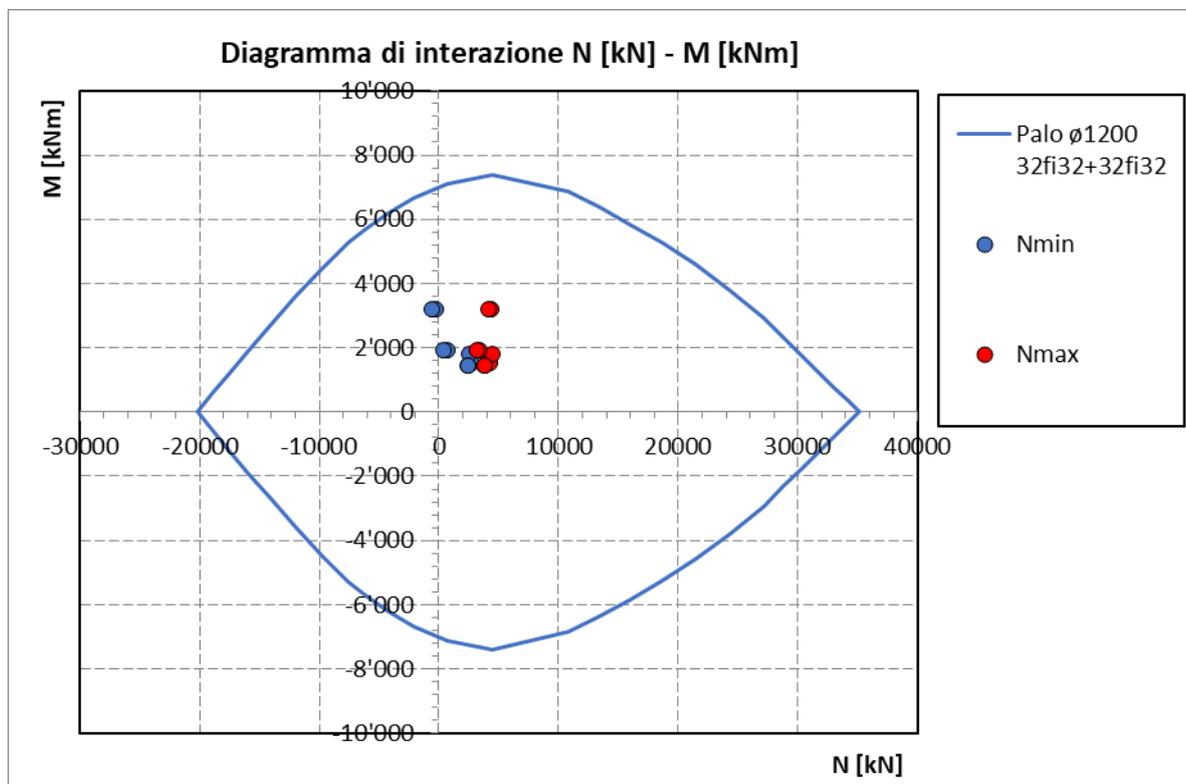
<u>GEOMETRIA DELLA SEZIONE</u>		
Diametro del palo =	1200	mm
Copriferro netto c =	60	mm
Classe di resistenza calcestruzzo =	C25/30	Mpa
Classe di resistenza delle barre =	B450C	MPa
<u>ARMATURA PER I PRIMI 10 Ø</u>		
<i>1° strato di armatura longitudinale</i>		
Numero barre long.	32	-
Diametro barre long.	32	mm
Copriferro baricentrico arm. long. c' =	90	mm
<i>2° strato di armatura longitudinale</i>		
Numero barre long.	32	-
Diametro barre long.	32	mm
Copriferro baricentrico arm. long. c' =	147	mm
<i>Armatura trasversale</i>		
Diametro barre trasv.	14	mm
Passo arm. trasv.	150	mm
Diametro corona esterna =	1066	mm
<u>VERIFICA ARMATURA MINIMA LONG.</u>		
$\rho_{min} =$	1.00%	
$A_c =$	1130973	mm ²
$A_{s,min} =$	11310	mm ²
Armatura long. tot $A_{sd,tot} =$	51472	mm ²
$\rho_l =$	4.55%	
	ok	

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0304 001</td> <td>A</td> <td>158 di 162</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	158 di 162
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	158 di 162								

11.6.3.1 Verifiche allo SLU

Presso-flessione

Sono riportate a seguire le verifiche SLU della sezione di sommità del palo maggiormente sollecitato, espresse in forma sintetica mediante il diagramma di interazione N – M.



