

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:	PROGETTISTA:	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE
RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI	Prof. Ing. Marco PETRANGELI	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

VI04 – VIADOTTO dal km 19+741,00 al km 19+775,55: Viadotto Maltempo

Spalle: Relazione di calcolo

APPALTATORE	SCALA:
IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A. Dott. Ing. Sabino Del Balzo INGEGNERE 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	4	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.04.0.4.001A.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>VI0404 001</td> <td>A</td> <td>2 di 112</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	2 di 112
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	2 di 112								

INDICE

1. GENERALITA'	5
1.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA	5
1.2 UNITÀ DI MISURA	7
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	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
4.2 CURVE DI PORTANZA DI PROGETTO A CARICO VERTICALE	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
4.3 COEFFICIENTE A	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
4.4 CARICO LIMITE PER AZIONI ORIZZONTALI	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	18
5.1 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO DELL'OPERA	19
5.2 PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA	20
5.3 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CATEGORIA TOPOGRAFICA	25
6. ANALISI DEI CARICHI	28
6.1 CARICHI PROVENIENTI DALL'IMPALCATO	28
6.1.1 <i>Pesi permanenti strutturali e non strutturali</i>	28

6.1.2	Carichi variabili sui marciapiedi.....	32
6.1.3	Carichi variabili da traffico.....	32
6.1.3.1	Azioni da traffico ferroviario	32
6.1.3.2	Incremento dinamico	34
6.1.3.3	Contemporaneità dei treni sui binari.....	37
6.1.4	Azioni orizzontali da avviamento / frenatura	37
6.1.5	Forza centrifuga.....	37
6.1.6	Serpeggio	40
6.1.7	Azioni parassite dei vincoli.....	41
6.1.8	Azioni da Vento	43
6.1.9	Azioni aerodinamiche indotte dal transito dei convogli	49
6.1.10	Tabelle riepilogo Scarichi impalcato	53
6.2	SPINTA DEL TERRENO DEL RILEVATO IN CONDIZIONI STATICHE.....	55
6.3	SPINTA DEL SOVRACCARICO ACCIDENTALE CONDIZIONI STATICHE	56
6.4	AZIONE SISMICA	57
6.4.1	Azioni sismiche sulle Spalle.....	57
6.4.2	Sovrappinta sismica del terreno	59
7.	COMBINAZIONI DI CARICO	60
8.	CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI	64
8.1	VERIFICHE ALLO SLU	64
8.1.1	Pressoflessione	64
8.1.2	Taglio.....	65
8.2	VERIFICA SLE.....	67
8.2.1	Verifiche alle tensioni	67
8.2.2	Verifiche a fessurazione.....	68
9.	MODELLI DI CALCOLO	69

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	4 di 112

9.1	MODELLO FEM.....	69
10.	ANALISI E VERIFICA SPALLA FISSA (S1)	74
10.1	REAZIONI GLOBALI	74
10.2	DIAGRAMMI DI SOLLECITAZIONE	76
10.3	VERIFICHE A FLESSIONE E TAGLIO DEI MURI E DELLA FONDAZIONE.....	77
10.3.1	Muro frontale	78
10.3.2	Paraghiaia.....	80
10.3.3	Muri andatori	82
10.3.4	Muri andatori alti.....	84
10.3.5	Plinto	86
10.4	PALIFICATA.....	88
10.4.1	Reazioni globali.....	<i>Errore. Il segnalibro non è definito.</i>
11.	ANALISI E VERIFICA SPALLA MOBILE (S2).....	93
11.1	REAZIONI GLOBALI	93
11.2	DIAGRAMMI DI SOLLECITAZIONE	95
11.3	VERIFICHE A FLESSIONE E TAGLIO DEI MURI E DELLA FONDAZIONE.....	96
11.3.1	Muro frontale	97
11.3.2	Paraghiaia.....	99
11.3.3	Muri andatori	101
11.3.4	Muri andatori alti.....	103
11.3.5	Plinto	105
11.4	PALIFICATA.....	107
11.4.1	Reazioni globali.....	107

  	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>VI0404 001</td> <td>A</td> <td>5 di 112</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	5 di 112
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	5 di 112								

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 (Spalle) del Viadotto VI04, previsto sull'asse principale del tracciato di progetto, tra le pk 19+734.25 – 19+776.75.

1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto in esame è costituito da due campate aventi luce pari a 22.00 m e 12.50 m per una lunghezza complessiva di 34.5m.

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 mezzzeria del viadotto. Per maggiori dettagli riguardanti l'impalcato si rinvia alla relazione specifica.

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

L'opera in oggetto è progettato 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	VI0404 001	A	6 di 112

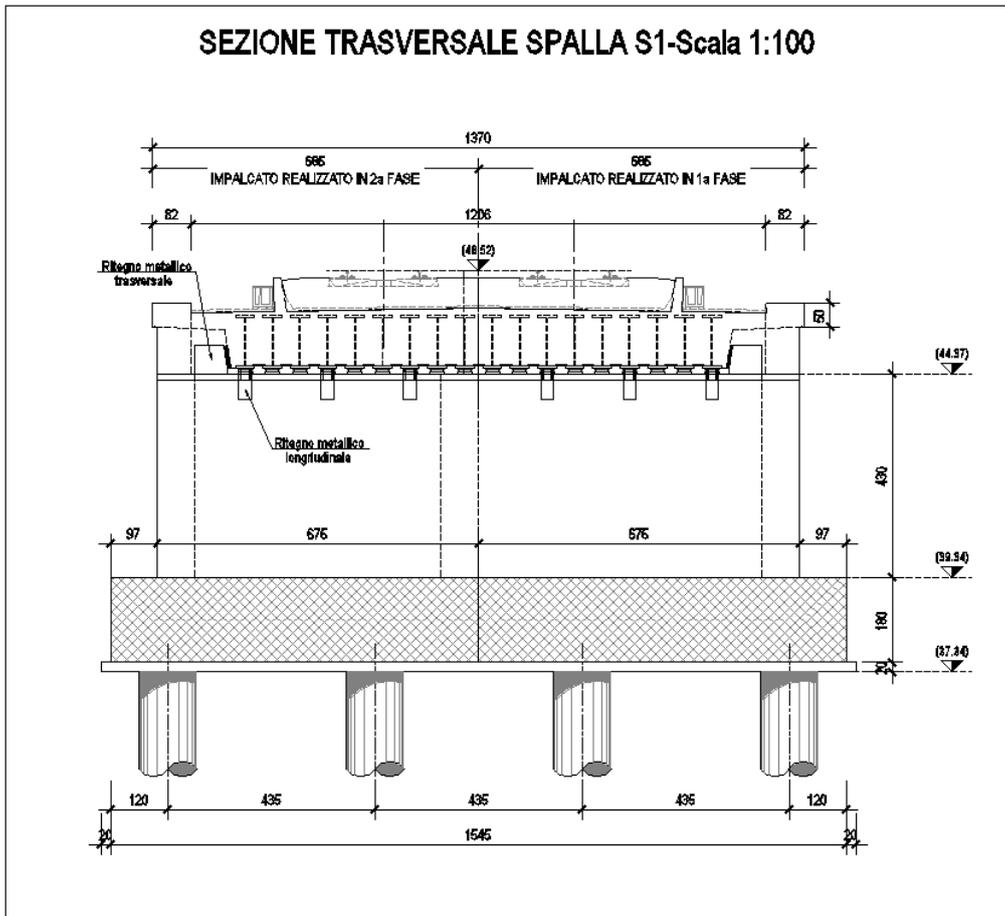


Figura 1 – Spalla S1

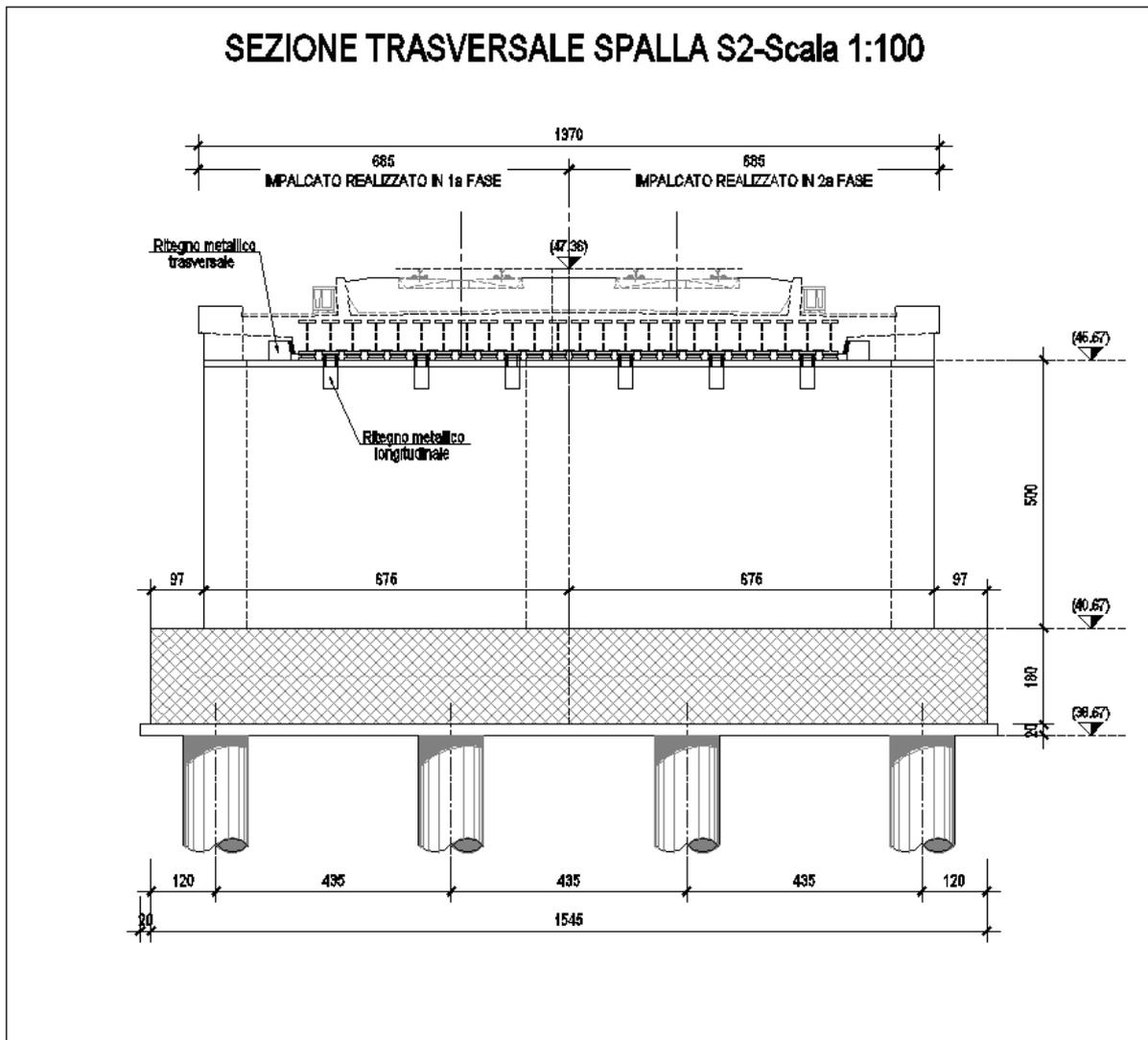


Figura 2 – Spalla S2

1.2 Unità di misura

Nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

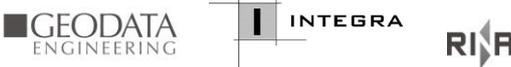
- per le lunghezze \Rightarrow m, mm
- per i carichi \Rightarrow kN, kN/m², kN/m³
- per le azioni di calcolo \Rightarrow kN, kNm

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	8 di 112

- per le tensioni

⇒ 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>VI0404 001</td> <td>A</td> <td>9 di 112</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	9 di 112
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	9 di 112								

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.

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	VI0404 001	A	10 di 112

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. Calcestruzzo 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 fluenti.

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 VI0404 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	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	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:

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

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

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

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	VI0404 001	A	12 di 112

$f_{ctm} = 2.56$ 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 VI0404 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

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	14 di 112

$$\eta = 1.00$$

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

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)

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

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

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:

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

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

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

Resistenza a compressione cilindrica media:

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

Resistenza a trazione assiale:

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

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

Resistenza a trazione per flessione:

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

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

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:

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

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

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

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 VI0404 001	REV. A

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

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)

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

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

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>VI0404 001</td> <td>A</td> <td>16 di 112</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	16 di 112
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	16 di 112								

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)

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

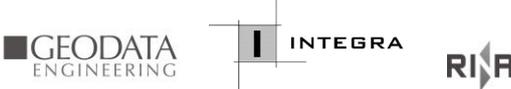
  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0404 001</td> <td>A</td> <td>17 di 112</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	17 di 112
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	17 di 112								

4. CARATTERIZZAZIONE E CRITERI DI PROGETTAZIONE GEOTECNICA

Il ponte ricade alle chilometriche 19+734.25 – 19+776.75 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 nell'elaborato seguente:

Viadotto Maltempo - Relazione geotecnica di calcolo delle fondazioni	I	F	2	6	1	2	E	Z	Z	C	L	V	I	0	4	0	3	0	0	2	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	<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>VI0404 001</td> <td>A</td> <td>18 di 112</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	18 di 112
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	18 di 112								

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

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).

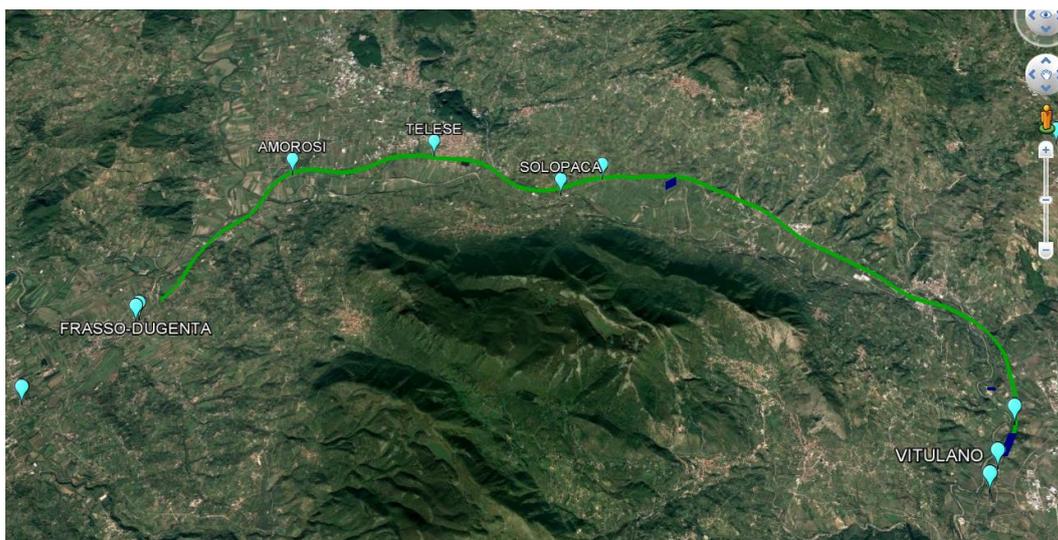


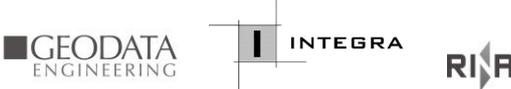
Figura 3 – Configurazione planimetrica tracciato

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)

	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>VI0404 001</td> <td>A</td> <td>19 di 112</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	19 di 112
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	19 di 112								

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

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

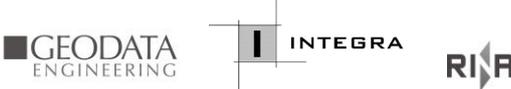
Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (VN), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per 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 $V_N = 75$ anni (categoria 2)

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

	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 VI0404 001	REV. A	FOGLIO 20 di 112

- 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.
- 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:

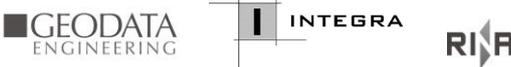
$$V_R = V_n \cdot C_u$$

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:

	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 VI0404 001	REV. A	FOGLIO 21 di 112

- **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.

