

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



<b>PROGETTAZIONE:</b> RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI 	<b>PROGETTISTA:</b> Prof. Ing. Marco PETRANGELI	<b>DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE</b> 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

VI01 – VIADOTTO dal km 17+391 al km 17+431

Spalle: Relazione di calcolo

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

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I F 2 6	1 2	E	Z Z	CL	V I 0 1 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.01.0.4.001A.doc

n. Elab.:

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	<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>VI0104 001</td> <td>A</td> <td>2 di 163</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	2 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	2 di 163								

## INDICE

<b>1. GENERALITA'</b> .....	<b>6</b>
1.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	6
1.2 UNITÀ DI MISURA .....	8
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>9</b>
2.1 ELABORATI DI RIFERIMENTO .....	9
<b>3. MATERIALI</b> .....	<b>10</b>
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
<b>4. CARATTERIZZAZIONE E CRITERI DI PROGETTAZIONE GEOTECNICA</b> .....	<b>17</b>
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.
<b>5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO</b> .....	<b>18</b>
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 .....	26
<b>6. ANALISI DEI CARICHI</b> .....	<b>28</b>
6.1 CARICHI PROVENIENTI DALL'IMPALCATO .....	28
6.1.1 <i>Pesi permanenti strutturali e non strutturali</i> .....	28

<b>6.1.2</b>	<b>Carichi variabili sui marciapiedi.....</b>	<b>33</b>
<b>6.1.3</b>	<b>Carichi variabili da traffico.....</b>	<b>33</b>
6.1.3.1	Azioni da traffico ferroviario .....	33
6.1.3.2	Incremento dinamico .....	35
6.1.3.3	Contemporaneità dei treni sui binari.....	38
<b>6.1.4</b>	<b>Azioni orizzontali da avviamento / frenatura .....</b>	<b>38</b>
<b>6.1.5</b>	<b>Forza centrifuga.....</b>	<b>38</b>
<b>6.1.6</b>	<b>Serpeggio .....</b>	<b>41</b>
<b>6.1.7</b>	<b>Azioni parassite dei vincoli.....</b>	<b>42</b>
<b>6.1.8</b>	<b>Azioni da Vento .....</b>	<b>45</b>
<b>6.1.9</b>	<b>Azioni aerodinamiche indotte dal transito dei convogli .....</b>	<b>52</b>
<b>6.1.10</b>	<b>Tabelle riepilogo Scarichi impalcato .....</b>	<b>55</b>
<b>6.2</b>	<b>SPINTA DEL TERRENO DEL RILEVATO IN CONDIZIONI STATICHE.....</b>	<b>57</b>
<b>6.3</b>	<b>SPINTA DEL SOVRACCARICO ACCIDENTALE CONDIZIONI STATICHE .....</b>	<b>58</b>
<b>6.4</b>	<b>AZIONE SISMICA .....</b>	<b>59</b>
6.4.1	Azioni sismiche sulle Spalle.....	59
6.4.2	Sovrappinta sismica del terreno .....	61
<b>7.</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO .....</b>	<b>62</b>
<b>8.</b>	<b>CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI .....</b>	<b>66</b>
<b>8.1</b>	<b>VERIFICHE ALLO SLU .....</b>	<b>66</b>
8.1.1	Pressoflessione .....	66
8.1.2	Taglio.....	67
<b>8.2</b>	<b>VERIFICA SLE.....</b>	<b>69</b>
8.2.1	Verifiche alle tensioni .....	69
8.2.2	Verifiche a fessurazione.....	70
<b>9.</b>	<b>MODELLI DI CALCOLO .....</b>	<b>71</b>

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	<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>VI0104 001</td> <td>A</td> <td>4 di 163</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	4 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	4 di 163								

9.1	MODELLO FEM.....	71
9.2	MODELLO FEM FASI COSTRUTTIVE .....	76
10.	ANALISI E VERIFICA SPALLA MOBILE (S1).....	77
10.1	REAZIONI GLOBALI FASE FINALE .....	77
10.2	REAZIONI GLOBALI MODELLO DI PRIMA FASE .....	79
10.3	DIAGRAMMI DI SOLLECITAZIONE FASE FINALE .....	81
10.4	DIAGRAMMI DI SOLLECITAZIONE MODELLO DI PRIMA FASE .....	82
10.5	VERIFICHE A FLESSIONE E TAGLIO DEI MURI E DELLA FONDAZIONE.....	83
10.5.1	<i>Muro frontale</i> .....	84
10.5.2	<i>Paraghiaia</i> .....	89
10.5.3	<i>Muri andatori</i> .....	94
10.5.4	<i>Muri andatori interni</i> .....	97
10.5.5	<i>Muri andatori alti</i> .....	101
10.5.6	<i>Muri andatori interni alti</i> .....	105
10.5.7	<i>Plinto</i> .....	109
10.6	PALIFICATA.....	114
10.6.1	<i>Reazioni globali fase finale</i> .....	114
10.6.2	<i>Reazioni globali modello di prima fase</i> .....	115
11.	ANALISI E VERIFICA SPALLA FISSA (S2) .....	120
11.1	REAZIONI GLOBALI FASE FINALE .....	120
11.2	REAZIONI GLOBALI MODELLO DI PRIMA FASE .....	122
11.3	DIAGRAMMI DI SOLLECITAZIONE FASE FINALE .....	124
11.4	DIAGRAMMI DI SOLLECITAZIONE MODELLO DI PRIMA FASE .....	125
11.5	VERIFICHE A FLESSIONE E TAGLIO DEI MURI E DELLA FONDAZIONE.....	126
11.5.1	<i>Muro frontale</i> .....	127

<b>11.5.2</b>	<b>Paragliaia.....</b>	<b>132</b>
<b>11.5.3</b>	<b>Muri andatori .....</b>	<b>137</b>
<b>11.5.4</b>	<b>Muri andatori interni .....</b>	<b>140</b>
<b>11.5.5</b>	<b>Muri andatori alti.....</b>	<b>144</b>
<b>11.5.6</b>	<b>Muri andatori interni alti.....</b>	<b>148</b>
<b>11.5.7</b>	<b>Plinto .....</b>	<b>152</b>
<b>11.6</b>	<b>PALIFICATA.....</b>	<b>157</b>
<b>11.6.1</b>	<b>Reazioni globali fase finale.....</b>	<b>157</b>
<b>11.6.2</b>	<b>Reazioni globali modello di prima fase .....</b>	<b>158</b>

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0104 001	REV. A	FOGLIO 6 di 163

## 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 VI01, previsto sull'asse principale del tracciato di progetto, tra le pk 17+391.5 – 17+431.

### 1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto in esame è costituito da due campate aventi luce pari a 22.00 m e 17.50 m per una lunghezza complessiva di 39.5m.

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 mezzera 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 "S2" è la spalla fissa mentre quella indicata con "S1" è la spalla mobile.

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

Di seguitosi riportano alcune sezioni rappresentative delle sottostrutture:

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	7 di 163

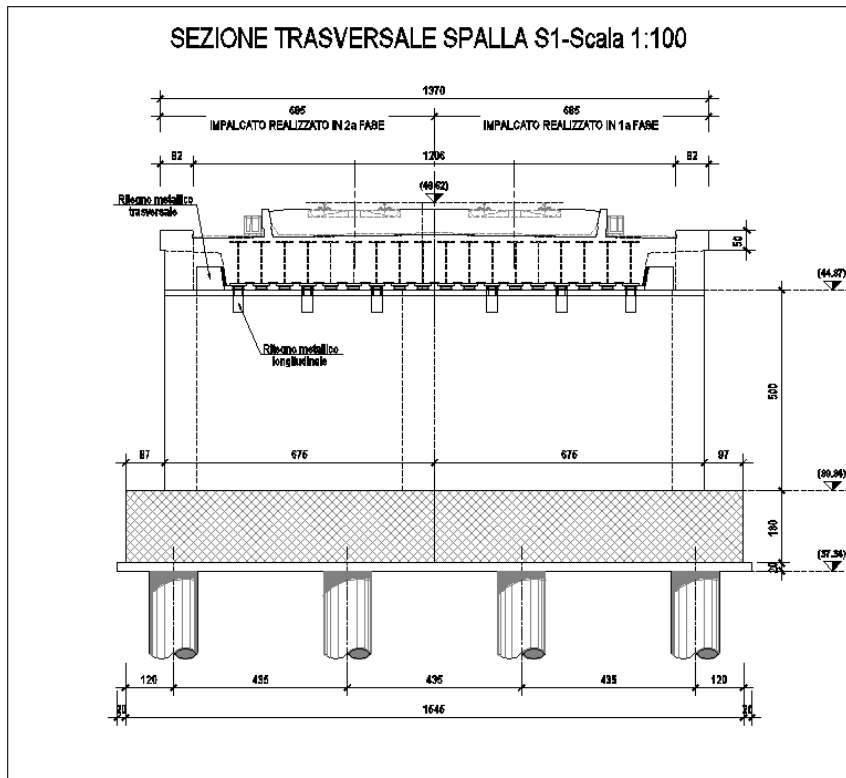


Figura 1 – Spalla S1

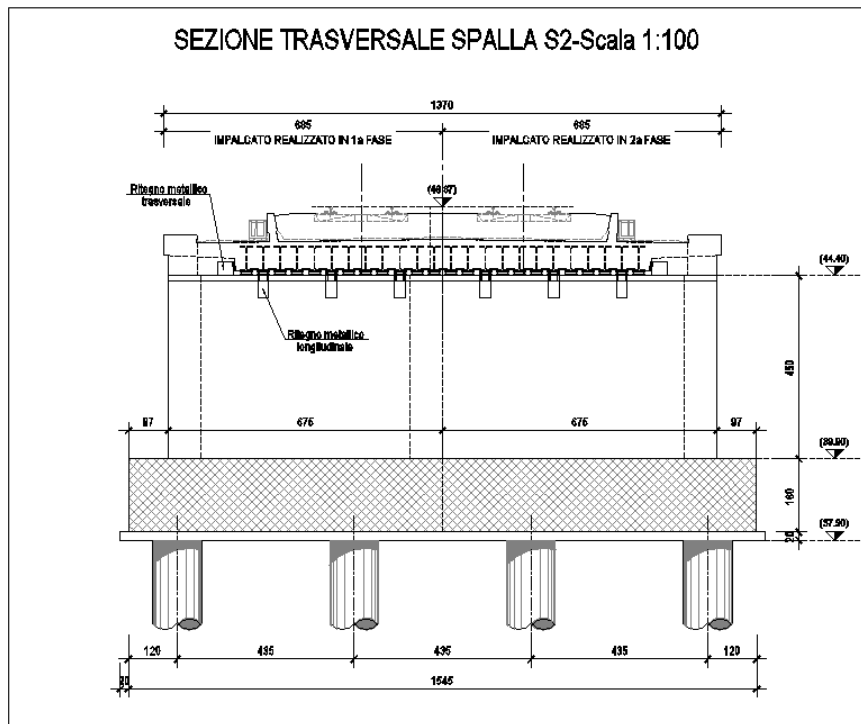


Figura 2 – Spalla S2

## 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/m<sup>2</sup>, kN/m<sup>3</sup>
- per le azioni di calcolo  $\Rightarrow$  kN, kNm
- per le tensioni  $\Rightarrow$  MPa