La verifica è soddisfatta in quanto le coppie N-M delle sollecitazioni agenti nella sezione di verifica sono interne al dominio di resistenza per ogni condizione di carico indagata.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	159 di 162

Taglio

Verifica a taglio per sezioni circolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)			
classe cls	R_{ck}	30	N/mm ²
resist. Caratteristica cilindrica	f_{ck}	25	N/mm ²
	f_{cd}	14	N/mm ²
diametro	Φ	1200	mm
Area sezione	A	1130973	mm ²
copriferro	c	80	mm
Area sezione rettangolare equivalente	A_{eq}	941544	mm ²
altezza utile equivalente	d	931	mm
larghezza equivalente	b_w	1011	mm
altezza equivalente	h_{eq}	1118	mm
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	N
	σ_{cp}	0.000	N/mm ²
	α_c	1.00	
Acciaio	f_{yk}	450	N/mm ²
B450C	f_{yd}	391	N/mm ²
diametro staffe (spille)	\varnothing_w	14	mm
Area staffa (spilla)	A_{\varnothing_w}	154	mm ²
0.9 d	z	838	mm
passo spirale	s_w	150	mm
	n° bracci	2	
angolo di inclinazione biella compressa	θ	21.8	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	2.50	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	α	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	A_{s_w} / s_w	2.05	mm ² /mm
Taglio resistente per "taglio trazione"	V_{Rsd}	1682	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	V_{Rcd}	2061	kN
taglio sollecitante	V_{Ed}	1476	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	γ_{Rd}	1	
taglio resistente	V_{Rd}	1682	kN
	V_{Ed}	<	V_{Rd}
		verifica	
	FS	1.14	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	160 di 162

11.6.3.2 Verifiche allo SLE

Tensioni

La verifica SLE di tipo tensionale si effettua controllando che le massime tensioni normali agenti nella sezione risultino inferiori ai seguenti valori limite:

per le combinazioni SLE-RAR:

- tensione limite nel calcestruzzo: $\sigma_c = 0.55 f_{ck}$
- tensione limite nelle barre: $\sigma_s = 0.75 f_{yk}$

per le combinazioni SLE-QPE:

- tensione limite nel calcestruzzo: $\sigma_c = 0.40 f_{ck}$

04_SLE4

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	804	0	510
2	804	99	500
3	804	195	471
4	804	283	424
5	804	361	361
6	804	424	283

σ_c	-4.416	N/mm²		$0.55 f_{ck} =$	-13.70	MPa	VERO
σ_s	40.52	N/mm²		$0.75 f_{yk} =$	337.5	MPa	VERO
ϵ_s	0.2026	‰					
d	1'110	mm					
x	688.7	x/d	0.6205				
δ	1						

Le verifiche sono soddisfatte.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	161 di 162

Fessurazione

La verifica SLE a fessurazione si effettua controllando che il massimo valore di apertura delle fessure risulti inferiore ai seguenti valori limite:

per le combinazioni SLE-RAR:

- apertura fessure limite: $w_{lim} = w_1 = 0.30 \text{ mm}$

		INPUT			OUTPUT		
		R_{ck}	30	Mpa	diff. def. armature-clc		
	dimensione	h	1200	mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	1.18E-04	-
	pos. baric. 1° strato	c_1	87	mm	distanza max fessure		
	diametro barre 1° strato	\varnothing_1	32	mm	$S_{r,max}$	408	mm
	numero barre 1° strato	n_1	7.937		ampiezza fessure:		
	pos. baric. 2° strato	c_2	138	mm	w_k	0.048	mm
	diametro barre 2° strato	\varnothing_2	32	mm	w_{lim}	0.300	mm
	numero barre 2° strato	n_2	7.937		La verifica è soddisfatta.		
	distanza lembo compresso-lembo teso della sezione	d	1088	mm			
		b_{eff}	126	mm			
	posizione asse neutro da lembo compresso	x	689	mm			
	Tensione massima barre 1° strato	$\sigma_{s,max1}$	41	Mpa			
	Tensione massima barre 2° strato	$\sigma_{s,max2}$	41	Mpa			
	altezza efficace	$h_{c,eff}$	170	mm			
	area efficace relativamente ad una singola barre	$A_{c,eff}$	21461	mm ²			
	percentuale di armatura relativa a $A_{c,eff}$	$\rho_{p,eff}$	0.075				
	(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	k_1	0.6				
	(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 liscie)	k_1	0.8				
	(0.5 per flessione; 1 trazione)	k_2	0.5				
		k_3	3.4				
		k_4	0.425				

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0304 001	A	162 di 162

12. INCIDENZE

Muri andatori	90 kg/mc
Muro frontale	70 kg/mc
Paraghiaia	100 kg/mc
Plinto	90 kg/mc
Pali	200 kg/mc