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 rigidezza 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 rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione invece conserva una parte della resistenza e della rigidezza 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:

  	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 VI0404 001	REV. A

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

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 VI0404 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 VI0404 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**:

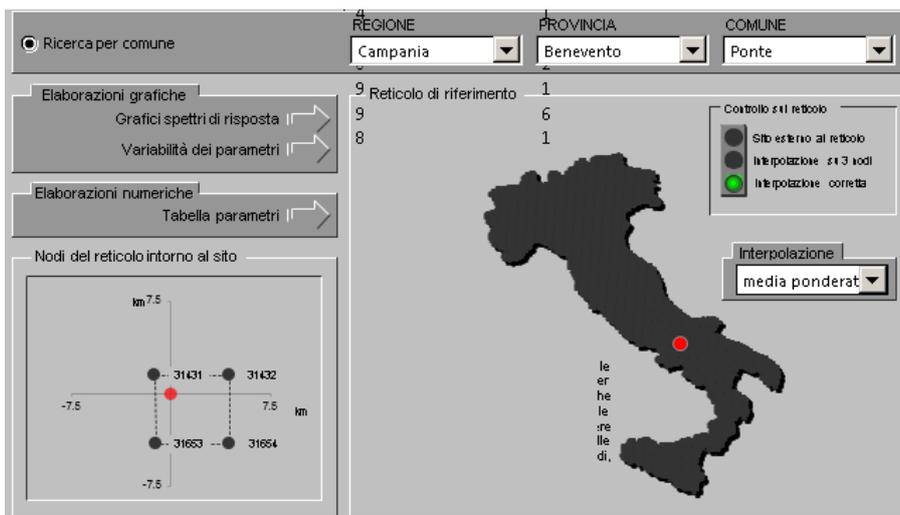
  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0404 001	REV. A

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	VI0404 001	A	26 di 112

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:

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	27 di 112

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 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	VI0404 001	A	28 di 112

6. ANALISI DEI CARICHI

6.1 Carichi provenienti dall'impalcato

Nota: Nel caso in esame per l'impalcato di luce $L=12,5m$ gli scarichi su spalla fissa sono da intendersi come scarichi sull'appoggio fisso della pila, mentre per l'impalcato di luce $L=22.0m$ gli scarichi sulla spalla mobile sono da intendersi come scarichi sull'appoggio mobile della pila. Ovvero:



S.M.=Spalla mobile

A.M.=Appoggio mobile Pile

S.F.=Spalla fissa

A.F.=Appoggio fisso Pile

6.1.1 Pesì permanenti strutturali e non strutturali

- I pesì propri strutturali e non strutturali trasmessi dall'impalcato di luce $L=12.5m$ sono riassunti qui di seguito:

Impalcato :						
$\gamma_{ca} =$	25	KN/m ³				
$\gamma_{tr} =$	2.85	KN/m	(Peso a metro 1 travi HE600M)			
$A_{ca} =$	9.31	m ²	(Area impalcato)			
$A_{tr} =$	0.04	m ²	(Area travi)			
$n_{travi} =$	24	m ³	(n° totale travi)			
$A_{ca,netta} =$	8.35	m ²	(Area impalcato al netto delle travi)			
Tot G1 =	277.2	KN/m	(peso complessivo struttura impalcato per metro in direzione longitudinale)			
N	ML	MT	TL	TT		
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]		
1732.19	0	0	0	0	Scarichi su spalla mobile	
1732.19	0	0	0	0	Scarichi su spalla fissa	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	29 di 112

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.)
-------	-----	------	--

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 compl. ale)
----------	-------	------	--------------------------------

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
1117.43	0	0	0	0	Scarichi su appoggio mobile pila
1117.43	0	0	0	0	Scarichi su Spalla Fissa
					Scarichi su spalla mobile
					Scarichi su spalla fissa

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	30 di 112

- I pesi propri strutturali e non strutturali trasmessi dall'impalcato di luce L=22.0m sono riassunti qui di seguito:

G1 (Permanenti strutturali)

Impalcato :

$\gamma_{ca} =$	25	KN/m ³	
$\gamma_{tr} =$	4.33	KN/m	(Peso a metro 1 travi HE1100M)
$A_{ca} =$	14.3	m ²	(Area impalcato)
$A_{tr} =$	0.06	m ²	(Area travi)
n travi =	18	m ³	(n° totale travi)
$A_{ca,netta} =$	13.22	m ²	(Area impalcato al netto delle travi)
Tot G1 =	408.4	KN/m	(peso complessivo struttura impalcato per metro in direzione longitudinale)

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
4492.84	0	0	0	0	Scarichi su spalla mobile
4492.84	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	VI0404 001	A	31 di 112

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/m² (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]
1966,68	0	0	0	0
1966,68	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 VI0404 001	REV. A

6.1.2 Carichi variabili sui marciapiedi

$L_m = 1,75$ m (larghezza trasversale singolo marciapiede)
 $q_{13} = 10,00$ KN/m² (carico variabile per unità di superficie zona marciapiedi)

$tot.Q_m 1 = 17,5$ 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]	
192,50	0,0	1001,0	0,0	0,0	Scarichi su spalla mobile
192,50	0,0	1001,0	0,0	0,0	Scarichi su spalla fissa

$tot.Q_m 2 = 35,0$ 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]	
385,00	0,0	38,5	0,0	0,0	Scarichi su spalla mobile
385,00	0,0	38,5	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.

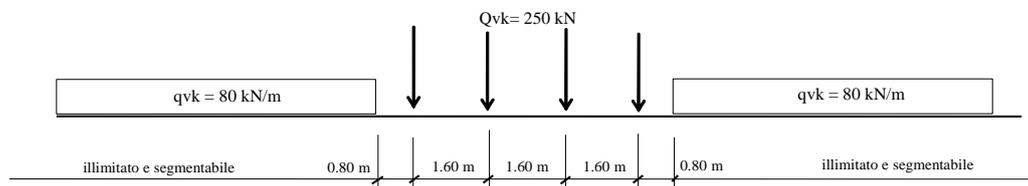
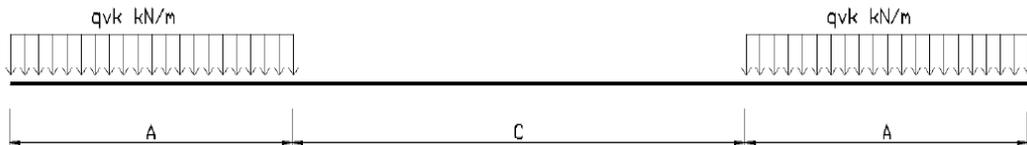


Figura 4 – Modello di carico LM71

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	33 di 112



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 .

- Carichi variabili impalcato di luce L=12.5m:

LM71X1,1							
Carico Equivalente Tagliante:	170.0	KN/m					
Carico Equivalente flettente:	157.0	KN/m					
SW0X1,1							
Carico Equivalente Tagliante:	149.2	KN/m					
Carico Equivalente flettente:	149.2	KN/m					
SW2X1,0							
Carico Equivalente Tagliante:	153.0	KN/m					
Carico Equivalente flettente:	153.0	KN/m					
tot.Q1,1a =	170.0	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 =	340.0	KN/m	(Condizione 2 binari carichi con LM71)				
et(m) =	0.08	m	(eccentricità trasversale rispetto al baricentro impalcato 1435/18)				
tot.Q1,2b =	323.0	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 VI0404 001	REV. A

- Carichi variabili impalcato di luce L=22.0m:

LM71X1,1

Carico Equivalente Tagliante:

140,6

 KN/m

Carico Equivalente flettente:

132,7

 KN/m

SW0X1,1

Carico Equivalente Tagliante:

135,0

 KN/m

Carico Equivalente flettente:

134,1

 KN/m

SW2X1,0

Carico Equivalente Tagliante:

153,0

 KN/m

Carico Equivalente flettente:

153,0

 KN/m

tot.Q1,1a =

140,6

 KN/m
 et(m) =

2,08

 m

(Condizione 1 binari carichi con LM71) 
 (eccentricità trasversale rispetto al baricentro impalcato 2000+1435/18)

tot.Q1,1b =

153,0

 KN/m
 et(m) =

2,08

 m

(Condizione 1 binari carichi con sw2) 
 (eccentricità trasversale rispetto al baricentro impalcato 2000+1435/18)

tot.Q1,2a =

281,2

 KN/m
 et(m) =

0,08

 m

(Condizione 2 binari carichi con LM71) 
 (eccentricità trasversale rispetto al baricentro impalcato 1435/18)

tot.Q1,2b =

293,6

 KN/m
 et(m) =

0,08

 m

(Condizione 1 binario carico con LM71+1 binario con SW2- gruppo carico 1/3) 
 (eccentricità trasversale rispetto al baricentro impalcato 1,435/18)

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=12.5m: $\phi_3 = 1.40$
- Coefficiente dinamico per impalcato di luce L=22.0m: $\phi_3 = 1.22$

In definitiva gli scarichi sulle sottostrutture sono pari a:

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	35 di 112

- Impalcato di luce L=12.5m

Q1,1a x Φ 3 =	238.6	KN/m				
et1(m) =	2.08	m				
Q1,1a (1 LM71)						
N	ML	MT	TL	TT		
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]		
1491.50	0	3102.32	0	0	Scarichi su spalla mobile	
1491.50	0	3102.32	0	0	Scarichi su spalla fissa	
Q1,1b x Φ 3 =	214.8	KN/m				
et1(m) =	2.08	m				
Q1,1b (1 sw2)						
N	ML	MT	TL	TT		
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]		
1342.35	0	2792.08	0	0	Scarichi su spalla mobile	
1342.35	0	2792.08	0	0	Scarichi su spalla fissa	
Q1,2a x Φ 3 =	477.28					
et2(m) =	0.08	m				
Q1,2a (2 LM71)						
N	ML	MT	TL	TT		
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]		
2983.00	0	238.64	0	0	Scarichi su spalla mobile	
2983.00	0	238.64	0	0	Scarichi su spalla fissa	
Q1,2b x Φ 3 =	453.4	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]		
2833.85	0	226.71	0	0	Scarichi su spalla mobile	
2833.85	0	226.71	0	0	Scarichi su spalla fissa	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	36 di 112

- Impalcato di luce L=22.0m

$$Q_{1,1a} \times \Phi 3 = 171,8 \text{ KN/m}$$

$$et1(m) = 2,08 \text{ m}$$

Q1,1a (1 LM71)

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
1889,39	0	3929,92	0	0	Scarichi su spalla mobile
1889,39	0	3929,92	0	0	Scarichi su spalla fissa

$$Q_{1,1b} \times \Phi 3 = 186,9 \text{ KN/m}$$

$$et1(m) = 2,08 \text{ m}$$

Q1,1b (1 sw2)

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
2056,02	0	4276,52	0	0	Scarichi su spalla mobile
2056,02	0	4276,52	0	0	Scarichi su spalla fissa

$$Q_{1,2a} \times \Phi 3 = 343,52$$

$$et2(m) = 0,08 \text{ m}$$

Q1,2a (2 LM71)

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
3778,77	0	302,30	0	0	Scarichi su spalla mobile
3778,77	0	302,30	0	0	Scarichi su spalla fissa

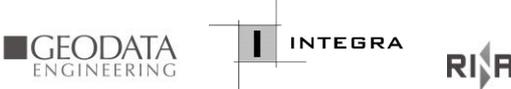
$$Q_{1,2b} \times \Phi 3 = 358,7 \text{ KN/m}$$

$$et(m) = 0,08 \text{ m}$$

Eccentricità LM71 (rispetto asse binario)

Q1,2b (1 LM71 + 1 SW2)

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
3945,40	0	315,63	0	0	Scarichi su spalla mobile
3945,40	0	315,63	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	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0404 001	REV. A	FOGLIO 37 di 112

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 assumendo cautelativamente $f = 1$ e velocità di progetto 160km/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. Considerando un $R = 1600 \text{ m}$ ed i rispettivi coefficienti di adattamento α . Pertanto si ha:

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	38 di 112

- Impalcato di luce L=12.5m

V =	160.0	Km/h	Velocità di progetto		
Lf =	12.5	m	lunghezza totale di binario da considerare caricata		
Caso 1 : LM71					
v =	33.3	m/sec	Velocità di calcolo		
α =	1.1				
f =	1.0	m			
R =	1600.0	m			
qvk =	170.0				
qtk =	12.0	KN/m			
ev(m) =	3.60	m	(eccentricità verticale rispetto testa muro frontale)		
1 LM71 (Qc1a)					
N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
0.00	0.0	270.8	0.0	75.2	Scarichi su spalla mobile
0.00	0.0	270.8	0.0	75.2	Scarichi su spalla fissa
2 LM71 (Qc1b)					
N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
0.00	0.0	541.5	0.0	150.4	Scarichi su spalla mobile
0.00	0.0	541.5	0.0	150.4	Scarichi su spalla fissa
Caso 2 : SW2					
v =	27.8	m/sec	Velocità di calcolo		
α =	1.0				
f =	1.0	m			
R =	1600.0	m			
qvk =	153.0				
qtk =	7.5	KN/m			
ev(m) =	3.60	m	(eccentricità verticale rispetto testa muro frontale)		
1 SW2 (Qc2)					
N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
0.00	0.0	169.2	0.0	47.0	Scarichi su spalla mobile
0.00	0.0	169.2	0.0	47.0	Scarichi su spalla fissa

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	39 di 112

- Impalcato di luce L=22.0m

$$V = 160,0 \text{ Km/h}$$

$$L_f = 22 \text{ m}$$

Velocità di progetto
Lunghezza totale di binario da considerare caricata

Caso 1 : LM71

$$v = 33,3 \text{ m/sec}$$

$$\alpha = 1,1$$

$$f = 1,0 \text{ m}$$

$$R = 1600,0 \text{ m}$$

$$q_{vk} = 140,6$$

$$q_{tk} = 10,0 \text{ KN/m}$$

$$e_v(m) = 4,15 \text{ m}$$

Velocità di calcolo

(eccentricità verticale rispetto testa muro frontale)

1 LM71 (Qc1a)				
N	ML	MT	TL	TT
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
0,00	0,0	454,4	0,0	109,5
0,00	0,0	454,4	0,0	109,5

Scarichi su spalla mobile

Scarichi su spalla fissa

2 LM71 (Qc1b)				
N	ML	MT	TL	TT
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
0,00	0,0	908,7	0,0	219,0
0,00	0,0	908,7	0,0	219,0

Scarichi su spalla mobile

Scarichi su spalla fissa

Caso 2 : SW2

$$v = 27,8 \text{ m/sec}$$

$$\alpha = 1,0$$

$$f = 1,0 \text{ m}$$

$$R = 1600,0 \text{ m}$$

$$q_{vk} = 153,0$$

$$q_{tk} = 7,5 \text{ KN/m}$$

$$e_v(m) = 4,15 \text{ m}$$

Velocità di calcolo

(eccentricità verticale rispetto testa muro frontale)

1 SW2 (Qc2)				
N	ML	MT	TL	TT
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
0,00	0,0	343,4	0,0	82,7
0,00	0,0	343,4	0,0	82,7

Scarichi su spalla mobile

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	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0404 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 .