  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	<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>VI0104 001</td> <td>A</td> <td>9 di 163</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	9 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	9 di 163								

## 2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

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

- Rif. [1] Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni»
- Rif. [2] Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»
- Rif. [3] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE I / Aspetti Generali (RFI DTC SI MA IFS 001 A)
- Rif. [4] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 1 / Ambiente e Geologia (RFI DTC SI AG MA IFS 001 A – rev 30/12/2016)
- Rif. [5] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 2 / Ponti e Strutture ( RFI DTC SI PS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016 )
- Rif. [6] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 3 / Corpo Stradale (RFI DTC SI CS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [7] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 4 / Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [8] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 5 / Prescrizioni per i Marciapiedi e le Pensiline delle Stazioni Ferroviarie a servizio dei Viaggiatori (RFI DTC SI CS MA IFS 002 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [9] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 6 / Sagome e Profilo minimo degli ostacoli (RFI DTC SI CS MA IFS 003 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [10] Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea
- Rif. [11] Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- Rif. [12] UNI 11104: Calcestruzzo : Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

### 2.1 **Elaborati di riferimento**

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

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	10 di 163

### 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 classe di esposizione del calcestruzzo delle diversi 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 (%)
<b>1 Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	
<b>2 Corrosione indotta da carbonatazione</b> 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	
<b>3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b>						
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 (%)
<b>4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare</b>						
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	
<b>5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti *</b>						
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.	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
<b>6 Attacco chimico**</b>						
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.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF26</b>	LOTTO <b>12 E ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0104 001</b>	REV. <b>A</b>

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

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

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

<sup>1)</sup> 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.  
<sup>a)</sup> 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.  
<sup>b)</sup> Qualora la presenza di solfati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9156.

#### Classi di resistenza minima del calcestruzzo secondo UNI – 11104

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

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

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

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:

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

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

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

Resistenza a compressione cilindrica media:

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

Resistenza a trazione assiale:

**Spalle: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	12 di 163

$f_{ctm} = 2.56$  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<sup>-1</sup>

**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)

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0104 001	REV. A

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

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg: - -

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

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

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

Resistenza a compressione cilindrica media:

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

Resistenza a trazione assiale:

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

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

Resistenza a trazione per flessione:

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

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

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$$\gamma_c = \boxed{1.5}$$

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

Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:

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

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

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

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

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

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

Modulo di elasticità normale :

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

Modulo di elasticità tangenziale:

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

Modulo di Poisson:

$$\nu = \boxed{0.2}$$

□

Coefficiente di dilatazione lineare

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

Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	14 di 163

$$\eta = 1.00$$

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

*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:

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

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

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:

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0104 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.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	<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>VI0104 001</td> <td>A</td> <td>16 di 163</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	16 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	16 di 163								

### 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)*

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



  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	<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>VI0104 001</td> <td>A</td> <td>17 di 163</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	17 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	17 di 163								

#### 4. CARATTERIZZAZIONE E CRITERI DI PROGETTAZIONE GEOTECNICA

Il ponte ricade alle chilometriche 17+391.5 – 17+431 del tracciato di progetto dell'Asse Principale, nell'ambito del 1° Lotto Funzionale Frasso-Telese, individuato dalle pk 16+500 – 27+700.

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

VI01 - Relazione geotecnica di calcolo delle fondazioni	I	F	2	6	1	2	E	Z	Z	C	L	V	I	0	1	0	3	0	0	2	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0104 001	REV. A	FOGLIO 18 di 163

## 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).

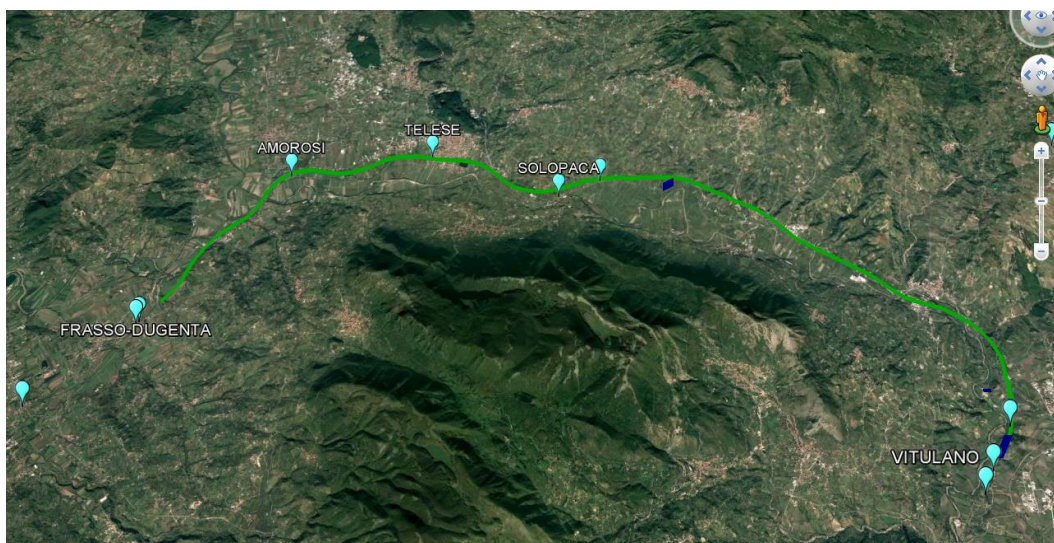


Figura 3 – Configurazione planimetrica tracciato

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)

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	<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>VI0104 001</td> <td>A</td> <td>19 di 163</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	19 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	19 di 163								

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	$\geq 100$

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

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0104 001	REV. A	FOGLIO 20 di 163

- 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:

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0104 001	REV. A	FOGLIO 21 di 163

- **ag/g**: accelerazione orizzontale relativa massima al suolo, su sito di riferimento rigido;
- **F<sub>o</sub>**: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- **T<sup>\*</sup><sub>c</sub>**: 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.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	<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>VI0104 001</td> <td>A</td> <td>22 di 163</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	22 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	22 di 163								

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

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

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

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0104 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)

<b>Località</b>	
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)

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF26</b>	LOTTO <b>12 E ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0104 001</b>	REV. <b>A</b>

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)

<b>Località</b>	
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)**



  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0104 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 : Ponte (BN)

<b>Località</b>	
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.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF26</td> <td style="text-align: center;">12 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">VI0104 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">26 di 163</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	26 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	26 di 163								

### 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:

**Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo**

Categoria	Descrizione
<b>A</b>	<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>B</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).
<b>C</b>	<i>Depositati 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).
<b>D</b>	<i>Depositati 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).
<b>E</b>	<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
<b>S1</b>	Depositati 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.
<b>S2</b>	Depositati 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:

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF26</b>	LOTTO <b>12 E ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0104 001</b>	REV. <b>A</b>

**Tabella 3.2.V – Espressioni di  $S_S$  e di  $C_C$**

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

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

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

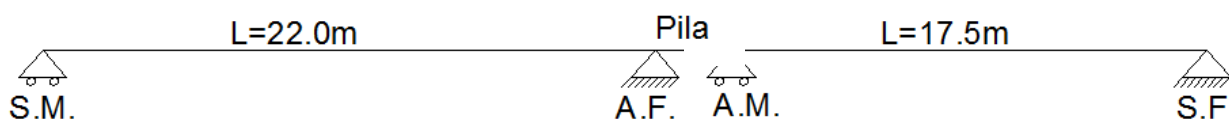
Per il caso in esame, come riportato all'interno della relazione geotecnica e di calcolo del lotto in esame (lotto1) (cod. elaborato IF0H02D 11CLGE0001004A), risulta una categoria di sottosuolo di tipo B e una classe Topografica T1.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF26</b>	LOTTO <b>12 E ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0104 001</b>	REV. <b>A</b>

## 6. ANALISI DEI CARICHI

### 6.1 Carichi provenienti dall'impalcato

Nota: Nel caso in esame per l'impalcato di luce  $L=17,5\text{m}$  gli scarichi su spalla mobile sono da intendersi come scarichi sull'appoggio mobile della pila, mentre per l'impalcato di luce  $L=22,0\text{m}$  gli scarichi sulla spalla fissa sono da intendersi come scarichi sull'appoggio fisso della pila. Ovvero:



S.M.=Spalla mobile

A.M.=Appoggio mobile Pile

S.F.=Spalla fissa

A.F.=Appoggio fisso Pile

#### 6.1.1 Pesi permanenti strutturali e non strutturali

- I pesi propri strutturali e non strutturali trasmessi dall'impalcato di luce  $L=17,5\text{m}$  sono riassunti qui di seguito:

#### G1 (Permanenti strutturali)

Impalcato :