- Impalcato di luce L=12.5m

$Q_s =$	100.00	KN	(carico da serpeggio manuale RFI)		
α_{LM71}	1.1		(coefficiente di adattamento)		
$ev(m) =$	1.80	m	(eccentricità verticale rispetto testa muro frontale)		
QS1 (1 TRENO)					
N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
0.00	0.0	198.0	0.0	110.0	Scarichi su spalla mobile
0.00	0.0	198.0	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	396.0	0.0	220.0	Scarichi su spalla mobile
0.00	0.0	396.0	0.0	220.0	Scarichi su spalla fissa

- Impalcato di luce L=22.0m

QS1 (1 TRENO)					
N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
0,00	0,0	258,5	0,0	110,0	Scarichi su spalla mobile
0,00	0,0	258,5	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	517,0	0,0	220,0	Scarichi su spalla mobile
0,00	0,0	517,0	0,0	220,0	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	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0404 001	REV. A

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:

- Impalcato di luce $L=12.5m$

f=	0.04				
Vg1 (KN)	Vg2 (KN)				
1732.19	1117.43				
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
1491.50	1342.35	2983.00	2833.85	109.38	218.75
QP1a (azione su spalla mobile)			1 LM71+1MARC		
TL	178.02	KN	SLE		
TL	252.34	KN	SLU		
TL	125.92	KN	SISMA		
QP1b (azione su spalla mobile)			1 SW2 + 1 MARC		
TL	172.05	KN	SLE		
TL	243.69	KN	SLU		
TL	124.72	KN	SISMA		
QP2a (azione su spalla mobile)			2 LM71 + 2 marc		
TL	242.05	KN	SLE		
TL	344.10	KN	SLU		
TL	137.85	KN	SISMA		
QP2b (azione su spalla mobile)			1 LM71 + 1SW2 + 2 marc		
TL	236.09	KN	SLE		
TL	335.45	KN	SLU		
TL	136.66	KN	SISMA		

  	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 VI0404 001	REV. A

- Impalcato di luce L=22.0m

$$f = 0,04$$

Vg1 (KN)	Vg2 (KN)
4461,71	1966,68

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
1889,39	2056,02	3778,77	3945,40	192,50	385,00

QP1a (azione su spalla mobile) 1 LM71+1MARC

TL	340,41	KN	SLE
TL	477,76	KN	SLU
TL	272,25	KN	SISMA

QP1b (azione su spalla mobile) 1 SW2 + 1 MARC

TL	347,08	KN	SLE
TL	487,42	KN	SLU
TL	273,58	KN	SISMA

QP2a (azione su spalla mobile) 2 LM71 + 2 marc

TL	423,69	KN	SLE
TL	596,58	KN	SLU
TL	287,37	KN	SISMA

QP2b (azione su spalla mobile) 1 LM71 + 1SW2 + 2 marc

TL	430,35	KN	SLE
TL	606,25	KN	SLU
TL	288,70	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

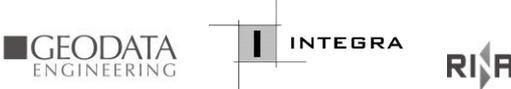
$\gamma_{G1} =$	1,35	
$\gamma_{G2} =$	1,5	
$\gamma_{Q1} =$	1,45	carico ferroviario
$\gamma_{Qm} =$	1,5	carico marciapiedi

(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>VI0404 001</td> <td>A</td> <td>43 di 112</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	43 di 112
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	43 di 112								

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/m^2 , è data dall'espressione:

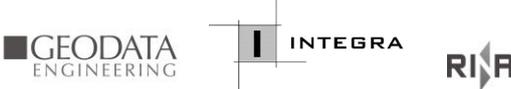
$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2$$

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 $1,25 \text{ kg/m}^3$.

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>VI0404 001</td> <td>A</td> <td>44 di 112</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	44 di 112
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	44 di 112								

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

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)

$V_{b,0}$ (m/(sec)=	27	
a_0 (m)=	500	
k_a =	0.02	
a_s (m) =	200	(Altitudine massima slm del sito ove sorge la costruzione)
V_b =	27	m/s
α_r =	1.023	
$V_b (TR)$ =	27.621	m/s
ρ =	1.25	Kg/m ³

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:

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

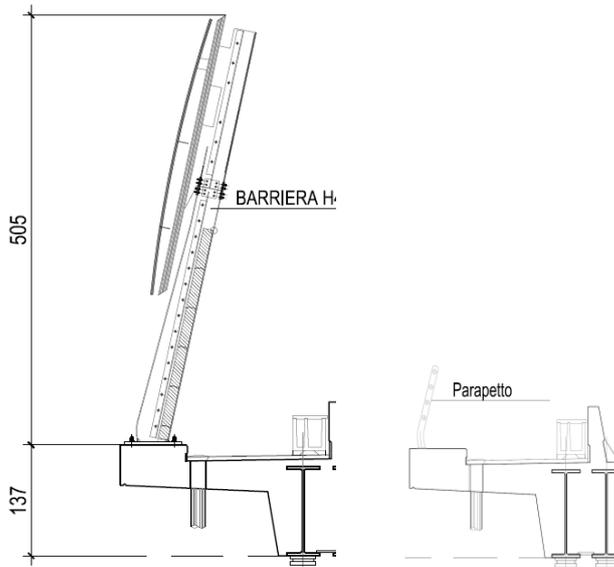
$$d_{tot} (2a) = 1.37 + 5.05 = 6.42\text{m} \quad (\text{Ponte con convoglio o Barriera antirumore su un solo lato})$$

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

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	45 di 112

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

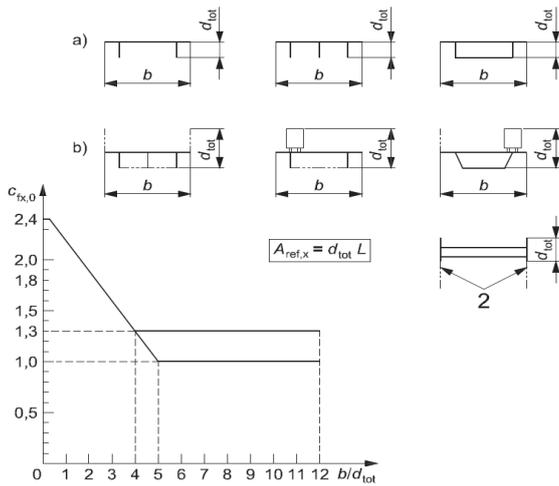


e quindi:

LUCE IMPALCATO	$A_{TOT,1}$	$A_{TOT,2a}$	$A_{TOT,2b}$
12.5	$12.5 \times 1.97 \cong 24.6 \text{ m}^2$	$12.5 \times 6.42 \cong 80.25 \text{ m}^2$	$12.5 \times 11.47 \cong 143.4 \text{ m}^2$
22.0	$22.0 \times 1.97 \cong 44 \text{ m}^2$	$22.0 \times 6.42 \cong 142 \text{ m}^2$	$22.0 \times 11.47 \cong 253 \text{ m}^2$

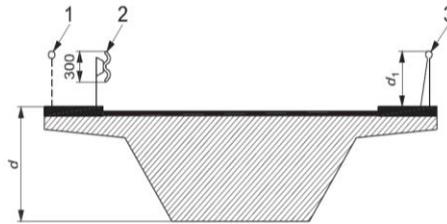
Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	46 di 112



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	$d + d_f$	$d + 2 d_f$
Parapetto aperto e barriera di sicurezza aperta	$d + 0,6 \text{ m}$	$d + 1,2 \text{ m}$

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	

  	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 VI0404 001	REV. A

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**

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 , z₀ , 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.

  	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 VI0404 001	REV. A

Per la determinazione invece degli altri parametri k_r , z_o 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:

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						
		costa		500m	750m	
	mare	2 km	10 km	30 km		
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

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

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

Casi 2/2a

Coefficiente dinamico - cd

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

  	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>VI0404 001</td> <td>A</td> <td>49 di 112</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	49 di 112
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	49 di 112								

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.

- Impalcato di luce L=12.5m

N	ML	MT	TL	TT
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
0,00	0,0	538,0	0,0	158,0

- Impalcato di luce L=22.0m

N	ML	MT	TL	TT
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
0.00	0.0	952.0	0.0	279.0

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”].

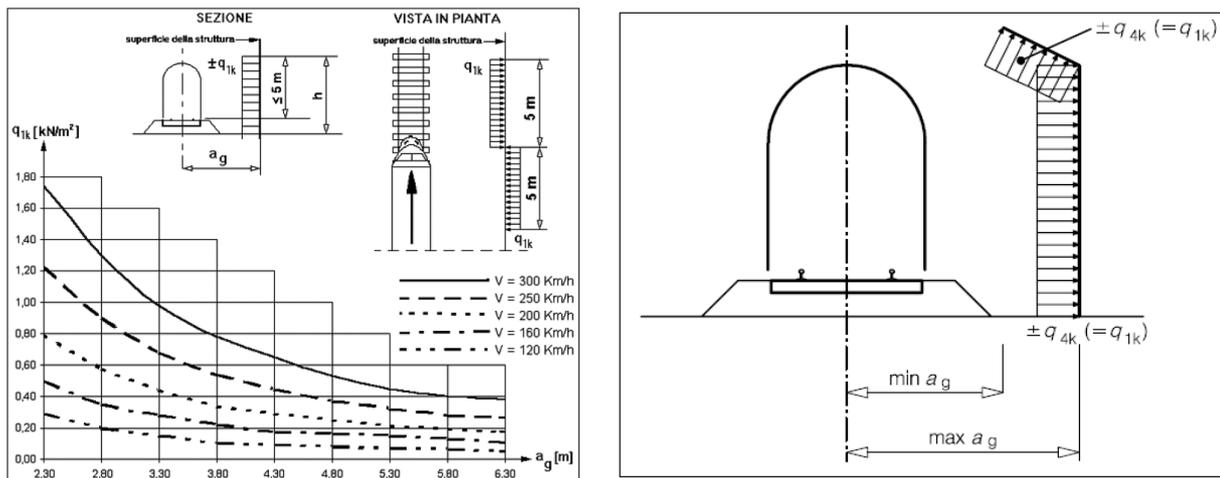


Figura 6 – Valori caratteristici delle azioni e definizione della distanza minima e massima della barriera dal convoglio [NTC – Fig. 5.2.8 e 5.2.11]

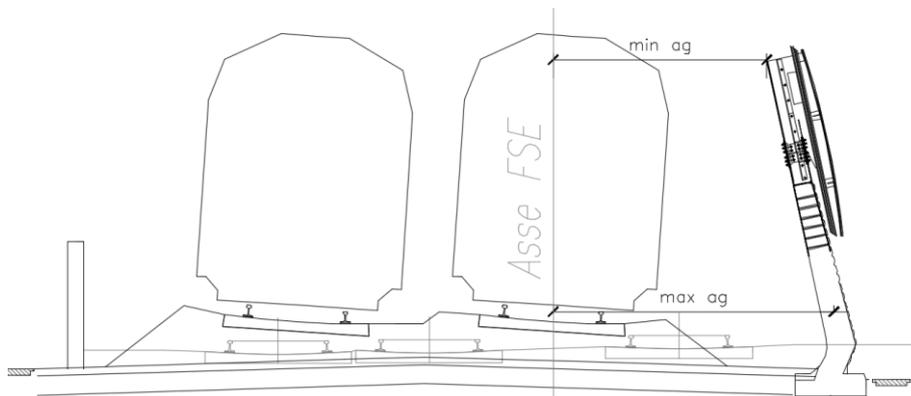


Figura 7 – Criterio di valutazione della distanza minima e massima del convoglio dalla barriera per i casi in esame

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	VI0404 001	A	51 di 112

- Impalcato L=12.5m

dmed =	4,00m				
V=	160 Km/h				
dal grafico :					
qaK=	0.20	KN/m2			
Lb =	12.50	m	lunghezza barriera		
hb=	5.05	m	altezza barriera		
Yb=	1.20	m	altezza base barriera da testa muro frontale		
ygb=	3.73	m	baricentro barriera da testa muro frontale		

Qae1 - Caso di 1 treni							
N	ML	MT	TL	TT			
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]			
0.00	0.0	23.5	0.0	6.3	Scarichi su spalla mobile		
0.00	0.0	23.5	0.0	6.3	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	47.1	0.0	12.6	Scarichi su spalla mobile		
0.00	0.0	47.1	0.0	12.6	Scarichi su spalla fissa		

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	52 di 112

- Impalcato L=22.0m

dmed = 4,00m

V= 160 Km/h

dal grafico :

qaK=	0,20	KN/m2	
Lb =	22,00	m	lunghezza barriera
hb=	5,05	m	altezza barriera
Yb=	1,70	m	altezza base barriera da testa muro frontale
ygb=	4,23	m	baricentro barriera da testa muro frontale

Qae1 - Caso di 1 treni

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
0,00	0,0	47,0	0,0	11,1	Scarichi su spalla mobile
0,00	0,0	47,0	0,0	11,1	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	94,0	0,0	22,2	Scarichi su spalla mobile
0,00	0,0	94,0	0,0	22,2	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	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0404 001	REV. A

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	4492.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Permanenti NON strutturali	G2	1966.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Traffico - 1LM71	Q1,1a	1889.4	0.0	3929.9	0.0	0.0
Traffico - 1SW2	Q1,1b	2056.0	0.0	4276.5	0.0	0.0
Traffico - 2 LM71	Q1,2a	3778.8	0.0	302.3	0.0	0.0
Traffico - 1 LM72 + 1 SW2	Q1,2b	3945.4	0.0	315.6	0.0	0.0
Carico variabile 1 Marciapiede	Qm1	192.5	0.0	1001.0	0.0	0.0
Carico variabile 2 Marciapiedi	Qm2	385.0	0.0	38.5	0.0	0.0
Carico Avviamento	Qa	88.9	0.0	0.0	798.6	0.0
Frenatura LM71	Qf1	53.9	0.0	0.0	484.0	0.0
Frenatura SW2	Qf2	85.8	0.0	0.0	770.0	0.0
Centrifuga 1 LM71	Qc1a	0.0	0.0	454.4	0.0	109.5
Centrifuga 2 LM71	Qc1b	0.0	0.0	908.7	0.0	219.0
Centrifuga SW2	Qc2	0.0	0.0	343.4	0.0	82.7
Serpeggio 1 treno	QS1	0.0	0.0	258.5	0.0	110.0
Serpeggio 2 treni	QS2	0.0	0.0	517.0	0.0	220.0
Vento	Qw	0.0	0.0	952.0	0.0	279.0
Azioni aerodinamiche 1 treno	Qae1	0.0	0.0	47.0	0.0	11.1
Azioni aerodinamiche 2 treni	Qae2	0.0	0.0	94.0	0.0	22.2
Sisma Long con 2 LM71	Ex	332.1	0.0	0.0	4441.2	0.0
Sisma Trasn con 2 LM71	Ey	0.0	0.0	3503.5	0.0	2220.6
Sisma Vert con 2 LM71	Ez	1110.3	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 1 – Sollecitazioni trasmesse dall'impalcato alle sottostrutture (SPALLA FISSA "S1")

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	54 di 112

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	1732.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Permanenti NON strutturali	G2	1117.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Traffico - 1LM71	Q1,1a	1491.5	0.0	3102.3	0.0	0.0
Traffico - 1SW2	Q1,1b	1342.3	0.0	2792.1	0.0	0.0
Traffico - 2 LM71	Q1,2a	2983.0	0.0	238.6	0.0	0.0
Traffico - 1 LM72 + 1 SW2	Q1,2b	2983.0	0.0	238.6	0.0	0.0
Carico variabile 1 Marciapiede	Qm1	109.4	0.0	568.8	0.0	0.0
Carico variabile 2 Marciapiedi	Qm2	218.8	0.0	21.9	0.0	0.0
Carico Avviamento	Qa	70.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Frenatura LM71	Qf1	42.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Frenatura SW2	Qf2	67.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Centrifuga 1 LM71	Qc1a	0.0	0.0	270.8	0.0	75.2
Centrifuga 2 LM71	Qc1b	0.0	0.0	541.5	0.0	150.4
Centrifuga SW2	Qc2	0.0	0.0	169.2	0.0	47.0
Serpeggio 1 treno	QS1	0.0	0.0	198.0	0.0	110.0
Serpeggio 2 treni	QS2	0.0	0.0	396.0	0.0	220.0
Vento	Qw	0.0	0.0	538.0	0.0	158.0
Azioni aerodinamiche 1 treno	Qae1	0.0	0.0	23.5	0.0	6.3
Azioni aerodinamiche 2 treni	Qae2	0.0	0.0	47.1	0.0	12.6
Sisma Long con 2 LM71	Ex	260.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma Trasv con 2 LM71	Ey	0.0	0.0	1512.7	0.0	1065.2
Sisma Vert con 2 LM71	Ez	532.6	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 2 – Sollecitazioni trasmesse dall'impalcato alle sottostrutture (SPALLA MOBILE "S2")

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 VI0404 001	REV. A	FOGLIO 55 di 112

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:

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

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

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

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

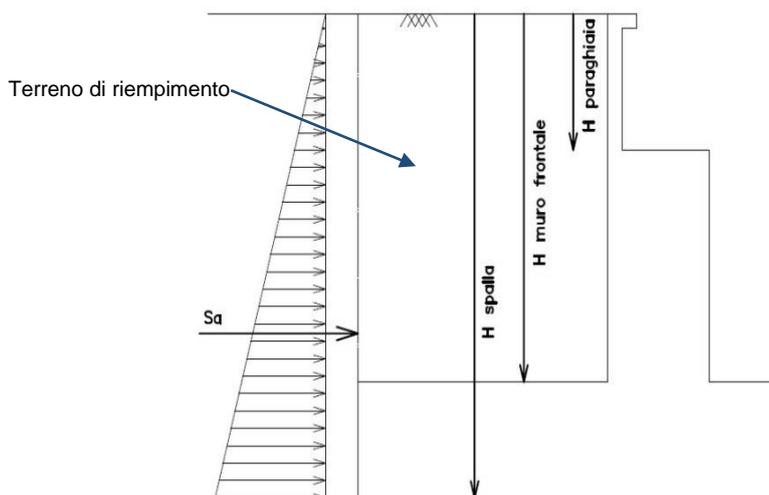


Figura 8: Spinta statica terreno di riporto

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 3 – Caratteristiche terreno di riempimento

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	56 di 112

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 $H/2$.

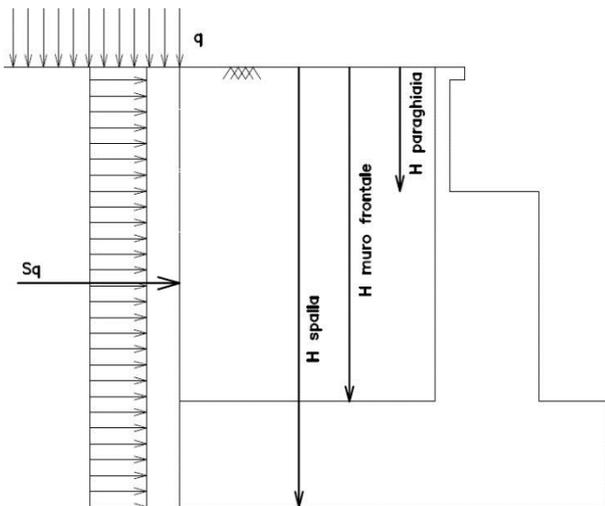
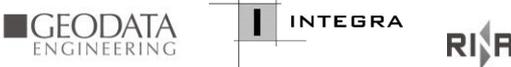


Figura 9: Spinta statica sovraccarico accidentale

	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	<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>VI0404 001</td> <td>A</td> <td>57 di 112</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	57 di 112
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	57 di 112								

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"> <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>VI0404 001</td> <td>A</td> <td>58 di 112</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	58 di 112
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	58 di 112								

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.

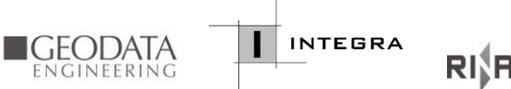
Assumendo tale valore si considera che, cautelativamente, il terreno di riempimento è rigidamente connesso alla spalla e non subisce deformazioni o movimenti relativi rispetto ad essa.

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.

	<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>VI0404 001</td> <td>A</td> <td>59 di 112</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	59 di 112
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	59 di 112								

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.

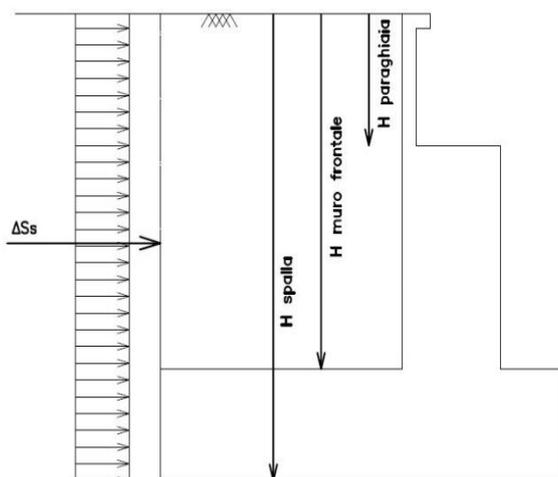


Figura 11: Incremento di spinta sismica

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>VI0404 001</td> <td>A</td> <td>60 di 112</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	60 di 112
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	60 di 112								

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:

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	VI0404 001	A	61 di 112

		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	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0404 001	REV. A

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
	secondo	1,0 (LM 71"++"SW/0")	-	1,0 SW/2
2	Primo	1,0 (LM 71"++"SW/0")	-	1,0 (LM 71"++"SW/0")
	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)

**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	VI0404 001	A	63 di 112

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.

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	1.0				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		
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	0.8			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	0.5				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	1.0				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 4 – Coefficienti di combinazione

  	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 VI0404 001	REV. A

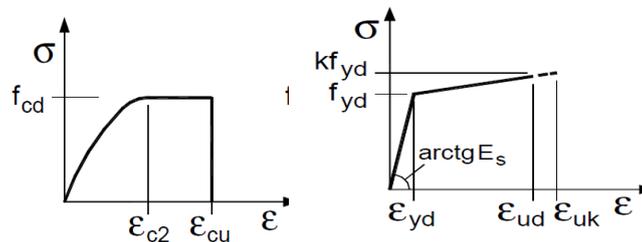
8. CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI

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.

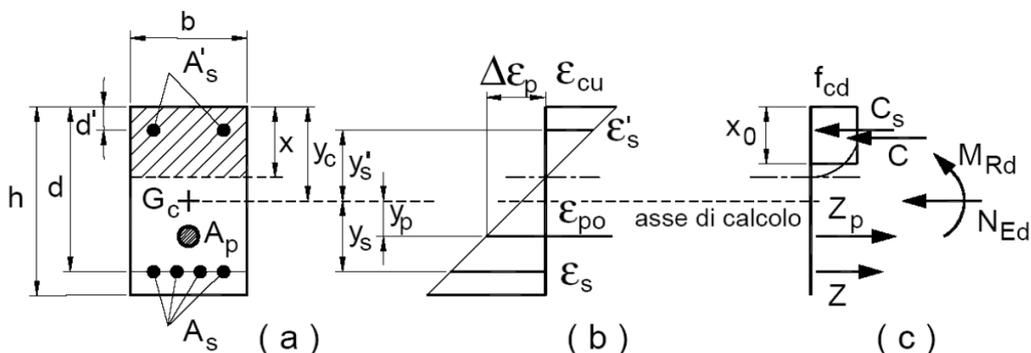
8.1 VERIFICHE ALLO SLU

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:

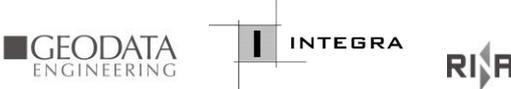


Legami costitutivi Calcestruzzo ed Acciaio -



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 VI0404 001	REV. A	FOGLIO 65 di 112

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

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:

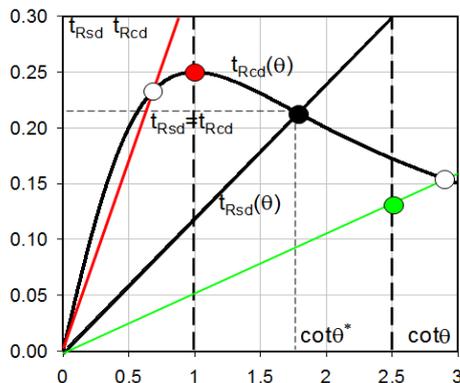
$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5$$

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	66 di 112

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 sopportato 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 taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd})$ coincide con il massimo taglio sopportato 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.

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

	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>VI0404 001</td> <td>A</td> <td>67 di 112</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	67 di 112
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	67 di 112								

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.

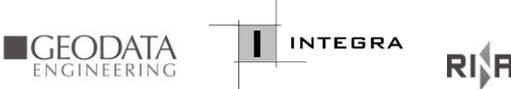
Tensioni di compressione del calcestruzzo

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 VI0404 001	REV. A	FOGLIO 68 di 112

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 VI0404 001	REV. A	FOGLIO 69 di 112

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).

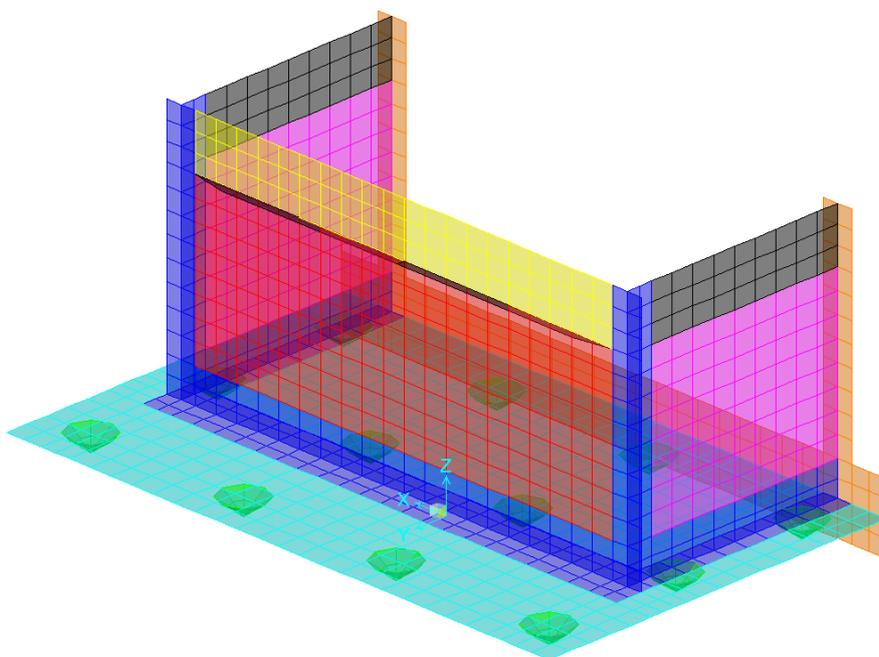
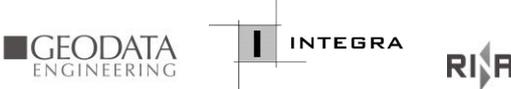


Figura 12 - Modello di calcolo, vista assometrica

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 VI0404 001	REV. A

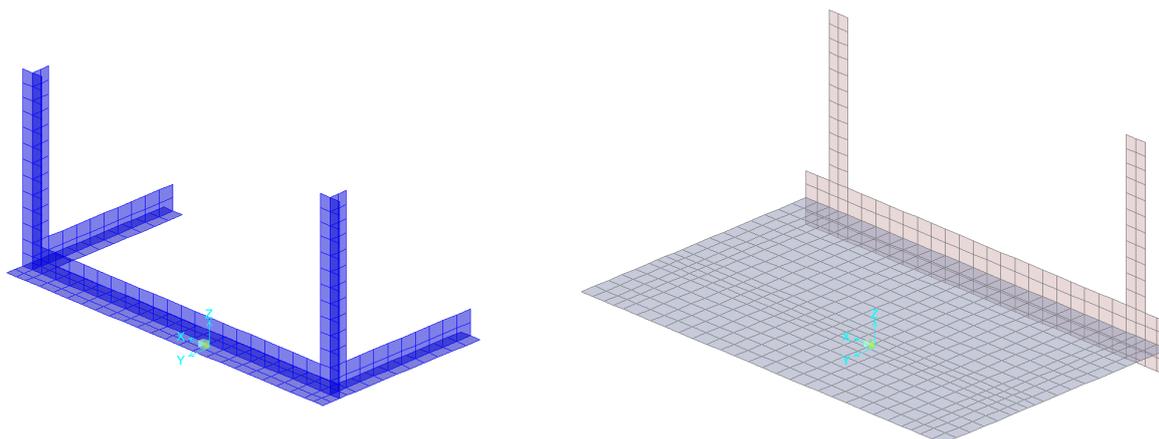


Figura 13 - Modello di calcolo: intersezioni carpenteria (sx), elementi fittizi verticali (dx)

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.

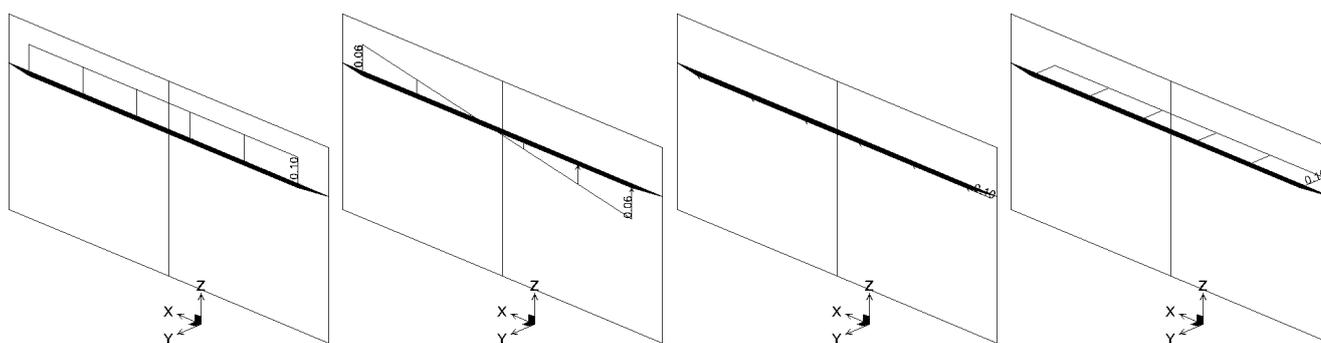


Figura 14 - Modello di calcolo: elementi fittizi per applicazione dei carichi derivanti dall'impalcato: N, MT, VT, VL

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 speciali 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 trasmettere 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	VI0404 001	A	71 di 112

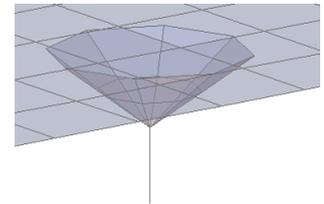
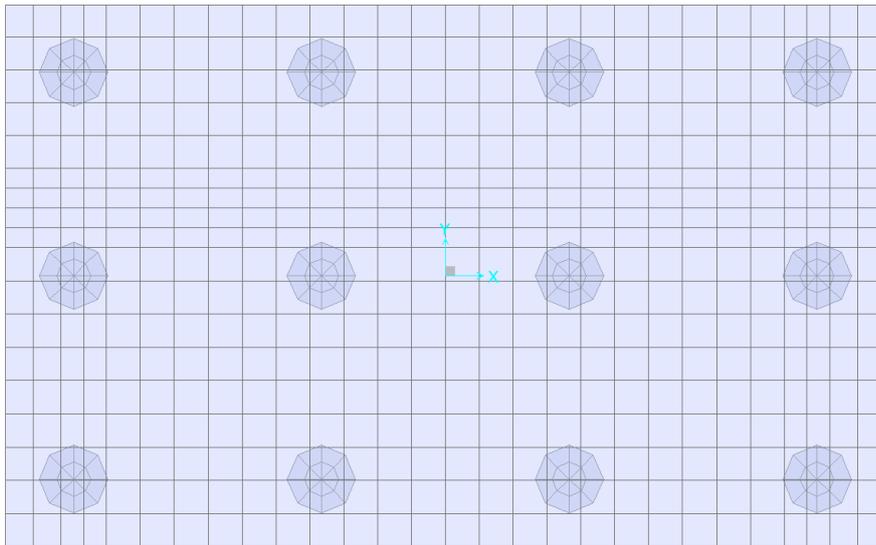


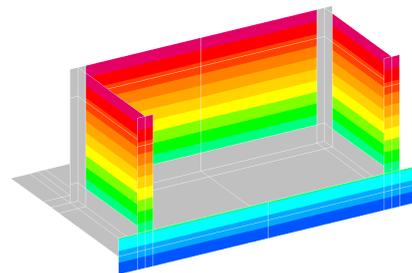
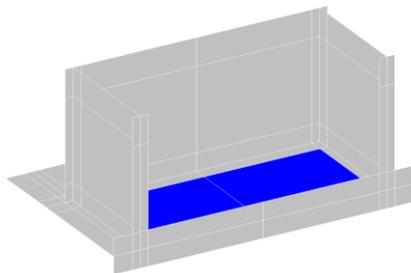
Figura 15 - Modello di calcolo: pali e vincoli

Oltre ai carichi derivanti dall'impalcato, si considerano i carichi relativi alla spalla, ed in particolare:

SP_Gk1 peso proprio della spalla

SP_Elong, SP_Etrasv, SP_Evert inerzie sismiche della carpenteria della spalla

SP_Gk2, SP_Gk2_h peso proprio del rinterro e spinta orizzontale sui muri

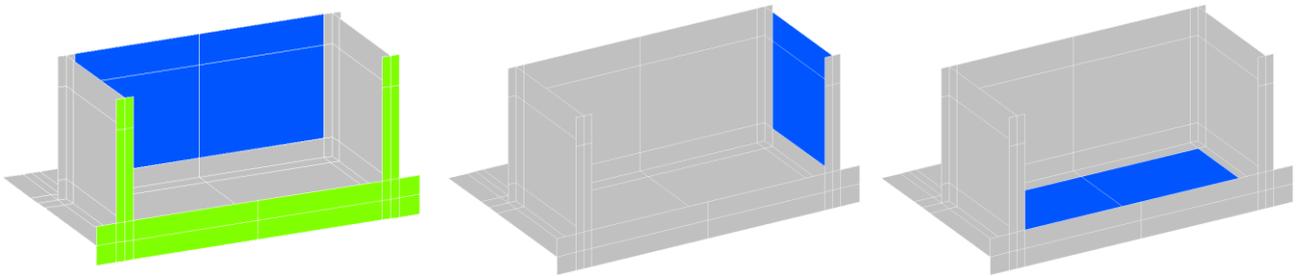


SP_Gk2_Elong, SP_Gk2_Etrasv, SP_Gk2_Evert

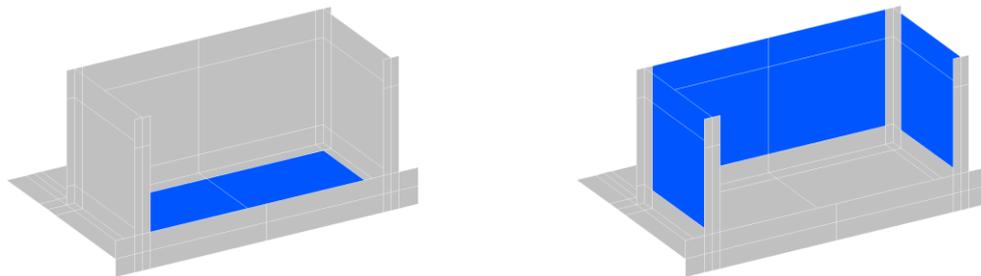
inerzia sismica del rinterro

Spalle: Relazione di calcolo

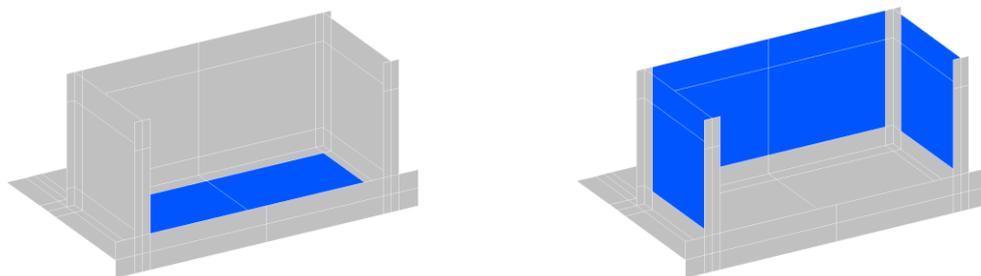
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	72 di 112

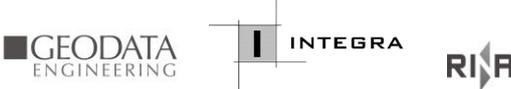


SP_Gk3, SP_Gk3_h peso proprio del carico permanente portato e spinta orizzontale sui muri



SP_Qk, SP_Qk_h carico accidentale sulla spalla e spinta orizzontale sui muri



	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 VI0404 001	REV. A	FOGLIO 73 di 112

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).

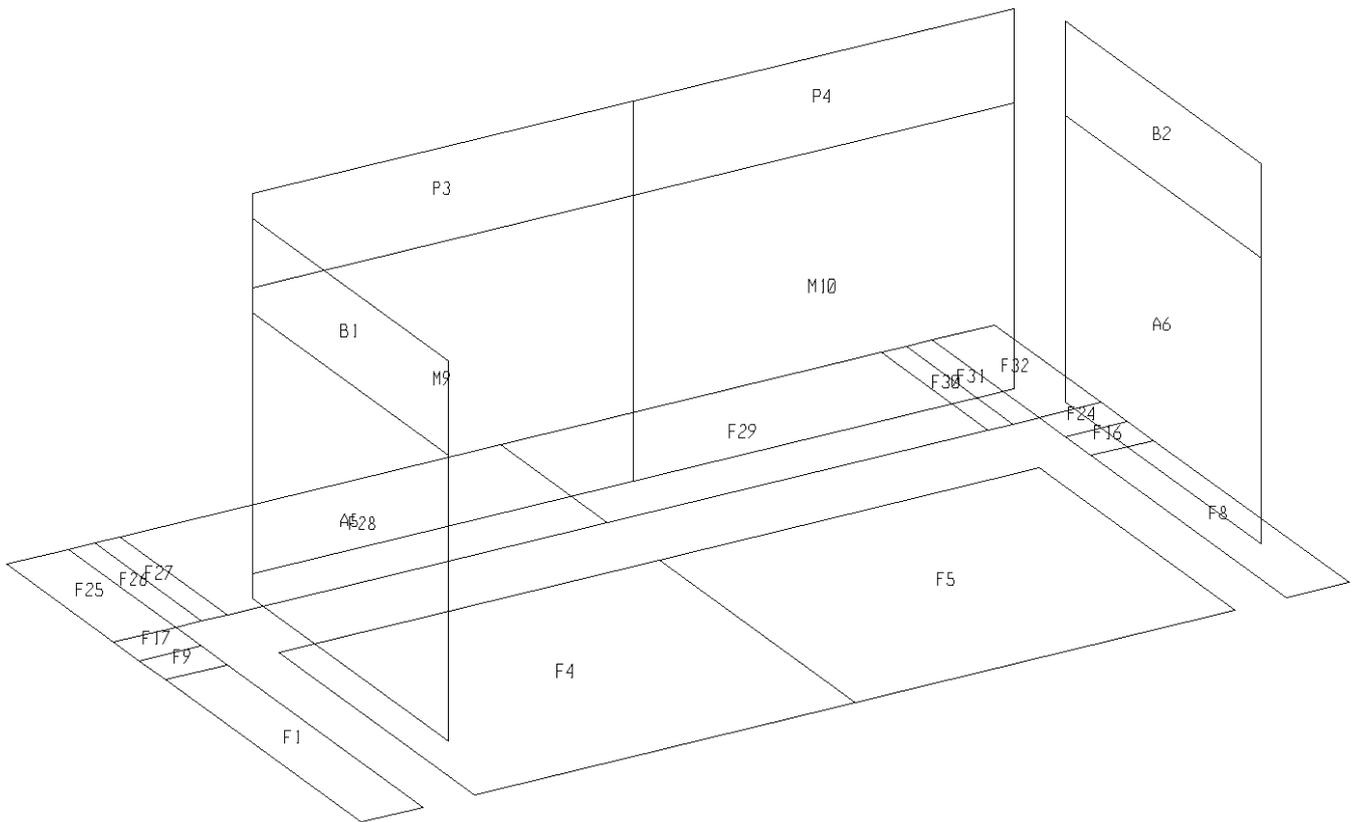


Figura 16 - Modello di calcolo: numerazione elementi

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	74 di 112

10. ANALISI E VERIFICA SPALLA FISSA (S1)

10.1 Reazioni globali

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	4492.8	6289.9	0.0	0.0	0.0
	Permanenti NON strutturali	G2	1966.7	2753.4	0.0	0.0	0.0
	Traffico - 1LM71	Q1,1a	1889.4	2645.1	-3929.9	0.0	0.0
	Traffico - 1SW2	Q1,1b	2056.0	2878.4	-4276.5	0.0	0.0
	Traffico - 2 LM71	Q1,2a	3778.8	5290.3	-302.3	0.0	0.0
	Traffico - 1 LM72 + 1 SW2	Q1,2b	3945.4	5523.5	-315.6	0.0	0.0
	Carico variabile 1 Marciapiede	Qm1	192.5	269.5	-1001.0	0.0	0.0
	Carico variabile 2 Marciapiedi	Qm2	385.0	539.0	-38.5	0.0	0.0
	Carico Avviamento	Qa	88.9	4995.8	0.0	-798.5	0.0
	Frenatura LM71	Qf1	53.9	3027.8	0.0	-484.0	0.0
	Frenatura SW2	Qf2	85.8	4817.0	0.0	-769.9	0.0
	Centrifuga 1 LM71	Qc1a	0.0	0.0	-1122.4	0.0	-109.5
	Centrifuga 2 LM71	Qc1b	0.0	0.0	-2244.6	0.0	-219.0
	Centrifuga SW2	Qc2	0.0	0.0	-847.9	0.0	-82.7
	Serpeggio 1 treno	QS1	0.0	0.0	-929.5	0.0	-110.0
	Serpeggio 2 treni	QS2	0.0	0.0	-1859.0	0.0	-220.0
	Vento	Qw	0.0	0.0	-2653.9	0.0	-279.0
	Azioni aerodinamiche 1 treno	Qae1	0.0	0.0	-114.7	0.0	-11.1
	Azioni aerodinamiche 2 treni	Qae2	0.0	0.0	-229.4	0.0	-22.2
	Sisma Long con 2 LM71	Elong	332.1	27555.7	0.0	-4440.8	0.0
Sisma Trasv con 2 LM71	Etrasv	0.0	0.0	-17048.9	0.0	-2220.6	
Sisma Vert con 2 LM71	Evert	1110.3	1554.4	0.0	0.0	0.0	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	75 di 112

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

CONDIZIONE	CONDIZIONE	N	ML	MT	TL	TT
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
		p.p. spalla	SP_Gk1	10080.4	125.6	0.0
spalla sisma long	SP_Elong	0.0	6546.6	0.0	-3175.1	0.0
spalla sisma trasv	SP_Etrasv	0.0	0.0	-6546.9	0.0	-3175.4
spalla sisma vert	SP_Evert	1582.6	19.7	0.0	0.0	0.0
p.p. rinterro	SP_Gk2	7215.2	-15512.7	0.0	0.0	0.0
rinterro spinta esercizio	SP_Gk2_h	0.0	7257.9	0.0	-3036.5	0.0
rinterro sisma long	SP_Gk2_Elong	0.0	28787.0	0.0	-7238.9	0.0
rinterro sisma trasv	SP_Gk2_Etrasv	0.0	0.0	-10577.1	0.0	-2269.8
rinterro sisma vert	SP_Gk2_Evert	2269.9	-4880.3	0.0	0.0	0.0
permanente	SP_Gk3	908.2	-1952.6	0.0	0.0	0.0
permanente spinta esercizio	SP_Gk3_h	0.0	1754.1	0.0	-376.4	0.0
accidentale	SP_Qk	3153.5	-6780.0	0.0	0.0	0.0
accidentale spinta esercizio	SP_Qk_h	0.0	6096.4	0.0	-1308.2	0.0

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

CONDIZIONE	CONDIZIONE	N	ML	MT	TL	TT
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
		SLE-rara	01_SLE1	31975.0	9765.1	-6258.4
	02_SLE2	32244.9	15799.4	-3968.0	-6289.5	-384.6
	03_SLE3	29904.6	5390.5	-8489.6	-5120.3	-398.0
	04_SLE4	30071.2	5623.7	-8561.7	-5120.3	-371.2
SLE-frequente	05_SLS1	29050.3	6145.2	-2799.6	-4582.5	-276.7
	06_SLS2	29212.2	9765.8	-1425.4	-5138.9	-130.3
	07_SLS3	28856.4	4455.5	-5517.8	-4778.8	-184.5
	08_SLS4	28989.6	4642.1	-5575.5	-4778.8	-163.0
SLU	09_SLU1	45426.3	13254.4	-6767.4	-7946.0	-668.8
	10_SLU2	45817.6	22004.2	-3446.3	-9290.5	-314.9
	11_SLU3	42416.6	6900.4	-10041.0	-7595.1	-334.4
	12_SLU4	42658.2	7238.6	-10145.6	-7595.1	-295.5
SLV	13_SLV1	27870.6	63534.3	-10312.3	-18529.3	-2299.7
	14_SLV2	27638.2	19511.7	-34233.4	-8131.0	-7665.8
	15_SLV3	24262.2	66874.0	-10312.3	-18529.3	-2299.7
	16_SLV4	24029.8	22851.4	-34233.4	-8131.0	-7665.8
GEO	17_GEO1	36845.3	10339.1	-5834.2	-6873.5	-576.5

  	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	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0404 001	REV. A

	18_GEO2	37182.7	17882.0	-2971.1	-8032.6	-271.5
	19_GEO3	34249.7	4860.0	-8661.6	-6571.1	-288.3
	20_GEO4	34457.9	5151.6	-8751.7	-6571.1	-254.8

10.2 Diagrammi di sollecitazione

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

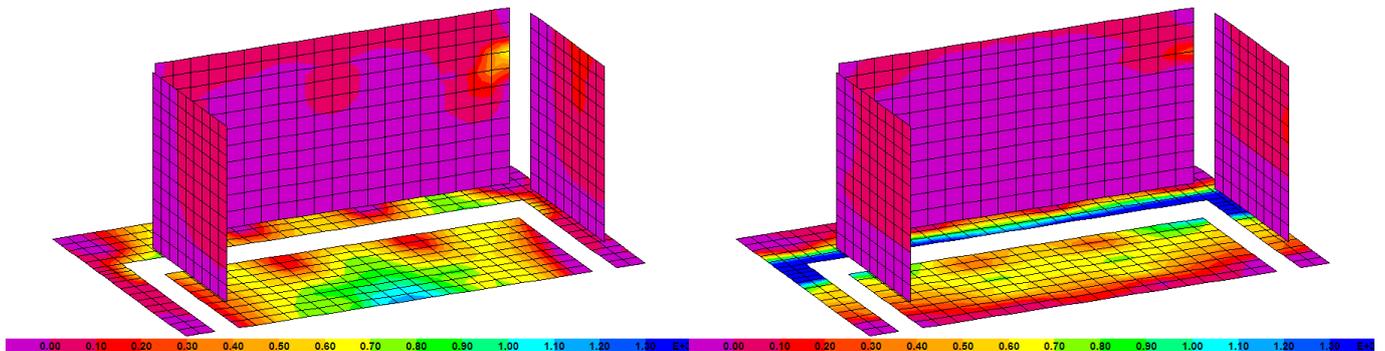


Figura 17 - involucro massimi positivi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

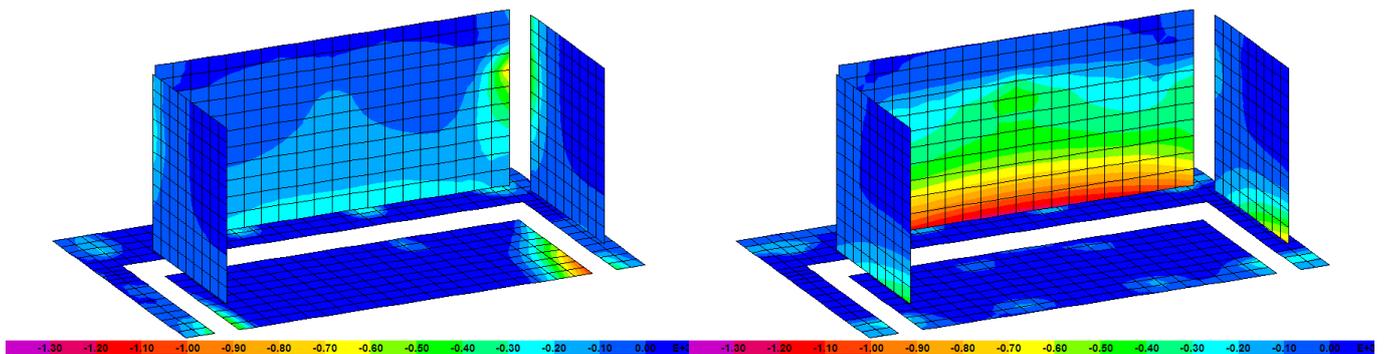
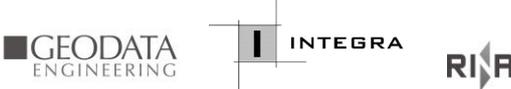


Figura 18 - involucro massimi negativi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

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 VI0404 001	REV. A	FOGLIO 77 di 112

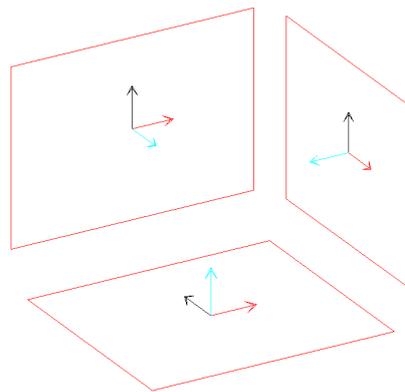


Figura 19 - assi locali elementi lastra-piastra

10.3 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.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	78 di 112