$\gamma_{ca}$ =	25	KN/m <sup>3</sup>	
$\gamma_{tr}$ =	2.91	KN/m	(Peso a metro 1 travi HE900M)
$A_{ca}$ =	12.2	m <sup>2</sup>	(Area impalcato)
$A_{tr}$ =	0.04	m <sup>2</sup>	(Area travi)
n travi =	24	m <sup>3</sup>	(n° totale travi)
$A_{ca,netta}$ =	11.24	m <sup>2</sup>	(Area impalcato al netto delle travi)
<b>Tot G1 =</b>	<b>350.8</b>	KN/m	(peso complessivo struttura impalcato per metro in direzione longitudinale)

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
3069.85	0	0	0	0	Scarichi su spalla mobile
3069.85	0	0	0	0	Scarichi su spalla fissa

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	29 di 163

G2 (Permanenti non strutturali)

Ballast/Armamento

$\gamma_{armam} = 18 \text{ KN/m}^3$   
 $L = 8,20 \text{ m}$  (lunghezza complessiva trasversale)  
 $s = 0,80 \text{ m}$  (spessore)  
 $G2a = 118,1 \text{ KN/m}$  (peso complessivo armamento a metro lineare in direzione longitudinale)

Impermeabilizzazione e Massetto di protezione

$\gamma_{mass} = 21 \text{ KN/m}^3$   
 $L = 11,70 \text{ m}$  (lunghezza complessiva trasversale)  
 $s = 0,05 \text{ m}$  (spessore)  
 $G2b = 12,3 \text{ KN/m}$  (peso complessivo armamento a metro lineare in direzione longitudinale)

Canalette portacavi

$G2c = 5,0 \text{ KN/m}$  (peso complessivo canalette portacavi(n<sup>2</sup>) a metro lineare in direzione longitudinale)

Velette in c.a. a margine impalcato

$G2d = 3,0 \text{ KN/m}$  (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

$p_{barr} = 4,0 \text{ KN/m}^2$  (peso barriera a metro quadro)  
 $hb = 5,05 \text{ m}$  (Barriera H4)  
 $nb = 2$  ( n° barriere previste )  
 $G2e = 40,4 \text{ KN/m}$  (peso complessivo barriere antirumore a metro lineare in direzione longitudinale.)

$tot.G2 = 178,8 \text{ KN/m}$  (Carico permanente complessivo non strutturale per metro in direzione longitudinale)

N	ML	MT	TL	TT
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
1564,40	0	0	0	0
1564,40	0	0	0	0

Scarichi su appoggio mobile pila

Scarichi su Spalla Fissa

  	<p><b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b>  <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b>  <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b></p> <p><b>PROGETTO ESECUTIVO</b></p>												
<p><b>Spalle: Relazione di calcolo</b></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>VI0104 001</td> <td>A</td> <td>30 di 163</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	30 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	30 di 163								

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

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	31 di 163

G1 (Permanenti strutturali)

Impalcato :

$\gamma_{ca}$ =	25	KN/m <sup>3</sup>	
$\gamma_{tr}$ =	4,33	KN/m	(Peso a metro 1 travi HE1100M)
$A_{ca}$ =	14,3	m <sup>2</sup>	(Area impalcato)
$A_{tr}$ =	0,06	m <sup>2</sup>	(Area travi)
n travi =	17	m <sup>3</sup>	(n° totale travi)
$A_{ca,netta}$ =	13,28	m <sup>2</sup>	(Area impalcato al netto delle travi)

Tot G1 = 405,6 KN/m (peso complessivo struttura impalcato per metro in direzione longitudinale)

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
4461,71	0	0	0	0	Scarichi su spalla mobile
4461,71	0	0	0	0	Scarichi su spalla fissa

G2 (Permanenti non strutturali)

Ballast/Armamento

$\gamma_{armam}$ =	18	KN/m <sup>3</sup>	
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 <sup>3</sup>	
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<sup>2</sup>) 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	VI0104 001	A	32 di 163

**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<sup>2</sup> (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/m<sup>3</sup>) e il peso del terreno compreso tra i muri andatori.



  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF26</b>	LOTTO <b>12 E ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0104 001</b>	REV. <b>A</b>

### 6.1.2 Carichi variabili sui marciapiedi

$L_m = 1,75$  m (larghezza trasversale singolo marciapiede)  
 $q_{13} = 10,00$  KN/m<sup>2</sup> (carico variabile per unità di superficie zona marciapiedi)

**tot.Qm 1 = 17,5** KN/m (carico variabile sui marciapiedi per metro lineare longitudinale 1 marciapiede carico)  
**et(m) = 5,20** m eccentricità trasversale di calcolo

#### Qm1 (1 Marciapiedi carico)

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
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.Qm 2 = 35,0** KN/m (carico variabile sui marciapiedi per metro lineare longitudinale 2 marciapiedi carichi)  
**et(m) = 0,10** m eccentricità trasversale di calcolo

#### Qm2 (2 Marciapiedi carichi)

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
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.

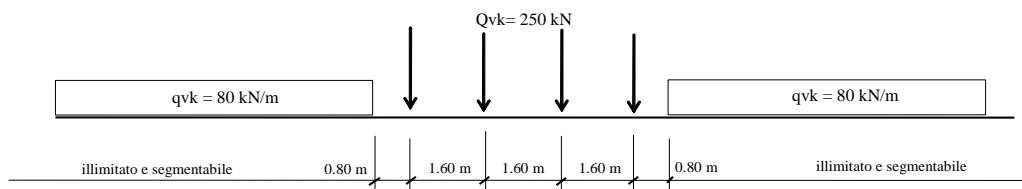
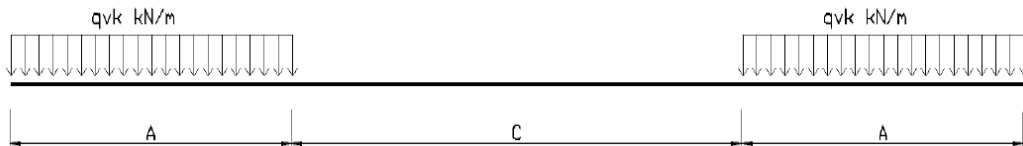


Figura 4 – Modello di carico LM71

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	34 di 163



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  $\alpha$ .

- Carichi variabili impalcato di luce  $L=17.5m$ :

LM71X1,1

Carico Equivalente Tagliante: 

152,1
-------

 KN/m  
Carico Equivalente flettente: 

141,6
-------

 KN/m

SW0X1,1

Carico Equivalente Tagliante: 

146,0
-------

 KN/m  
Carico Equivalente flettente: 

146,0
-------

 KN/m

SW2X1,0

Carico Equivalente Tagliante: 

153,0
-------

 KN/m  
Carico Equivalente flettente: 

153,0
-------

 KN/m

tot.Q1,1a = 

152,1
-------

 KN/m (Condizione 1 binari carichi con LM71)  
et(m) = 

2,08
------

 m (eccentricità trasversale rispetto al baricentro impalcato 2000+1435/18)

tot.Q1,1b = 

153,0
-------

 KN/m (Condizione 1 binari carichi con sw2)  
et(m) = 

2,08
------

 m (eccentricità trasversale rispetto al baricentro impalcato 2000+1435/18)

tot.Q1,2a = 

304,2
-------

 KN/m (Condizione 2 binari carichi con LM71)  
et(m) = 

0,08
------

 m (eccentricità trasversale rispetto al baricentro impalcato 1435/18)

tot.Q1,2b = 

305,1
-------

 KN/m (Condizione 1 binario carico con LM71+1 binario con SW2- gruppo carico 1/3)  
et(m) = 

0,08
------

 m (eccentricità trasversale rispetto al baricentro impalcato 1,435/18)

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0104 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 (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 = 

281,2
-------

 KN/m (Condizione 2 binari carichi con LM71) ▲  
 et(m) = 

0,08
------

 m (eccentricità trasversale rispetto al baricentro impalcato 1435/18)

tot.Q1,2b = 

293,6
-------

 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)

### 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  $L_\phi$  per questa tipologia di impalcato è proprio pari alla luce di progetto del ponte. Quindi considerando una linea con normale standard manutentivo, il coefficiente di incremento dinamico si calcola secondo l'espressione:

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

quindi:

- Coefficiente dinamico per impalcato di luce L=17.5m:  $\phi_3 = 1.29$
- Coefficiente dinamico per impalcato di luce L=22.0m:  $\phi_3 = 1.22$

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	36 di 163

In definitiva gli scarichi sulle sottostrutture sono pari a:

- Impalcato di luce L=17.5m

$$Q_{1,1a} \times \Phi 3 = \begin{matrix} 195,8 \\ 2,08 \end{matrix} \begin{matrix} \text{KN/m} \\ \text{m} \end{matrix}$$

Q1,1a (1 LM71)

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
1713,53	0	3564,13	0	0	Scarichi su spalla mobile
1713,53	0	3564,13	0	0	Scarichi su spalla fissa

$$Q_{1,1b} \times \Phi 3 = \begin{matrix} 197,0 \\ 2,08 \end{matrix} \begin{matrix} \text{KN/m} \\ \text{m} \end{matrix}$$

Q1,1b (1 sw2)

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
1723,67	0	3585,22	0	0	Scarichi su spalla mobile
1723,67	0	3585,22	0	0	Scarichi su spalla fissa

$$Q_{1,2a} \times \Phi 3 = \begin{matrix} 391,66 \\ 0,08 \end{matrix} \begin{matrix} \\ \text{m} \end{matrix}$$

Q1,2a (2 LM71)

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
3427,05	0	274,16	0	0	Scarichi su spalla mobile
3427,05	0	274,16	0	0	Scarichi su spalla fissa

$$Q_{1,2b} \times \Phi 3 = \begin{matrix} 392,8 \\ 0,08 \end{matrix} \begin{matrix} \text{KN/m} \\ \text{m} \end{matrix} \quad \text{Eccentricità LM71 (rispetto asse binario)}$$

Q1,2b (1 LM71 + 1 SW2)

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
3437,19	0	274,98	0	0	Scarichi su spalla mobile
3437,19	0	274,98	0	0	Scarichi su spalla fissa

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	37 di 163

- Impalcato di luce L=22.0m

$$Q_{1,1a} \times \Phi 3 = \begin{matrix} 171,8 \\ 2,08 \end{matrix} \begin{matrix} \text{KN/m} \\ \text{m} \end{matrix}$$