10.3.1 Muro frontale

Le verifiche sono riferite alla sezione di spiccato.

muro frontale	H	1400	elem.	M10-1
arm. verticali	tesa	fi24/100	direz.	2-2
	compr.	fi24/200		

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	517	-523	-183	2.37	-48.6		
	02_SLE2	533	-614	-209	2.78	-62.8		
	03_SLE3	390	-467	-178	2.12	-49.1		
	04_SLE4	400	-470	-178	2.13	-48.7	$\sigma_{traz,el}$	
SLE-freq	05_SLS1	435	-432	-154	1.96	-39.5	-0.83	
	06_SLS2	444	-486	-169	2.21	-48.0	-0.97	
	07_SLS3	373	-433	-165	1.96	-44.4	-0.87	
	08_SLS4	382	-435	-165	1.97	-44.1	-0.87	
					[MPa]	2.78	-62.8	-0.97

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M	
SLU	09_SLU1	708	-759	-271	3.52
	10_SLU2	731	-891	-308	3.01
	11_SLU3	523	-678	-264	3.78
	12_SLU4	538	-682	-264	3.77
SLV	13_SLV1	412	-1129	-511	2.21
	14_SLV2	440	-547	-227	4.60
	15_SLV3	415	-1086	-505	2.30
	16_SLV4	443	-505	-221	4.99
				2.21	

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$		
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	3737	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
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]	511	CS_V	1.62

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	79 di 112

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

muro frontale	H	1400	elem.	M10-80
arm. orizzontali	tesa	fi18/100	direz.	1-1
	compr.	fi18/100		

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	51	-136	173	0.72	-33.8		
	02_SLE2	46	5	184	0.04	0.3		
	03_SLE3	43	-170	165	0.89	-46.0		
	04_SLE4	45	-170	164	0.89	-45.3		
SLE-freq	05_SLS1	49	-138	143	0.73	-34.9	$\sigma_{traz,el}$	
	06_SLS2	46	-54	149	0.28	-9.1	-0.34	
	07_SLS3	41	-167	153	0.87	-45.0	-0.42	
	08_SLS4	44	-166	153	0.87	-44.4	-0.42	
					[MPa]	0.89	-46.0	-0.42

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	63	-210	261	6.28
	10_SLU2	56	-5	278	265.22
	11_SLU3	51	-259	249	5.06
	12_SLU4	54	-258	249	5.09
SLV	13_SLV1	-55	871	223	1.43
	14_SLV2	-241	-695	498	1.62
	15_SLV3	-75	873	226	1.41
	16_SLV4	-261	-693	501	1.61
					1.41

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	3745	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
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]	501	CS_V
				1.65

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	80 di 112

10.3.2 Paraghiaia

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

paraghiaia	H	400	elem.	P4-1
arm. verticali	tesa	fi24/200	direz.	2-2
	compr.	fi20/200		

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	5	-16	-36	0.87	-23.8	
	02_SLE2	2	-16	-35	0.85	-23.7	
	03_SLE3	15	-17	-36	0.92	-22.6	
	04_SLE4	15	-17	-36	0.91	-22.5	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	6	-11	-27	0.61	-16.2	-0.34
	06_SLS2	4	-11	-26	0.59	-16.1	-0.34
	07_SLS3	13	-14	-31	0.78	-19.2	-0.42
	08_SLS4	13	-14	-31	0.77	-19.1	-0.42
[MPa]					0.92	-23.8	-0.42

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M	
SLU	09_SLU1	5	-24	-53	11.34
	10_SLU2	1	-23	-51	11.64
	11_SLU3	20	-25	-52	10.98
	12_SLU4	20	-25	-52	11.01
SLV	13_SLV1	-3	-65	-110	4.14
	14_SLV2	5	-24	-47	11.40
	15_SLV3	-5	-65	-109	4.12
	16_SLV4	4	-24	-46	11.27
				4.12	

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	923	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
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]	110	CS_V	1.86

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	81 di 112

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

paraghiaia	H	400	elem.	P4-29
arm. orizzontali	tesa	fi16/200	direz.	1-1
	compr.	fi16/200		

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-53	-12	98	0.79	-67.0	
	02_SLE2	-55	-8	127	0.45	-56.7	
	03_SLE3	-50	-13	86	0.87	-68.3	
	04_SLE4	-49	-13	87	0.87	-67.7	
SLE-freq	05_SLS1	-38	-10	74	0.67	-52.6	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	-39	-8	92	0.51	-46.3	-0.42
	07_SLS3	-43	-12	78	0.80	-61.1	-0.35
	08_SLS4	-42	-12	78	0.80	-60.6	-0.50
				[MPa]	0.87	-68.3	-0.50

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-81	-17	145	6.73
	10_SLU2	-84	-12	188	9.48
	11_SLU3	-76	-19	128	6.27
	12_SLU4	-75	-19	129	6.30
SLV	13_SLV1	-110	9	319	13.03
	14_SLV2	-261	-41	181	2.11
	15_SLV3	-114	9	320	13.06
	16_SLV4	-265	-42	182	2.09
					2.09

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	1.0 ≤ ... ≤ 2.5	
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	934	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	200	V_{Rsd} [kN]	413	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	413	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	320	CS_V 1.29

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	82 di 112

10.3.3 Muri andatori

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

muro andatore	H	800	elem.	A6-57
arm. verticali	tesa	fi26/100	direz.	2-2
	compr.	fi20/200		

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-58	-231	-194	2.40	-72.7	
	02_SLE2	-169	-231	-193	2.23	-82.4	
	03_SLE3	-29	-232	-195	2.44	-70.5	
	04_SLE4	-29	-232	-195	2.44	-70.5	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	1	-187	-162	2.00	-54.8	-1.33
	06_SLS2	-66	-187	-162	1.91	-60.5	-1.40
	07_SLS3	-7	-209	-178	2.23	-61.9	-1.50
	08_SLS4	-7	-209	-178	2.23	-61.9	-1.50
				[MPa]	2.44	-82.4	-1.50

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M	
SLU	09_SLU1	-106	-339	-287	4.02
	10_SLU2	-268	-339	-285	3.86
	11_SLU3	-65	-340	-287	4.05
	12_SLU4	-65	-340	-287	4.04
SLV	13_SLV1	-958	-282	-224	3.84
	14_SLV2	-206	-538	-466	2.47
	15_SLV3	-983	-273	-223	3.93
	16_SLV4	-231	-530	-465	2.50
				2.47	

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	2046	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	200	V_{Rsd} [kN]	905	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	905	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	466	CS_V 1.94

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	83 di 112

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

muro andatore	H	800	elem.	A6-8
arm. orizzontali	tesa	fi18/100	direz.	1-1
	compr.	fi18/100		

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-274	-131	-147	1.16	-130.4	
	02_SLE2	-427	-137	-149	0.61	-164.9	
	03_SLE3	-223	-128	-147	1.28	-118.8	
	04_SLE4	-223	-128	-147	1.28	-118.7	
SLE-freq	05_SLS1	-197	-104	-116	0.98	-99.4	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	-289	-107	-118	0.73	-120.0	-1.04
	07_SLS3	-197	-116	-132	1.17	-106.4	-1.17
	08_SLS4	-197	-116	-132	1.17	-106.4	-1.14
				[MPa]	1.28	-164.9	-1.17

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-406	-195	-218	2.80
	10_SLU2	-628	-204	-222	2.30
	11_SLU3	-333	-192	-219	2.99
	12_SLU4	-333	-192	-218	2.99
SLV	13_SLV1	-1317	-201	-198	1.11
	14_SLV2	-388	-386	-438	1.44
	15_SLV3	-1325	-206	-202	1.07
	16_SLV4	-397	-390	-442	1.41
					1.07

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	2057	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	200	V_{Rsd} [kN]	910	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	910	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	442	CS_V
				2.06

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	84 di 112

10.3.4 Muri andatori alti

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

muro andatore sup.	H	720	elem.	B2-25
arm. verticali	tesa	fi24/200	direz.	2-2
	compr.	fi20/200		

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-5	32	-19	0.55	-25.0	
	02_SLE2	-9	32	-19	0.54	-25.7	
	03_SLE3	-2	32	-19	0.56	-24.4	
	04_SLE4	-3	32	-19	0.56	-24.5	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	1	26	-13	0.46	-19.7	-0.26
	06_SLS2	-2	26	-13	0.46	-20.0	-0.26
	07_SLS3	0	29	-16	0.51	-21.9	-0.29
	08_SLS4	0	29	-16	0.51	-21.9	-0.29
				[MPa]	0.56	-25.7	-0.29

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-9	47	-27	11.45
	10_SLU2	-15	47	-27	11.55
	11_SLU3	-5	47	-27	11.49
	12_SLU4	-5	47	-27	11.48
SLV	13_SLV1	-33	36	-24	14.94
	14_SLV2	-6	83	-64	6.52
	15_SLV3	-33	36	-23	14.74
	16_SLV4	-7	84	-63	6.48
					6.48

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1823	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
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]	64	CS_V 6.34

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	85 di 112

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

muro andatore sup.	H	720	elem.	B2-1
arm. orizzontali	tesa	fi18/100	direz.	1-1
	compr.	fi16/200		

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-271	-97	-130	0.89	-118.0	
	02_SLE2	-405	-102	-131	0.00	-148.8	
	03_SLE3	-222	-95	-130	1.08	-106.5	
	04_SLE4	-223	-95	-130	1.08	-106.6	
SLE-freq	05_SLS1	-200	-77	-102	0.78	-90.4	$\sigma_{traz,el}$ -1.00
	06_SLS2	-280	-80	-103	0.33	-109.0	-1.13
	07_SLS3	-198	-86	-117	0.99	-95.6	-1.09
	08_SLS4	-199	-86	-117	0.99	-95.7	-1.09
				[MPa]	1.08	-148.8	-1.13

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-400	-145	-193	3.37
	10_SLU2	-594	-153	-194	2.79
	11_SLU3	-329	-142	-193	3.60
	12_SLU4	-330	-141	-193	3.61
SLV	13_SLV1	-1167	-155	-169	1.55
	14_SLV2	-356	-280	-386	1.79
	15_SLV3	-1170	-158	-172	1.51
	16_SLV4	-359	-283	-388	1.77
					1.51

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1832	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
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]	388	CS_V 2.09

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	86 di 112

10.3.5 Plinto

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

plinto	H	1800	elem.	F17-4
arm. longitudinali	tesa	fi24/100	direz.	2-2
	compr.	fi24/200		

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	49	1202	740	3.36	-161.1		
	02_SLE2	66	1335	834	3.73	-177.7		
	03_SLE3	54	1016	635	2.84	-134.9		
	04_SLE4	52	1025	640	2.86	-136.4	$\sigma_{traz,el}$	
SLE-freq	05_SLS1	23	1062	649	2.96	-144.3	-1.69	
	06_SLS2	33	1141	705	3.18	-154.2	-1.81	
	07_SLS3	37	992	615	2.77	-133.3	-1.57	
	08_SLS4	35	999	619	2.79	-134.5	-1.58	
					[MPa]	3.73	-177.7	-1.81

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M	
SLU	09_SLU1	69	1738	1073	1.72
	10_SLU2	94	1930	1209	1.56
	11_SLU3	76	1467	919	2.04
	12_SLU4	73	1480	927	2.02
SLV	13_SLV1	396	1712	1309	1.90
	14_SLV2	257	853	610	3.68
	15_SLV3	417	1617	1258	2.02
	16_SLV4	277	758	560	4.16
				1.56	

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$		
ϕ [mm]	16	V_{Rcd} [kN]	4254	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	1912	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	1912	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		V_E [kN]	1309	CS_V	1.46

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	87 di 112

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

plinto	H	1800	elem.	F5-82
arm. trasversali	tesa	fi24/200	direz.	1-1
	compr.	fi24/200		

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-159	-189	527	0.46	-85.3	
	02_SLE2	-157	-206	568	0.54	-89.6	
	03_SLE3	-167	-192	518	0.45	-87.8	
	04_SLE4	-167	-191	519	0.44	-87.7	
SLE-freq	05_SLS1	-132	-126	449	0.21	-62.7	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	-131	-136	473	0.27	-65.3	-0.28
	07_SLS3	-154	-156	479	0.30	-75.5	-0.30
	08_SLS4	-154	-156	479	0.30	-75.4	-0.35
				[MPa]	0.54	-89.6	-0.35

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-242	-277	773	4.62
	10_SLU2	-239	-302	832	4.24
	11_SLU3	-254	-281	760	4.52
	12_SLU4	-254	-280	761	4.53
SLV	13_SLV1	-83	-547	893	2.59
	14_SLV2	-387	-853	653	1.36
	15_SLV3	-92	-567	832	2.48
	16_SLV4	-397	-873	591	1.31
					1.31

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	16	V_{Rcd} [kN]	4254	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	1912	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	1912	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	893	CS_V
				2.14

  	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 VI0404 001	REV. A

10.4 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.04.0.3.002.A - Relazione geotecnica di calcolo delle fondazioni.

D	1.2	m
α	2.11	-

10.4.1 Reazioni globali

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	3130.2	2153.5	466.7	984.1
	02_SLE2	3307.9	2014.8	535.7	1129.5
	03_SLE3	2860.5	2085.6	438.7	925.0
	04_SLE4	2884	2089.6	437.9	923.3
SLS	05_SLS1	2682.7	2117.9	390.3	823.0
	06_SLS2	2789.3	2034.7	432.6	912.2
	07_SLS3	2672.1	2099.3	403.9	851.6
	08_SLS4	2690.9	2102.6	403.4	850.6
SLU	09_SLU1	4376.1	3127.4	682.6	1439.3
	10_SLU2	4633.8	2926.3	784.1	1653.3
	11_SLU3	3984.9	3027.8	643	1355.8
	12_SLU4	4019	3033.7	641.9	1353.5
SLV	13_SLV1	4746.7	-167.7	1565.8	3301.5
	14_SLV2	3762.7	826	963.4	2031.4
	15_SLV3	4563.6	-580.4	1565.7	3301.3
	16_SLV4	3579.6	413.2	963.4	2031.4
GEO	17_GEO1	3543.2	2541.4	590.3	1244.7
	18_GEO2	3765.3	2368	677.8	1429.2
	19_GEO3	3205.8	2455.4	556.2	1172.8
	20_GEO4	3235.3	2460.5	555.3	1170.9

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

Spalle: Relazione di calcolo

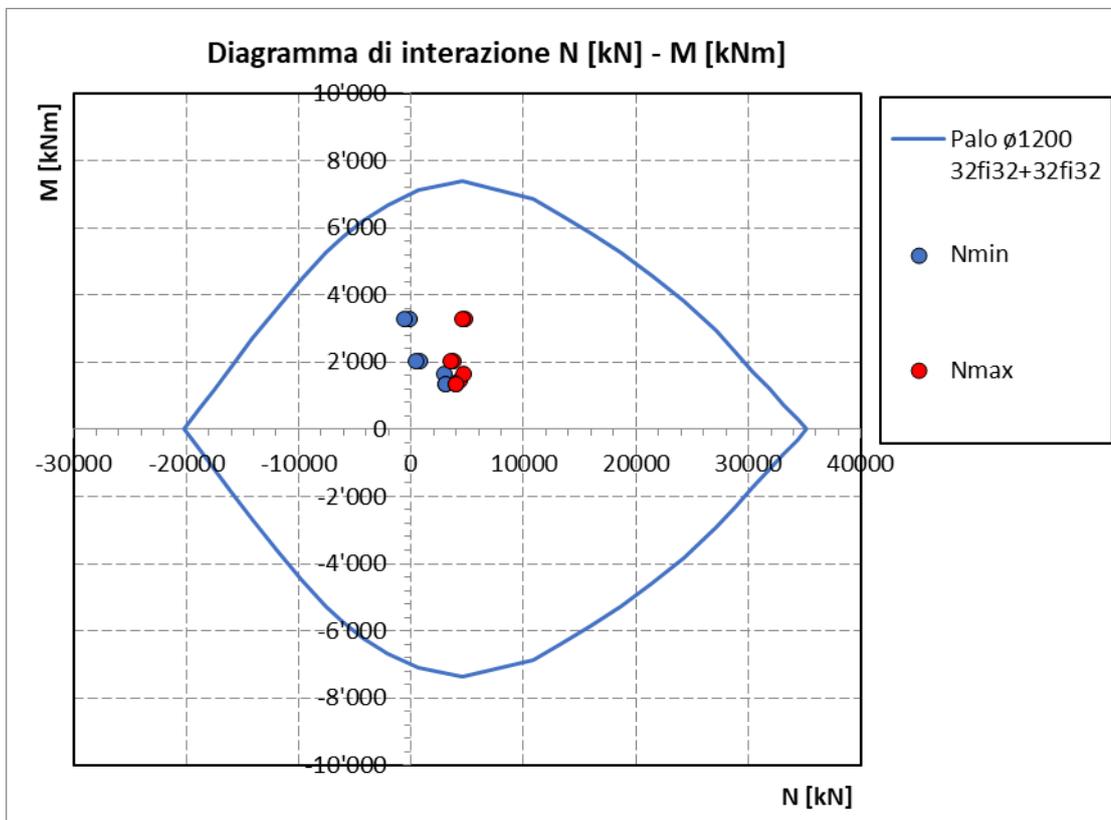
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	89 di 112