Q1,1a (1 LM71)

N	ML	MT	TL	TT
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
1889,39	0	3929,92	0	0
1889,39	0	3929,92	0	0

Scarichi su spalla mobile

Scarichi su spalla fissa

$$Q_{1,1b} \times \Phi 3 = \begin{matrix} 186,9 \\ 2,08 \end{matrix} \begin{matrix} \text{KN/m} \\ \text{m} \end{matrix}$$

Q1,1b (1 sw2)

N	ML	MT	TL	TT
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
2056,02	0	4276,52	0	0
2056,02	0	4276,52	0	0

Scarichi su spalla mobile

Scarichi su spalla fissa

$$Q_{1,2a} \times \Phi 3 = \begin{matrix} 343,52 \\ 0,08 \end{matrix} \begin{matrix} \\ \text{m} \end{matrix}$$

Q1,2a (2 LM71)

N	ML	MT	TL	TT
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
3778,77	0	302,30	0	0
3778,77	0	302,30	0	0

Scarichi su spalla mobile

Scarichi su spalla fissa

$$Q_{1,2b} \times \Phi 3 = \begin{matrix} 358,7 \\ 0,08 \end{matrix} \begin{matrix} \text{KN/m} \\ \text{m} \end{matrix}$$

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
3945,40	0	315,63	0	0

Scarichi su spalla mobile

Scarichi su spalla fissa

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	<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>VI0104 001</td> <td>A</td> <td>38 di 163</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	38 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	38 di 163								

### 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  $\alpha$ , 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  $R = 1600$  m ed i rispettivi coefficienti di adattamento  $\alpha$ . Pertanto si ha:

- Impalcato di luce  $L=17.5$ m

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	39 di 163

### Qc(Centrifuga)

V =	160,0	Km/h	Velocità di progetto
Lf =	17,5	m	lunghezza totale di binario da considerare caricata

Caso 1 : LM71

v =	33,3	m/sec	Velocità di calcolo
$\alpha$ =	1,1		
f =	1,0	m	
R =	1600,0	m	
qvk =	152,1		
qtk =	10,8	KN/m	
ev(m) =	3,95	m	(eccentricità verticale rispetto testa muro frontale)

1 LM71 (Qc1a)				
N	ML	MT	TL	TT
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
0,00	0,0	372,1	0,0	94,2
0,00	0,0	372,1	0,0	94,2

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	744,3	0,0	188,4
0,00	0,0	744,3	0,0	188,4

Scarichi su spalla mobile  
Scarichi su spalla fissa

Caso 2 : SW2

v =	27,8	m/sec	Velocità di calcolo
$\alpha$ =	1,0		
f =	1,0	m	
R =	1600,0	m	
qvk =	153,0		
qtk =	7,5	KN/m	
ev(m) =	3,95	m	(eccentricità verticale rispetto testa muro frontale)

1 SW2 (Qc2)				
N	ML	MT	TL	TT
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
0,00	0,0	260,0	0,0	65,8
0,00	0,0	260,0	0,0	65,8

Scarichi su spalla mobile  
Scarichi su spalla fissa

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	40 di 163

- 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



  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0104 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  $\alpha$ .

- Impalcato di luce L=17.5m

#### QS1 ( 1 TRENO)

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
0,00	0,0	236,5	0,0	110,0	Scarichi su spalla mobile
0,00	0,0	236,5	0,0	110,0	Scarichi su spalla fissa

#### QS2 ( 2 TRENI)

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
0,00	0,0	473,0	0,0	220,0	Scarichi su spalla mobile
0,00	0,0	473,0	0,0	220,0	Scarichi su spalla fissa

- 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

I  
n  
C

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	<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>VI0104 001</td> <td>A</td> <td>42 di 163</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	42 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	42 di 163								

### 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  $L=17.5m$

$$f = 0,04$$

$V_{g1}$ (KN)	$V_{g2}$ (KN)
3069,85	1564,40

$V_{Q1-1a}$ (KN)	$V_{Q1-1b}$ (KN)	$V_{Q1-2a}$ (KN)	$V_{Q1-2b}$ (KN)	$V_{Qm1}$ (KN)	$V_{Qm2}$ (KN)
(1LM71)	(1SW2)	(2LM71)	(1LM71+SW2)	1 marciapiedi	2 marciapiedi
1713,53	1723,67	3427,05	3437,19	153,13	306,25

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	43 di 163

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

TL	260,04	KN	SLE
TL	366,37	KN	SLU
TL	199,08	KN	SISMA

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

TL	260,44	KN	SLE
TL	366,96	KN	SLU
TL	199,16	KN	SISMA

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

TL	334,70	KN	SLE
TL	473,11	KN	SLU
TL	212,79	KN	SISMA

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

TL	335,11	KN	SLE
TL	473,69	KN	SLU
TL	212,87	KN	SISMA

- 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

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	44 di 163

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  $V_g$  e  $V_q$  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

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0104 001	REV. A	FOGLIO 45 di 163

### 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);

$\rho$  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:

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	<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>VI0104 001</td> <td>A</td> <td>46 di 163</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	46 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	46 di 163								

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

con:

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

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

Sito di Riferimento : Campania (Zona 3)

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

e quindi:

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

#### Coefficiente di forma - cp

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

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

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

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

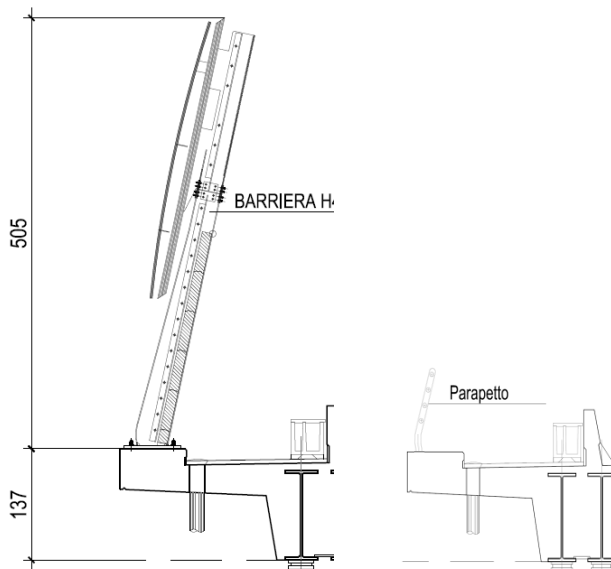
$$d_{tot} (2a) = 1.37 + 5.05 = 6.42\text{m} \quad (\text{Ponte con convoglio o Barriera antirumore su un solo lato})$$

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

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	47 di 163

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

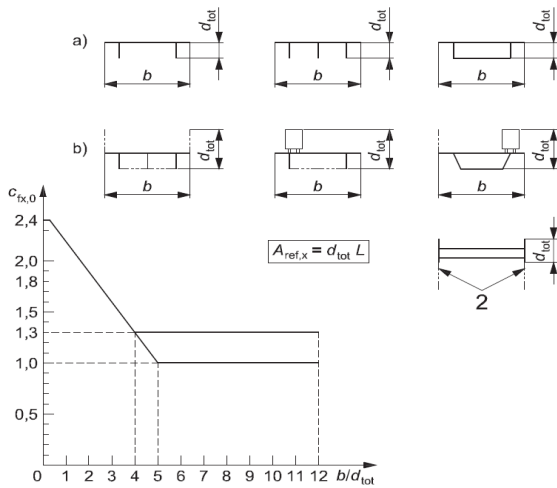


e quindi:

LUCE IMPALCATO	$A_{TOT,1}$	$A_{TOT,2a}$	$A_{TOT,2b}$
17.5	$17.5 \times 1.97 \cong 34.5 \text{ m}^2$	$17.5 \times 6.42 \cong 112.3 \text{ m}^2$	$17.5 \times 11.47 \cong 200.7 \text{ m}^2$
22.0	$22.0 \times 1.97 \cong 44 \text{ m}^2$	$22.0 \times 6.42 \cong 142 \text{ m}^2$	$22.0 \times 11.47 \cong 253 \text{ m}^2$

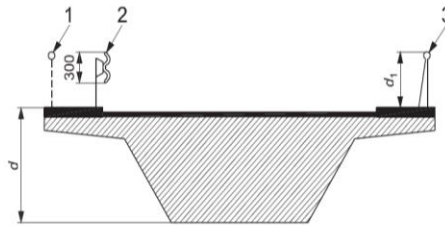
Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	48 di 163



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
$C_{p1}$ :	<b>1,30</b> 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



  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0104 001	REV. A

**C<sub>p2a</sub> : 1,90 coefficiente di forma**

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

**d<sub>tot</sub> (m)**      11.47    altezza totale di impatto  
**b (m)**            13,7    larghezza totale dell'impalcato  
**b/d<sub>tot</sub> (-)**        1,20  
**C<sub>p2b</sub> :**            **2,20 coefficiente di forma**

Coefficiente di esposizione – c<sub>e</sub>

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

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

dove

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

$c_t$  è il coefficiente di topografia.