10.4.2 Verifiche strutturali pali di fondazione

10.4.2.1 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	VI0404 001	A	90 di 112

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}	1566	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	1.07	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	91 di 112

10.4.2.2 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:

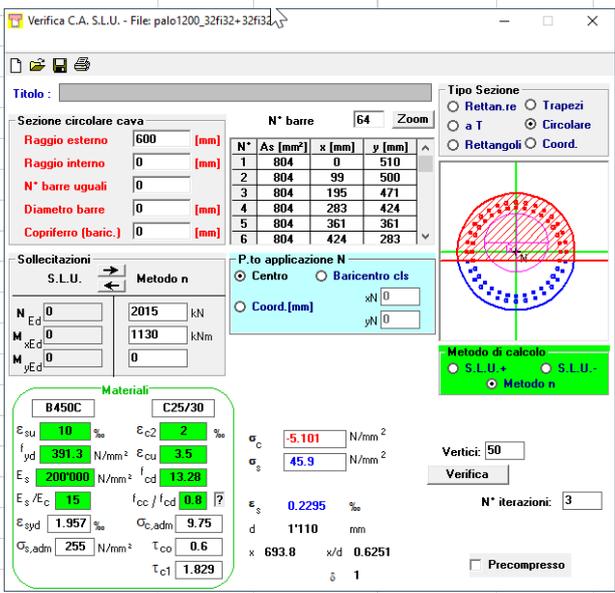
per le combinazioni SLE-RAR:

- 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: $\sigma_c = 0.40 f_{ck}$

02_SLE2



Verifica C.A. S.L.U. - File: palo1200_32f32+32f32

TITOLO: []

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 600 [mm]

Raggio interno: 0 [mm]

N° barre uguali: 0 [mm]

Diametro barre: 0 [mm]

Copri ferro (baric.): 0 [mm]

N° barre: 64

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

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

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

Materiali: B450C, C25/30

Verifica: N° iterazioni: 3

Rck	30	MPa				
fck	24.9	MPa				
fyk	450	MPa				
σ_c	-5.1	MPa	<	0.55 fck =	-13.70	MPa VERO
σ_s	45.9	MPa	<	0.75 fyk =	337.5	MPa VERO
						1
x	693.8	mm				

Le verifiche sono soddisfatte.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	92 di 112

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	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	1.34E-04	-
	pos. baric. 1° strato	c_1	90	mm	distanza max fessure		
	diametro barre 1° strato	ϕ_1	32	mm	$s_{r,max}$	428	mm
	numero barre 1° strato	n_1	7.937		ampiezza fessure:		
	pos. baric. 2° strato	c_2	147	mm	w_k	0.057	mm
	diametro barre 2° strato	ϕ_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	1082	mm			
		b_{eff}	126	mm			
	posizione asse neutro da lembo compresso	x	693.8	mm			
	Tensione massima barre 1° strato	$\sigma_{s,max1}$	46	Mpa			
	Tensione massima barre 2° strato	$\sigma_{s,max2}$	46	Mpa			
	altezza efficace	$h_{c,eff}$	169	mm			
	area efficace relativamente ad una singola barre	$A_{c,eff}$	21259	mm ²			
	percentuale di armatura relativa a $A_{c,eff}$	$\rho_{p,eff}$	0.076				
	(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	VI0404 001	A	93 di 112

11. ANALISI E VERIFICA SPALLA MOBILE (S2)

11.1 Reazioni globali

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	1732.2	2896.2	0.0	-69.3	0.0
	Permanenti NON strutturali	G2	1117.4	1868.3	0.0	-44.7	0.0
	Traffico - 1LM71	Q1,1a	1491.5	2493.8	-3102.3	-59.7	0.0
	Traffico - 1SW2	Q1,1b	1342.3	2244.3	-2792.1	-53.7	0.0
	Traffico - 2 LM71	Q1,2a	2983.0	4987.5	-238.7	-119.3	0.0
	Traffico - 1 LM72 + 1 SW2	Q1,2b	2983.0	4987.5	-238.7	-119.3	0.0
	Carico variabile 1 Marciapiede	Qm1	109.4	182.9	-568.8	-4.4	0.0
	Carico variabile 2 Marciapiedi	Qm2	218.8	365.8	-21.9	-8.8	0.0
	Carico Avviamento	Qa	70.4	98.6	0.0	0.0	0.0
	Frenatura LM71	Qf1	42.7	59.8	0.0	0.0	0.0
	Frenatura SW2	Qf2	67.9	95.1	0.0	0.0	0.0
	Centrifuga 1 LM71	Qc1a	0.0	0.0	-782.2	0.0	-75.2
	Centrifuga 2 LM71	Qc1b	0.0	0.0	-1564.2	0.0	-150.4
	Centrifuga SW2	Qc2	0.0	0.0	-488.8	0.0	-47.0
	Serpeggio 1 treno	QS1	0.0	0.0	-946.0	0.0	-110.0
	Serpeggio 2 treni	QS2	0.0	0.0	-1892.0	0.0	-220.0
	Vento	Qw	0.0	0.0	-1612.4	0.0	-158.0
	Azioni aerodinamiche 1 treno	Qae1	0.0	0.0	-66.3	0.0	-6.3
	Azioni aerodinamiche 2 treni	Qae2	0.0	0.0	-132.8	0.0	-12.6
	Sisma Long con 2 LM71	Elong	260.8	365.1	0.0	0.0	0.0
Sisma Trasv con 2 LM71	Etrasv	0.0	0.0	-8756.0	0.0	-1065.2	
Sisma Vert con 2 LM71	Evert	532.6	745.7	0.0	0.0	0.0	

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

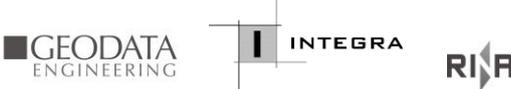
Condizione	N	ML	MT	TL	TT
------------	---	----	----	----	----

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	94 di 112

		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
CARICHI ELEMENTARI SPALLA	p.p. spalla	SP_Gk1	10445.5	290.3	-0.2	0.0	0.0
	spalla sisma long	SP_Elong	0.0	7333.2	0.0	-3290.1	0.0
	spalla sisma trasv	SP_Etrasv	0.0	0.0	-7333.5	0.0	-3290.3
	spalla sisma vert	SP_Evert	1639.9	45.6	0.0	0.0	0.0
	p.p. rinterro	SP_Gk2	7656.7	-16461.9	-0.1	0.0	0.0
	rinterro spinta esercizio	SP_Gk2_h	0.0	8584.6	0.0	-3398.5	0.0
	rinterro sisma long	SP_Gk2_Elong	0.0	32506.2	-0.1	-7843.5	0.0
	rinterro sisma trasv	SP_Gk2_Etrasv	0.0	0.0	-11645.8	0.0	-2408.6
	rinterro sisma vert	SP_Gk2_Evert	2408.6	-5178.6	0.0	0.0	0.0
	permanente	SP_Gk3	908.2	-1952.6	0.0	0.0	0.0
	permanente spinta esercizio	SP_Gk3_h	0.0	1931.3	0.0	-399.4	0.0
	accidentale	SP_Qk	3153.5	-6780.0	0.0	0.0	0.0
	accidentale spinta esercizio	SP_Qk_h	0.0	6712.4	0.0	-1388.2	0.0

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI						
Condizione		N	ML	MT	TL	TT
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
SLE-rara	01_SLE1	28228.1	2448.0	-4813.1	-5426.4	-477.8
	02_SLE2	28309.9	2562.4	-2872.0	-5426.4	-272.2
	03_SLE3	26627.8	-222.0	-6319.8	-5363.3	-286.3
	04_SLE4	26478.6	-471.5	-5716.3	-5357.3	-258.1
SLE-frequente	05_SLS1	25680.9	331.3	-2307.6	-4820.6	-229.8
	06_SLS2	25729.9	399.9	-1142.9	-4820.6	-106.4
	07_SLS3	25674.2	-746.4	-4282.0	-5073.0	-153.2
	08_SLS4	25554.9	-945.9	-3799.1	-5068.2	-130.6
SLU	09_SLU1	40205.9	2944.0	-5577.1	-8053.9	-555.4
	10_SLU2	40324.4	3110.0	-2762.5	-8053.9	-257.2
	11_SLU3	37881.0	-934.8	-7783.7	-7962.1	-277.7
	12_SLU4	37664.6	-1296.5	-6908.5	-7953.5	-236.8
SLV	13_SLV1	24722.4	37028.5	-8368.9	-15347.0	-2029.3
	14_SLV2	24539.9	8885.4	-27783.5	-7553.5	-6764.2
	15_SLV3	21343.0	41016.9	-8368.9	-15347.0	-2029.3
	16_SLV4	21160.5	12873.8	-27783.4	-7553.5	-6764.2
GEO	17_GEO1	32733.6	1976.4	-4807.9	-6958.2	-478.8
	18_GEO2	32835.8	2119.5	-2381.5	-6958.2	-221.8
	19_GEO3	30728.8	-1368.3	-6713.2	-6879.1	-239.4
	20_GEO4	30542.3	-1680.2	-5958.7	-6871.6	-204.1

	<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>VI0404 001</td> <td>A</td> <td>95 di 112</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	95 di 112
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	95 di 112								

11.2 Diagrammi di sollecitazione

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

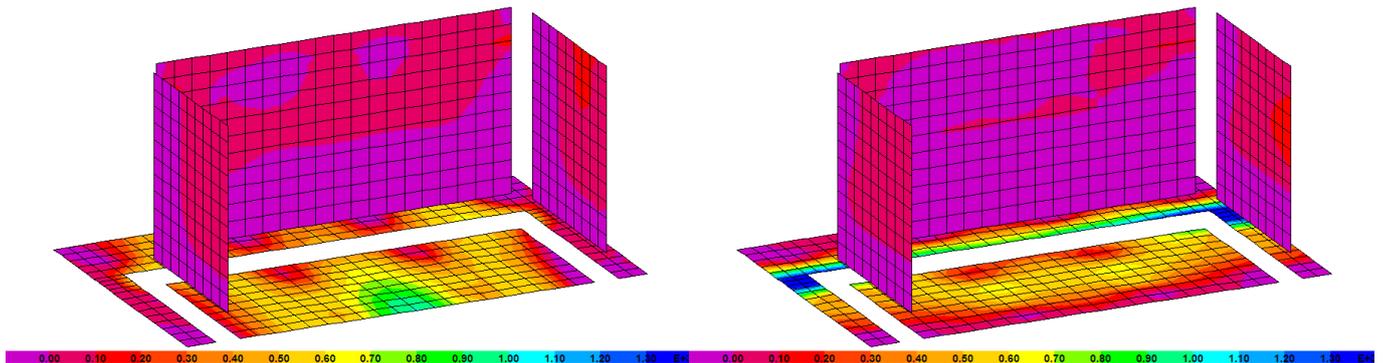


Figura 20 - involucro massimi positivi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

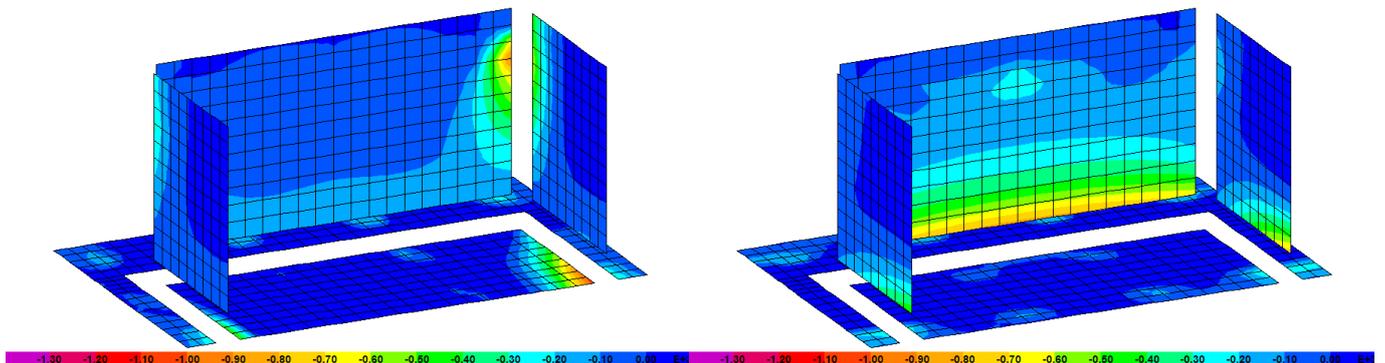
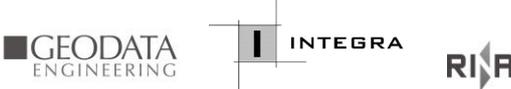


Figura 21 - involucro massimi negativi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

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 VI0404 001	REV. A	FOGLIO 96 di 112

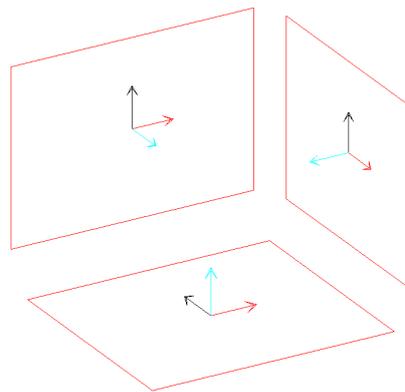


Figura 22 - assi locali elementi lastra-piastra

11.3 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.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	97 di 112

11.3.1 Muro frontale

Le verifiche sono riferite alla sezione di spiccato.

muro frontale	H	1400	elem.	M10-1
arm. verticali	tesa	fi24/100	direz.	2-2
	compr.	fi24/200		

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	240	-431	-193	1.93	-55.4	
	02_SLE2	243	-432	-193	1.93	-55.3	
	03_SLE3	143	-400	-193	1.76	-58.9	
	04_SLE4	133	-398	-193	1.74	-59.3	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	183	-364	-167	1.62	-48.7	-0.82
	06_SLS2	185	-365	-167	1.62	-48.6	-0.82
	07_SLS3	133	-373	-180	1.64	-54.9	-0.87
	08_SLS4	126	-371	-180	1.62	-55.2	-0.87
[MPa]					1.93	-59.3	-0.87

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	319	-629	-285	3.88
	10_SLU2	324	-631	-285	3.88
	11_SLU3	178	-585	-285	4.02
	12_SLU4	164	-581	-285	4.04
SLV	13_SLV1	169	-718	-446	3.27
	14_SLV2	200	-401	-219	5.91
	15_SLV3	195	-680	-439	3.48
	16_SLV4	226	-363	-213	6.57
					3.27

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	3737	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
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]	446	CS_V 1.85

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	98 di 112

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

muro frontale	H	1400	elem.	M10-90
arm. orizzontali	tesa	fi20/100	direz.	1-1
	compr.	fi20/100		

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-24	-259	216	1.17	-70.0	
	02_SLE2	-27	-263	220	1.19	-71.5	
	03_SLE3	-30	-266	210	1.20	-72.8	
	04_SLE4	-33	-269	212	1.21	-74.0	
SLE-freq	05_SLS1	-17	-217	178	0.99	-58.3	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	-18	-220	181	1.00	-59.2	-0.58
	07_SLS3	-26	-245	193	1.11	-66.8	-0.66
	08_SLS4	-29	-247	195	1.11	-67.8	-0.67
				[MPa]	1.21	-74.0	-0.67