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

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

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

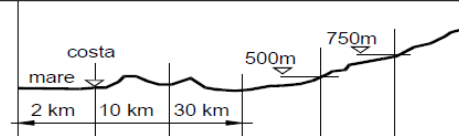
  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF26</b>	LOTTO <b>12 E ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0104 001</b>	REV. <b>A</b>

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						
						
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

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	<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>VI0104 001</td> <td>A</td> <td>51 di 163</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	51 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	51 di 163								

### Coefficiente dinamico - cd

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

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

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

- Impalcato di luce L=17.5m

N	ML	MT	TL	TT
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
<b>0.00</b>	<b>0.0</b>	<b>753.0</b>	<b>0.0</b>	<b>221.0</b>

- Impalcato di luce L=22.0m

N	ML	MT	TL	TT
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
<b>0.00</b>	<b>0.0</b>	<b>952.0</b>	<b>0.0</b>	<b>279.0</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	52 di 163

### 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".

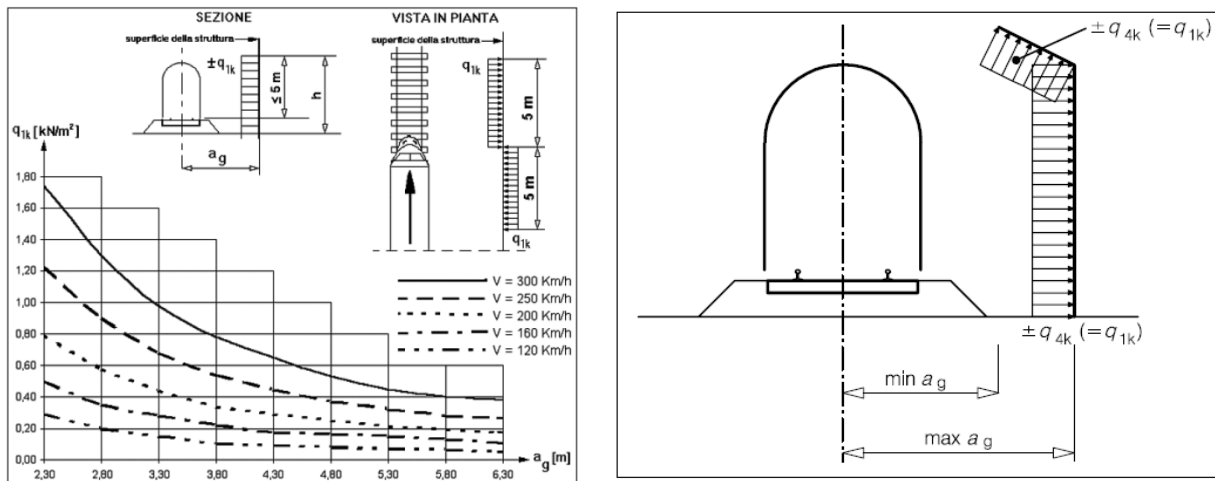


Figura 6 – Valori caratteristici delle azioni e definizione della distanza minima e massima della barriera dal convoglio [NTC – Fig. 5.2.8 e 5.2.11]

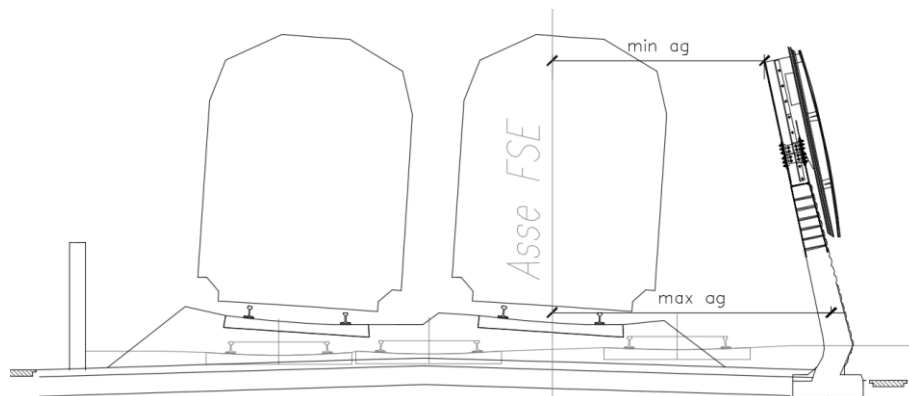


Figura 7 – Criterio di valutazione della distanza minima e massima del convoglio dalla barriera per i casi in esame

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	VI0104 001	A	53 di 163

- Impalcato L=17.5m

dmed = 4,00m

V= 160 Km/h

dal grafico :

qaK=	0,20	KN/m2	
Lb =	17,50	m	lunghezza barriera
hb=	5,05	m	altezza barriera
Yb=	1,50	m	altezza base barriera da testa muro frontale
ygb=	4,03	m	baricentro barriera da testa muro frontale

**Qae1 - Caso di 1 treni**

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
0,00	0,0	35,6	0,0	8,8	Scarichi su spalla mobile
0,00	0,0	35,6	0,0	8,8	Scarichi su spalla fissa

**Qae2 - Caso di 2 treni contemporanei (pressione + depressione)**

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
0,00	0,0	71,2	0,0	17,7	Scarichi su spalla mobile
0,00	0,0	71,2	0,0	17,7	Scarichi su spalla fissa

- Impalcato L=22.0m

**Spalle: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	54 di 163

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 treno**

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

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	55 di 163

### 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	<b>G1</b>	3069.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Permanenti NON strutturali	<b>G2</b>	1564.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Traffico - 1LM71	<b>Q1,1a</b>	1713.5	0.0	3564.1	0.0	0.0
Traffico - 1SW2	<b>Q1,1b</b>	1723.7	0.0	3585.2	0.0	0.0
Traffico - 2 LM71	<b>Q1,2a</b>	3427.1	0.0	274.2	0.0	0.0
Traffico - 1 LM72 + 1 SW2	<b>Q1,2b</b>	3437.2	0.0	275.0	0.0	0.0
Carico variabile 1 Marciapiede	<b>Qm1</b>	153.1	0.0	796.3	0.0	0.0
Carico variabile 2 Marciapiedi	<b>Qm2</b>	306.3	0.0	30.6	0.0	0.0
Carico Avviamento	<b>Qa</b>	82.3	0.0	0.0	635.3	0.0
Frenatura LM71	<b>Qf1</b>	49.9	0.0	0.0	385.0	0.0
Frenatura SW2	<b>Qf2</b>	79.3	0.0	0.0	612.5	0.0
Centrifuga 1 LM71	<b>Qc1a</b>	0.0	0.0	372.1	0.0	94.2
Centrifuga 2 LM71	<b>Qc1b</b>	0.0	0.0	744.3	0.0	188.4
Centrifuga SW2	<b>Qc2</b>	0.0	0.0	260.0	0.0	65.8
Serpeggio 1 treno	<b>QS1</b>	0.0	0.0	236.5	0.0	110.0
Serpeggio 2 treni	<b>QS2</b>	0.0	0.0	473.0	0.0	220.0
Vento	<b>Qw</b>	0.0	0.0	753.0	0.0	221.0
Azioni aerodinamiche 1 treno	<b>Qae1</b>	0.0	0.0	35.6	0.0	8.8
Azioni aerodinamiche 2 treni	<b>Qae2</b>	0.0	0.0	71.2	0.0	17.7
Sisma Long con 2 LM71	<b>Ex</b>	302.6	0.0	0.0	3288.5	0.0
Sisma Trasv con 2 LM71	<b>Ey</b>	0.0	0.0	2511.9	0.0	1644.3
Sisma Vert con 2 LM71	<b>Ez</b>	822.2	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 1 – Sollecitazioni trasmesse dall'impalcato alle sottostrutture (SPALLA FISSA "S2")

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	56 di 163

RIEPILOGO SCARICHI 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	<b>G1</b>	4492.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Permanenti NON strutturali	<b>G2</b>	1966.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Traffico - 1LM71	<b>Q1,1a</b>	1889.4	0.0	3929.9	0.0	0.0
Traffico - 1SW2	<b>Q1,1b</b>	2056.0	0.0	4276.5	0.0	0.0
Traffico - 2 LM71	<b>Q1,2a</b>	3778.8	0.0	302.3	0.0	0.0
Traffico - 1 LM72 + 1 SW2	<b>Q1,2b</b>	3778.8	0.0	302.3	0.0	0.0
Carico variabile 1 Marciapiede	<b>Qm1</b>	192.5	0.0	1001.0	0.0	0.0
Carico variabile 2 Marciapiedi	<b>Qm2</b>	385.0	0.0	38.5	0.0	0.0
Carico Avviamento	<b>Qa</b>	88.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Frenatura LM71	<b>Qf1</b>	53.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Frenatura SW2	<b>Qf2</b>	85.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Centrifuga 1 LM71	<b>Qc1a</b>	0.0	0.0	454.4	0.0	109.5
Centrifuga 2 LM71	<b>Qc1b</b>	0.0	0.0	908.7	0.0	219.0
Centrifuga SW2	<b>Qc2</b>	0.0	0.0	343.4	0.0	82.7
Serpeggio 1 treno	<b>QS1</b>	0.0	0.0	258.5	0.0	110.0
Serpeggio 2 treni	<b>QS2</b>	0.0	0.0	517.0	0.0	220.0
Vento	<b>Qw</b>	0.0	0.0	952.0	0.0	279.0
Azioni aerodinamiche 1 treno	<b>Qae1</b>	0.0	0.0	47.0	0.0	11.1
Azioni aerodinamiche 2 treni	<b>Qae2</b>	0.0	0.0	94.0	0.0	22.2
Sisma Long con 2 LM71	<b>Ex</b>	332.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma Trasv con 2 LM71	<b>Ey</b>	0.0	0.0	3503.5	0.0	2220.6
Sisma Vert con 2 LM71	<b>Ez</b>	1110.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Azioni Parassite dei vincoli	<b>QP</b>	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 "S1")

Dove:

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



	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0104 001	REV. A	FOGLIO 57 di 163

## 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:

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

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

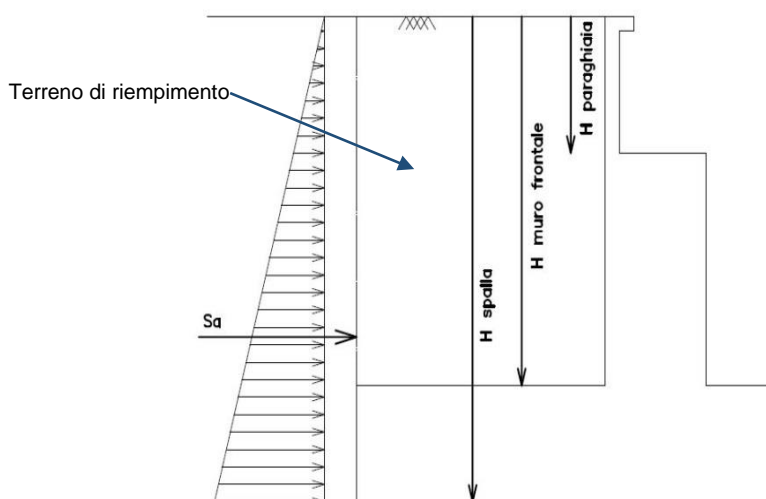


Figura 8: Spinta statica terreno di rinterro

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

<b>Parametri Geotecnici Terreno di riempimento</b>		
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$c'$ [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	VI0104 001	A	58 di 163

### 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  $H/2$ .

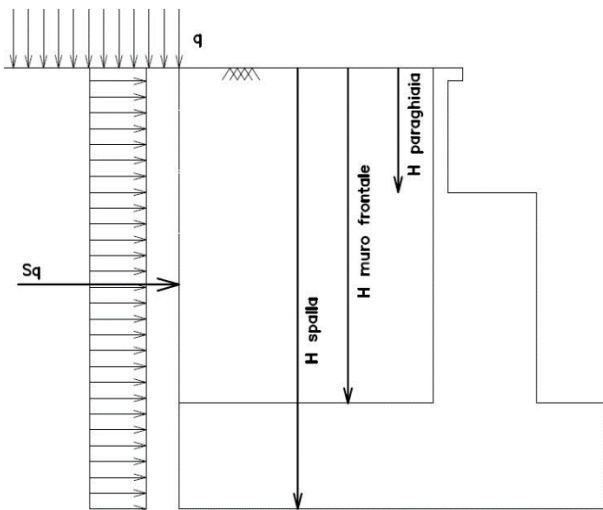


Figura 9: Spinta statica sovraccarico accidentale

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0104 001	REV. A	FOGLIO 59 di 163

## 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  $\beta_m$  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  $\beta_m$  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.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF26</td> <td style="text-align: center;">12 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">VI0104 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">60 di 163</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	60 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	60 di 163								

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

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_m$	$\beta_m$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	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  $\beta_m$ , 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 rigidità sia del sistema di fondazione che della parte in elevazione, è interessata da spostamenti trascurabili durante l'evento sismico) un valore del coefficiente  $\beta_m$  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.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0104 001	REV. A	FOGLIO 61 di 163

#### 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.

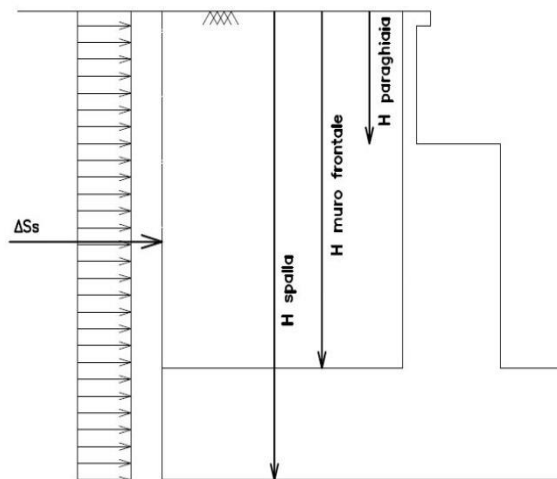


Figura 11: Incremento di spinta sismica

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.

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

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

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0104 001	REV. A	FOGLIO 62 di 163

## 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 omissi 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 ( $\gamma$ ) e di partecipazione ( $\psi$ ) è stata effettuata seguendo a riguardo le specifiche di cui al paragrafo 5.2.3 del DM 14.01.08

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0104 001	REV. A

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:

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	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 <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	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 <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 <sup>(5)</sup>	0,20 <sup>(5)</sup>
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(6)</sup>	1,00 <sup>(7)</sup>	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> 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.  
<sup>(3)</sup> Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.  
<sup>(4)</sup> Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.  
<sup>(5)</sup> Aliquota di carico da traffico da considerare.  
<sup>(6)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(7)</sup> 1,20 per effetti locali

Azioni		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	gr2	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	-
	gr3	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	gr4	1,00	1,00 <sup>(1)</sup>	0,0
Azioni del vento	F <sub>Wk</sub>	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 <sub>k</sub>	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  $\psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF26</td> <td style="text-align: center;">12 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">VI0104 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">64 di 163</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	64 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	64 di 163								

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

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

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

<sup>(2)</sup> 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  
<sup>(1)</sup> Includendo tutti i fattori ad essi relativi ( $\Phi, \alpha$ , ecc.)  
<sup>(2)</sup> 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	VI0104 001	A	65 di 163

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

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0104 001	REV. A

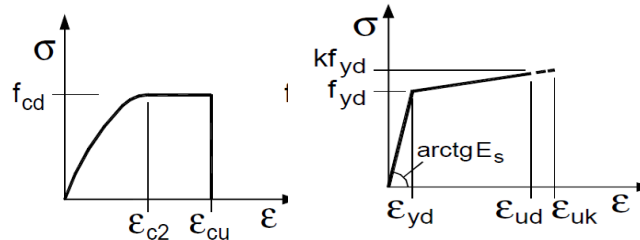
## 8. CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI

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.

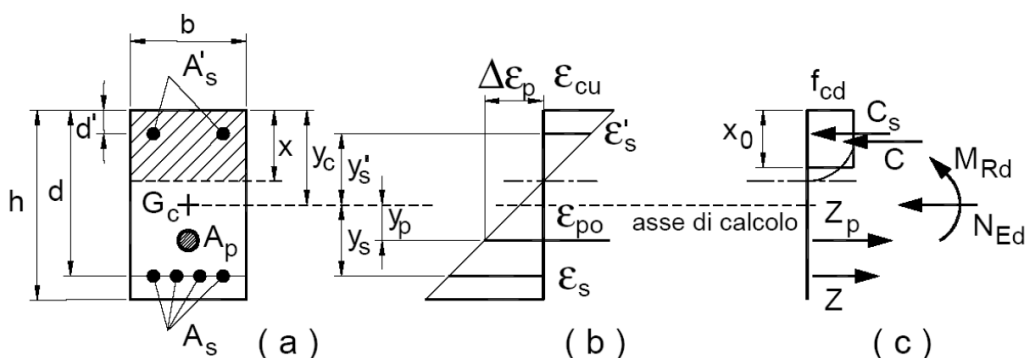
### 8.1 VERIFICHE ALLO SLU

#### 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:

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	<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>VI0104 001</td> <td>A</td> <td>67 di 163</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	67 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	67 di 163								

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

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:

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

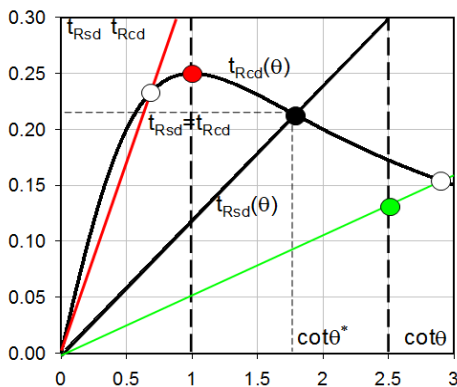
Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto al punto 4.1.2.1.3 delle

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	68 di 163

NTC08, considerando ai fini delle verifiche, un angolo  $\theta$  di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione.

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



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

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

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

(  $\theta^*$  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

$\alpha_c$	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 $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

$\omega_{sw}$  : Percentuale meccanica di armatura trasversale.

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

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	<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>VI0104 001</td> <td>A</td> <td>69 di 163</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	69 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	69 di 163								

## 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  $0,75 f_{yk}$ .

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	<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>VI0104 001</td> <td>A</td> <td>70 di 163</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	70 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	70 di 163								

### 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  $\delta_f$  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:

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	<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>VI0104 001</td> <td>A</td> <td>71 di 163</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	71 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	71 di 163								

## 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).

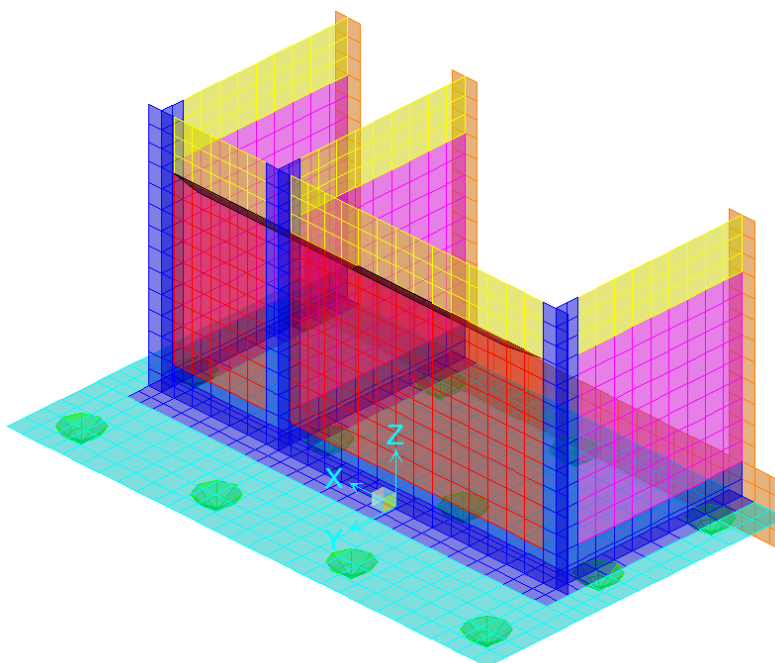


Figura 12 - Modello di calcolo, vista assonometrica

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.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	72 di 163