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-42	-386	321	3.99
	10_SLU2	-45	-393	328	3.93
	11_SLU3	-50	-397	313	3.87
	12_SLU4	-55	-401	316	3.82
SLV	13_SLV1	-114	154	232	9.73
	14_SLV2	-326	-999	595	1.37
	15_SLV3	-128	156	234	9.52
	16_SLV4	-340	-997	598	1.36
					1.36

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	3742	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
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]	598	CS_V
				1.39

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	99 di 112

11.3.2 Paraghiaia

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

paraghiaia	H	400	elem.	P4-1
arm. verticali	tesa	fi24/200	direz.	2-2
	compr.	fi20/200		

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	8	-8	-24	0.43	-10.4	
	02_SLE2	7	-8	-24	0.42	-10.5	
	03_SLE3	13	-8	-24	0.45	-9.8	
	04_SLE4	13	-8	-24	0.45	-9.9	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	8	-5	-17	0.30	-6.7	-0.15
	06_SLS2	7	-5	-17	0.30	-6.8	-0.15
	07_SLS3	12	-7	-20	0.38	-8.1	-0.19
	08_SLS4	11	-7	-20	0.38	-8.2	-0.19
[MPa]					0.45	-10.5	-0.19

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	10	-11	-35	23.57
	10_SLU2	9	-11	-35	23.66
	11_SLU3	18	-12	-35	22.53
	12_SLU4	17	-12	-34	22.43
SLV	13_SLV1	4	-34	-77	7.93
	14_SLV2	7	-12	-32	22.24
	15_SLV3	3	-34	-77	7.89
	16_SLV4	6	-12	-32	21.96
					7.89

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	923	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
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]	77	CS_V 2.65

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	100 di 112

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

paraghiaia	H	400	elem.	P4-20
arm. orizzontali	tesa	fi16/200	direz.	1-1
	compr.	fi16/200		

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-61	-14	84	0.95	-79.0	
	02_SLE2	-61	-14	85	0.95	-79.2	
	03_SLE3	-56	-14	78	0.98	-77.2	
	04_SLE4	-58	-14	78	0.98	-78.3	
SLE-freq	05_SLS1	-46	-11	66	0.77	-61.7	-0.49
	06_SLS2	-46	-11	67	0.77	-61.9	-0.49
	07_SLS3	-50	-13	70	0.89	-69.1	-0.56
	08_SLS4	-51	-13	71	0.89	-70.0	-0.56
[MPa]					0.98	-79.2	-0.56

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-92	-21	124	5.58
	10_SLU2	-92	-21	126	5.55
	11_SLU3	-85	-21	115	5.52
	12_SLU4	-87	-21	115	5.48
SLV	13_SLV1	-108	-6	191	18.06
	14_SLV2	-281	-47	141	1.80
	15_SLV3	-110	-6	192	17.94
	16_SLV4	-283	-47	142	1.79
					1.79

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	934	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	207	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	207	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	192	CS_V 1.07

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	101 di 112

11.3.3 Muri andatori

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

muro andatore	H	800	elem.	A6-64
arm. verticali	tesa	fi26/100	direz.	2-2
	compr.	fi20/200		

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-57	-239	-211	2.48	-74.9	
	02_SLE2	-60	-237	-211	2.46	-74.7	
	03_SLE3	-47	-239	-211	2.50	-74.1	
	04_SLE4	-47	-239	-211	2.49	-73.9	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-13	-196	-178	2.08	-58.4	-1.41
	06_SLS2	-15	-195	-178	2.06	-58.3	-1.40
	07_SLS3	-27	-217	-194	2.29	-66.0	-1.58
	08_SLS4	-27	-217	-194	2.28	-65.8	-1.57
				[MPa]	2.50	-74.9	-1.58

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-105	-352	-312	3.88
	10_SLU2	-110	-349	-311	3.90
	11_SLU3	-91	-352	-312	3.88
	12_SLU4	-91	-351	-311	3.89
SLV	13_SLV1	-591	-286	-246	4.21
	14_SLV2	-138	-541	-491	2.50
	15_SLV3	-616	-277	-246	4.32
	16_SLV4	-163	-532	-491	2.53
					2.50

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	2046	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	200	V_{Rsd} [kN]	905	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	905	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	491	CS_V 1.84

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	102 di 112

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

muro andatore	H	800	elem.	A6-9
arm. orizzontali	tesa	fi18/100	direz.	1-1
	compr.	fi18/100		

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-238	-165	-177	1.76	-143.2	
	02_SLE2	-243	-167	-177	1.77	-145.1	
	03_SLE3	-215	-164	-176	1.79	-137.8	
	04_SLE4	-214	-165	-177	1.80	-138.1	
SLE-freq	05_SLS1	-187	-133	-141	1.42	-114.2	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	-190	-134	-141	1.43	-115.4	-1.26
	07_SLS3	-195	-148	-159	1.62	-124.9	-1.39
	08_SLS4	-195	-149	-159	1.63	-125.1	-1.39
				[MPa]	1.80	-145.1	-1.39

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-352	-245	-261	2.31
	10_SLU2	-359	-248	-262	2.28
	11_SLU3	-319	-243	-261	2.38
	12_SLU4	-318	-244	-262	2.37
SLV	13_SLV1	-685	-221	-227	2.04
	14_SLV2	-241	-461	-507	1.31
	15_SLV3	-691	-226	-230	1.99
	16_SLV4	-247	-466	-510	1.30
					1.30

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	2057	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	200	V_{Rsd} [kN]	910	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	910	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	510	CS_V
				1.78

  	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 VI0404 001	REV. A

11.3.4 Muri andatori alti

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

muro andatore sup.	H	720	elem.	B2-17
arm. verticali	tesa	fi24/200	direz.	2-2
	compr.	fi20/200		

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	5	29	-14	0.51	-20.5	
	02_SLE2	5	29	-14	0.51	-20.5	
	03_SLE3	6	29	-14	0.51	-20.3	
	04_SLE4	6	29	-14	0.51	-20.3	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	7	23	-9	0.42	-16.1	-0.22
	06_SLS2	7	23	-9	0.42	-16.1	-0.22
	07_SLS3	7	26	-11	0.46	-18.1	-0.25
	08_SLS4	7	26	-11	0.46	-18.1	-0.25
				[MPa]	0.51	-20.5	-0.25

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	6	43	-20	12.83
	10_SLU2	7	43	-20	12.84
	11_SLU3	8	42	-20	12.86
	12_SLU4	8	42	-20	12.87
SLV	13_SLV1	3	34	-18	16.04
	14_SLV2	8	76	-49	7.19
	15_SLV3	2	34	-18	15.92
	16_SLV4	7	76	-49	7.16
					7.16

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1823	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
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]	49	CS_V	8.27

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	104 di 112

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

muro andatore sup.	H	720	elem.	B2-1
arm. orizzontali	tesa	fi16/100	direz.	1-1
	compr.	fi16/200		

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-227	-124	-142	1.82	-159.4	
	02_SLE2	-231	-125	-142	1.83	-161.3	
	03_SLE3	-203	-122	-142	1.86	-152.2	
	04_SLE4	-202	-123	-143	1.87	-152.2	
SLE-freq	05_SLS1	-179	-99	-112	1.47	-127.1	$\sigma_{traz,el}$ -1.23
	06_SLS2	-181	-100	-112	1.48	-128.2	-1.24
	07_SLS3	-184	-111	-127	1.68	-137.9	-1.36
	08_SLS4	-183	-111	-127	1.69	-137.9	-1.36
				[MPa]	1.87	-161.3	-1.36

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-334	-183	-210	2.09
	10_SLU2	-340	-185	-210	2.06
	11_SLU3	-299	-182	-210	2.17
	12_SLU4	-297	-182	-210	2.16
SLV	13_SLV1	-591	-167	-179	1.79
	14_SLV2	-211	-342	-412	1.23
	15_SLV3	-592	-171	-180	1.76
	16_SLV4	-212	-345	-413	1.22
					1.22

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1835	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	200	V_{Rsd} [kN]	812	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	812	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	413	CS_V 1.96

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	105 di 112

11.3.5 Plinto

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

plinto	H	1800	elem.	F17-3
arm. longitudinali	tesa	fi24/100	direz.	2-2
	compr.	fi24/200		

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	21	1110	542	3.09	-151.2	
	02_SLE2	10	1142	556	3.17	-156.6	
	03_SLE3	34	959	476	2.67	-129.0	
	04_SLE4	34	956	474	2.66	-128.6	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	7	978	474	2.71	-134.3	-1.56
	06_SLS2	1	997	483	2.76	-137.5	-1.59
	07_SLS3	22	930	458	2.59	-126.1	-1.47
	08_SLS4	22	927	457	2.58	-125.7	-1.47
[MPa]					3.17	-156.6	-1.59

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M	
SLU	09_SLU1	30	1609	791	1.84
	10_SLU2	14	1655	811	1.78
	11_SLU3	50	1389	695	2.14
	12_SLU4	49	1384	693	2.15
SLV	13_SLV1	196	1409	899	2.19
	14_SLV2	183	732	426	4.21
	15_SLV3	221	1321	861	2.35
	16_SLV4	207	644	389	4.81
				1.78	

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$		
ϕ [mm]	16	V_{Rcd} [kN]	4254	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	1912	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	1912	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
	V_E [kN]	899	CS_V	2.13	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	106 di 112

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

plinto	H	1800	elem.	F5-83
arm. trasversali	tesa	fi24/200	direz.	1-1
	compr.	fi24/200		

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-158	-182	839	0.43	-83.2	
	02_SLE2	-162	-174	830	0.37	-82.1	
	03_SLE3	-162	-185	833	0.43	-85.1	
	04_SLE4	-163	-183	829	0.42	-84.8	
SLE-freq	05_SLS1	-133	-131	735	0.24	-64.3	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	-135	-126	730	0.20	-63.6	-0.29
	07_SLS3	-150	-157	780	0.32	-75.0	-0.35
	08_SLS4	-150	-156	777	0.31	-74.8	-0.34
[MPa]					0.43	-85.1	-0.35

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-236	-270	1227	4.76
	10_SLU2	-243	-259	1215	4.95
	11_SLU3	-243	-275	1219	4.66
	12_SLU4	-244	-272	1214	4.69
SLV	13_SLV1	-20	-416	1076	3.53
	14_SLV2	-273	-780	1003	1.61
	15_SLV3	-22	-436	969	3.36
	16_SLV4	-275	-800	896	1.57
					1.57

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	16	V_{Rcd} [kN]	4254	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	1912	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	1912	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	1227	CS_V 1.56

  	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 VI0404 001	REV. A

11.4 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.04.0.3.002.A - Relazione geotecnica di calcolo delle fondazioni.

D	1.2	m
α	2.11	-

11.4.1 Reazioni globali

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	2534.6	2130.9	466.6	983.8
	02_SLE2	2500.2	2177.5	460.3	970.6
	03_SLE3	2366.9	2050.8	455.3	960.0
	04_SLE4	2340.4	2043.9	453.9	957.1
SLS	05_SLS1	2195.5	2052.4	408.5	861.3
	06_SLS2	2172.7	2080.3	405.1	854.2
	07_SLS3	2240.2	2001.2	427.3	901.0
	08_SLS4	2223.1	1995.7	426.3	898.9
SLU	09_SLU1	3561.5	3081.4	687.5	1449.6
	10_SLU2	3511.6	3148.9	679	1431.7
	11_SLU3	3338.7	2924	671.6	1416.1
	12_SLU4	3300.3	2914.1	669.8	1412.3
SLV	13_SLV1	3525.4	547.7	1308.6	2759.2
	14_SLV2	2990.6	1088	912.4	1923.8
	15_SLV3	3383.6	131.4	1308.6	2759.2
	16_SLV4	2848.8	671.7	912.4	1923.8
GEO	17_GEO1	2891.1	2515.6	593.9	1252.3
	18_GEO2	2848.1	2573.8	586.5	1236.7
	19_GEO3	2725.8	2341.4	580.2	1223.4
	20_GEO4	2704.3	2332.8	578.6	1220.0

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

Spalle: Relazione di calcolo

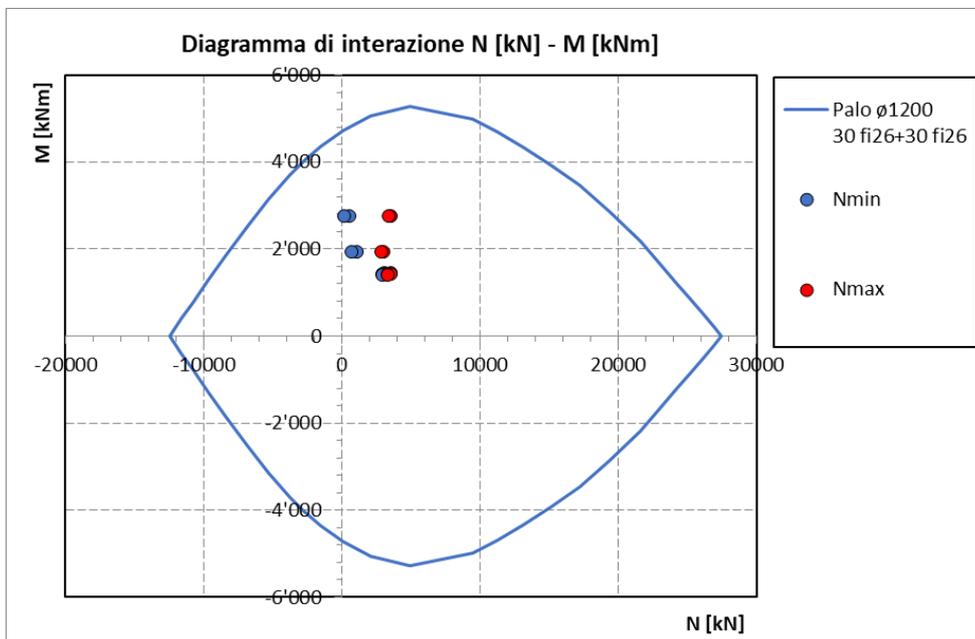
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	108 di 112

11.4.2 Verifiche strutturali pali di fondazione

11.4.2.1 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	VI0404 001	A	109 di 112

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	
	As_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}	1309	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	1.29	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	110 di 112

11.4.2.2 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	531	0	513
2	531	107	502
3	531	209	469
4	531	302	415
5	531	381	343
6	531	444	257

σ_c	-5.515	N/mm²
σ_s	47.44	N/mm²
ϵ_s	0.2372	‰
d	1113	mm
x	707.4	x/d 0.6355

Rck	30	MPa
fck	24.9	MPa
fyk	450	MPa

σ_c	-5.52	MPa	<	0.55 fck =	-13.70	MPa	VERO
σ_s	47.4	MPa	<	0.75 fyk =	337.5	MPa	VERO

x: 707 mm

Le verifiche sono soddisfatte.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0404 001	A	111 di 112

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	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	1.38E-04	-
	pos. baric. 1° strato	c_1	87	mm	distanza max fessure		
	diametro barre 1° strato	ϕ_1	26	mm	$S_{r,max}$	443	mm
	numero barre 1° strato	n_1	7.839		ampiezza fessure:		
	pos. baric. 2° strato	c_2	138	mm	w_k	0.061	mm
	diametro barre 2° strato	ϕ_2	26	mm	w_{lim}	0.300	mm
	numero barre 2° strato	n_2	7.839		La verifica è soddisfatta.		
	distanza lembo compresso-lembo teso della sezione	d	1088	mm			
		b_{eff}	128	mm			
	posizione asse neutro da lembo compresso	x	707	mm			
	Tensione massima barre 1° strato	$\sigma_{s,max1}$	47	Mpa			
	Tensione massima barre 2° strato	$\sigma_{s,max2}$	47	Mpa			
	altezza efficace	$h_{c,eff}$	164	mm			
	area efficace relativamente ad una singola barre	$A_{c,eff}$	20963	mm ²			
	percentuale di armatura relativa a $A_{c,eff}$	$\rho_{p,eff}$	0.051				
	(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	k_1	0.6				
	(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 lisce)	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	VI0404 001	A	112 di 112

12. INCIDENZE

Muri andatori	120 kg/mc
Muro frontale	70 kg/mc
Paraghiaia	100 kg/mc
Plinto	90 kg/mc
Pali	200 kg/mc