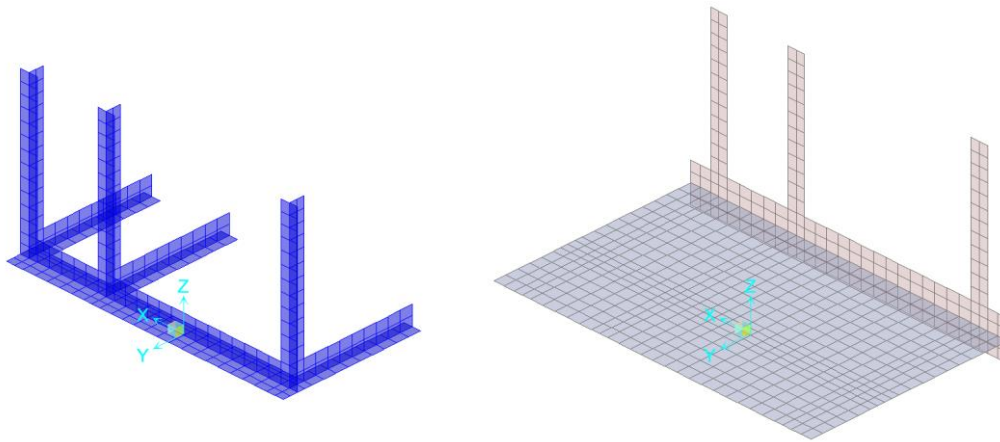


Figura 13 - Modello di calcolo: intersezioni carpenteria (sx), elementi fittizi verticali (dx)

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

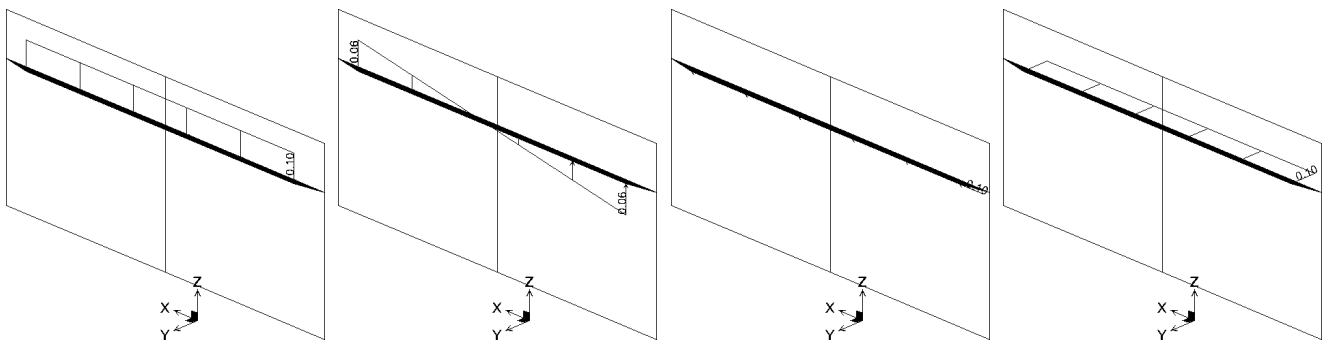


Figura 14 - Modello di calcolo: elementi fittizi per applicazione dei carichi derivanti dall'impalcato: N, MT, VT, VL

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

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



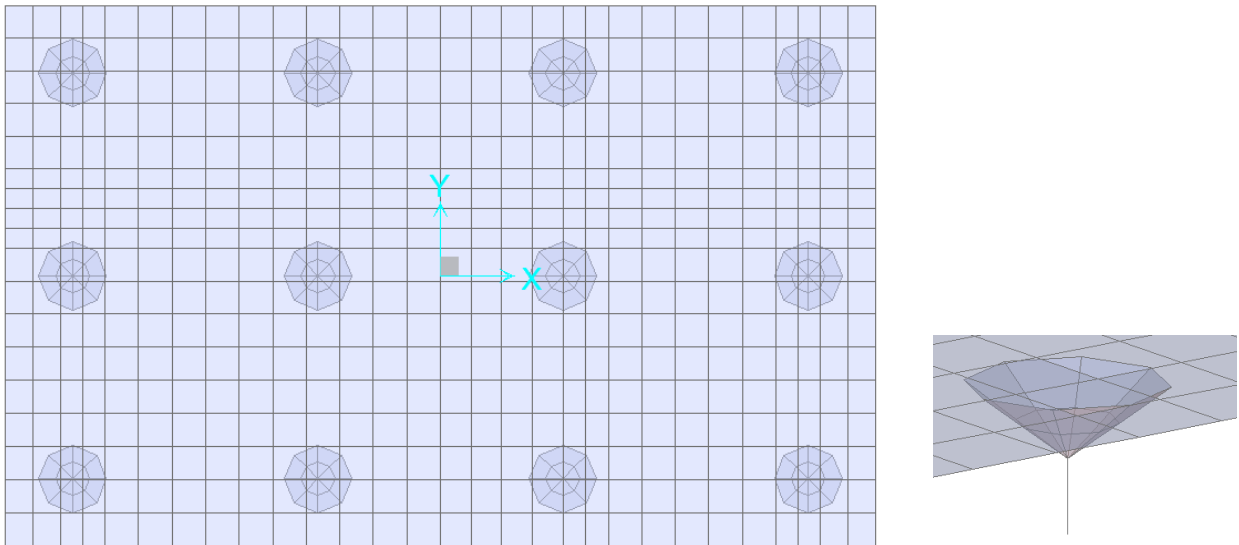
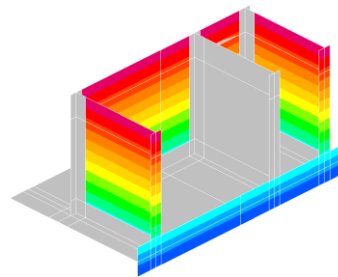
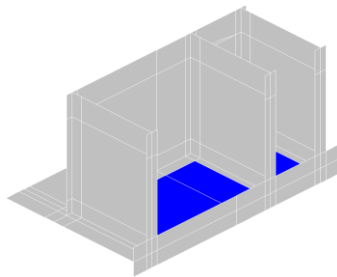


Figura 15 - Modello di calcolo: pali e vincoli

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

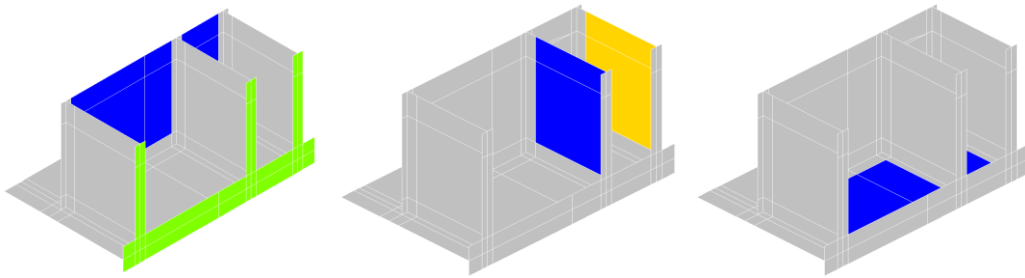
- SP\_Gk1 peso proprio della spalla
- SP\_Elong, SP\_Etrasv, SP\_Evert inerzie sismiche della carpenteria della spalla
- SP\_Gk2, SP\_Gk2\_h peso proprio del rinterro e spinta orizzontale sui muri



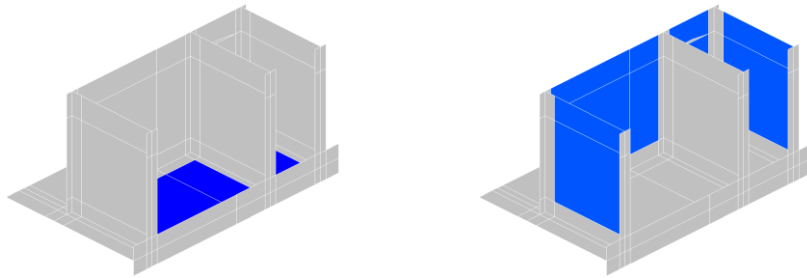
- SP\_Gk2\_Elong, SP\_Gk2\_Etrasv, SP\_Gk2\_Evert inerzia sismica del rinterro

Spalle: Relazione di calcolo

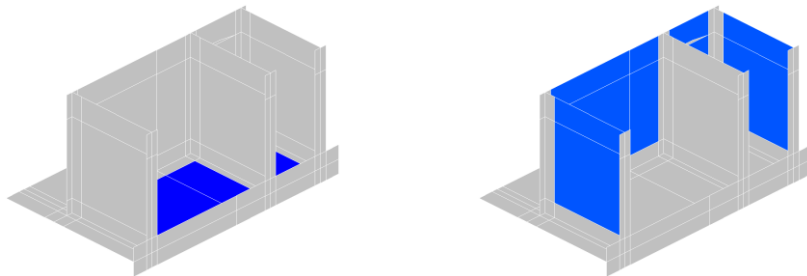
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	74 di 163



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



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).

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	VI0104 001	A	75 di 163

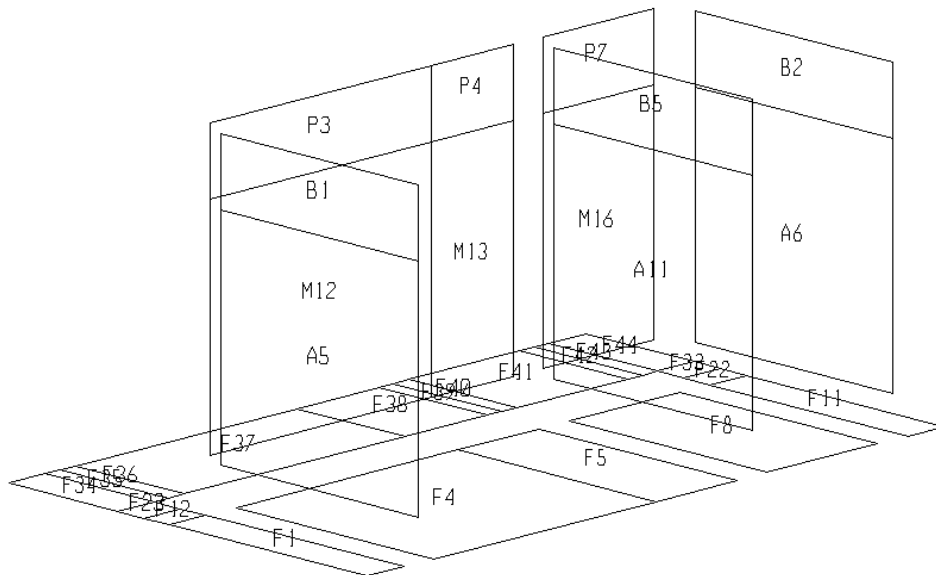


Figura 16 - Modello di calcolo: numerazione elementi

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0104 001	REV. A	FOGLIO 76 di 163

## 9.2 Modello FEM fasi costruttive

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

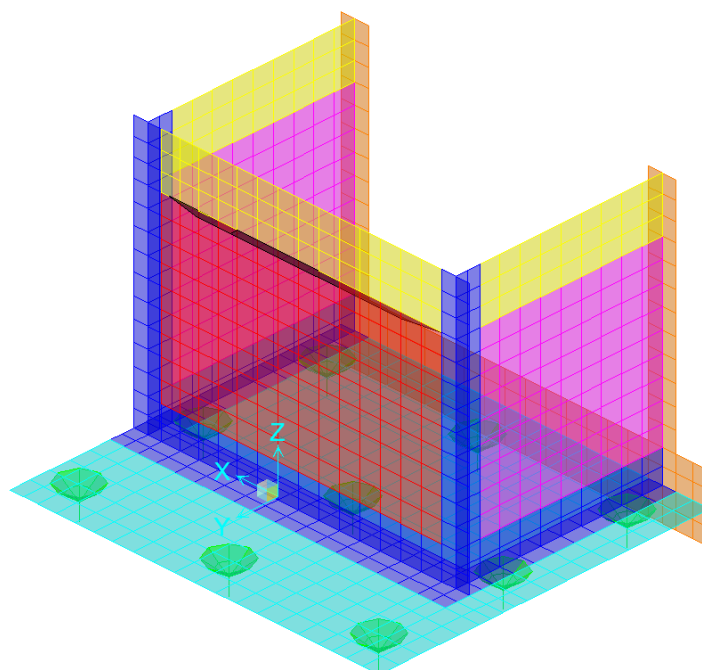


Figura 17 - Modello di calcolo, vista assometrica

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

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

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

Durando le fasi di esercizio provvisorio (transitorio di completamento dell'opera) meno di due anni, si omette l'azione sismica nelle verifiche relative al modello della fase iniziale.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	77 di 163

## 10. ANALISI E VERIFICA SPALLA MOBILE (S1)

### 10.1 Reazioni globali fase finale

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

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI							
Condizione		N	ML	MT	TL	TT	
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
CARICHI ELEMENTARI IMPALCATO	Permanenti strutturali	G1	4492.8	7511.9	0.0	-179.7	0.0
	Permanenti NON strutturali	G2	1966.7	3288.3	0.0	-78.7	0.0
	Traffico - 1LM71	Q1,1a	1889.4	3159.0	-3929.9	-75.6	0.0
	Traffico - 1SW2	Q1,1b	2056.0	3437.6	-4276.5	-82.2	0.0
	Traffico - 2 LM71	Q1,2a	3778.8	6318.1	-302.3	-151.1	0.0
	Traffico - 1 LM72 + 1 SW2	Q1,2b	3778.8	6318.1	-302.3	-151.1	0.0
	Carico variabile 1 Marciapiede	Qm1	192.5	321.9	-1001.0	-7.7	0.0
	Carico variabile 2 Marciapiedi	Qm2	385.0	643.7	-38.5	-15.4	0.0
	Carico Avviamento	Qa	88.9	124.5	0.0	0.0	0.0
	Frenatura LM71	Qf1	53.9	75.5	0.0	0.0	0.0
	Frenatura SW2	Qf2	85.8	120.1	0.0	0.0	0.0
	Centrifuga 1 LM71	Qc1a	0.0	0.0	-1199.0	0.0	-109.5
	Centrifuga 2 LM71	Qc1b	0.0	0.0	-2397.9	0.0	-219.0
	Centrifuga SW2	Qc2	0.0	0.0	-905.8	0.0	-82.7
	Serpeggio 1 treno	QS1	0.0	0.0	-1006.5	0.0	-110.0
	Serpeggio 2 treni	QS2	0.0	0.0	-2013.0	0.0	-220.0
	Vento	Qw	0.0	0.0	-2849.2	0.0	-279.0
	Azioni aerodinamiche 1 treno	Qae1	0.0	0.0	-122.5	0.0	-11.1
	Azioni aerodinamiche 2 treni	Qae2	0.0	0.0	-245.0	0.0	-22.2
	Sisma Long con 2 LM71	Elong	332.1	464.9	0.0	0.0	0.0
Sisma Trasv con 2 LM71	Etrasv	0.0	0.0	-18603.2	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	VI0104 001	A	78 di 163

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

CONDIZIONE	SPALLA	CONDIZIONE	N	ML	MT	TL	TT
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
			p.p. spalla	SP_Gk1	11254.5	-1259.1	-1734.1
spalla sisma long	SP_Elong	0.0	8737.2	0.0	-3545.0	0.0	
spalla sisma trasv	SP_Etrasv	0.0	0.0	-8737.4	0.0	-3545.2	
spalla sisma vert	SP_Evert	1767.0	-197.7	-272.3	0.0	0.0	
p.p. rinterro	SP_Gk2	7636.1	-16417.7	1419.9	0.0	0.0	
rinterro spinta esercizio	SP_Gk2_h	0.0	9503.8	0.0	-3632.3	0.0	
rinterro sisma long	SP_Gk2_Elong	-0.1	36481.3	0.1	-8422.7	0.0	
rinterro sisma trasv	SP_Gk2_Etrasv	0.0	0.0	-12992.4	0.0	-2575.3	
rinterro sisma vert	SP_Gk2_Evert	2402.6	-5165.6	446.8	0.0	0.0	
permanente	SP_Gk3	847.2	-1821.4	157.5	0.0	0.0	
permanente spinta esercizio	SP_Gk3_h	0.0	2009.8	0.0	-398.4	0.0	
accidentale	SP_Qk	2941.5	-6324.2	547.0	0.0	0.0	
accidentale spinta esercizio	SP_Qk_h	0.0	6985.2	0.0	-1384.5	0.0	

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

CONDIZIONE	COMBINAZIONI DI CARICO	CONDIZIONE	N	ML	MT	TL	TT
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
SLE-rara	01_SLE1	33296.9	10409.6	-6308.0	-5837.0	-628.6	
	02_SLE2	33400.2	10554.2	-3833.5	-5837.0	-384.6	
	03_SLE3	31226.6	6955.3	-8377.7	-5755.3	-398.0	
	04_SLE4	31393.2	7233.9	-8431.1	-5761.9	-371.2	
SLE-frequente	05_SLS1	30457.0	7372.0	-2821.7	-5217.8	-276.7	
	06_SLS2	30519.0	7458.8	-1337.0	-5217.8	-130.3	
	07_SLS3	30220.7	6127.4	-5365.9	-5462.0	-184.5	
	08_SLS4	30354.0	6350.2	-5408.6	-5467.4	-163.0	
SLU	09_SLU1	47243.7	14322.5	-6417.1	-8651.8	-668.7	
	10_SLU2	47393.5	14532.2	-2829.1	-8651.8	-314.9	
	11_SLU3	44234.0	9300.9	-9456.7	-8533.0	-334.3	
	12_SLU4	44475.6	9704.8	-9534.1	-8542.6	-295.5	
SLV	13_SLV1	29457.2	48752.1	-12155.0	-16563.8	-2502.3	
	14_SLV2	29224.8	16773.7	-40388.3	-8186.4	-8341.0	
	15_SLV3	25701.0	52302.3	-12369.1	-16563.8	-2502.3	
	16_SLV4	25468.6	20323.9	-40602.4	-8186.4	-8341.0	
GEO	17_GEO1	38222.2	11302.6	-5237.3	-7457.4	-576.5	
	18_GEO2	38351.4	11483.4	-2144.1	-7457.4	-271.5	
	19_GEO3	35626.6	6971.9	-7862.9	-7354.9	-288.2	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	79 di 163

	20_GEO4	35834.8	7320.1	-7929.6	-7363.3	-254.7
--	---------	---------	--------	---------	---------	--------

## 10.2 Reazioni globali modello di prima fase

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

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI							
Condizione		N	ML	MT	TL	TT	
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
CARICHI ELEMENTARI IMPALCATO	Permanenti strutturali	G1	2995.1	5007.7	5990.1	-119.8	0.0
	Permanenti NON strutturali	G2	1311.1	2192.1	2622.2	-52.4	0.0
	Traffico - 1LM71	Q1,1a	1889.3	3158.9	3627.5	-75.6	0.0
	Traffico - 1SW2	Q1,1b	2055.9	3437.5	3947.3	-82.2	0.0
	Carico variabile 1 Marciapiede	Qm1	192.5	321.8	-231.0	-7.7	0.0
	Carico variabile 2 Marciapiedi	Qm2	385.0	643.7	731.5	-15.4	0.0
	Carico Avviamento	Qa	88.9	124.5	177.8	0.0	0.0
	Frenatura LM71	Qf1	53.9	75.5	107.8	0.0	0.0
	Frenatura SW2	Qf2	85.8	120.1	171.6	0.0	0.0
	Centrifuga 1 LM71	Qc1a	0.0	0.0	-1199.0	0.0	-109.5
	Centrifuga SW2	Qc2	0.0	0.0	-905.7	0.0	-82.7
	Serpeggio 1 treno	QS1	0.0	0.0	-1006.5	0.0	-110.0
	Serpeggio 2 treni	QS2	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D
	Vento	Qw	0.0	0.0	-2849.1	0.0	-279.0
	Azioni aerodinamiche 1 treno	Qae1	0.0	0.0	-122.5	0.0	-11.1
	Sisma Long con 2 LM71	Elong	332.1	464.9	664.1	0.0	0.0
	Sisma Trasv con 2 LM71	Etrasv	0.0	0.0	-18602.6	0.0	-2220.5
	Sisma Vert con 2 LM71	Evert	1110.2	1554.3	2220.5	0.0	0.0
RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI							
Condizione		N	ML	MT	TL	TT	
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
CARICHI ELEMENTARI SPALLA	p.p. spalla	SP_Gk1	7816.6	-673.0	16988.7	0.0	0.0
	spalla sisma long	SP_Elong	0.0	6073.2	0.0	-2462.0	0.0
	spalla sisma trasv	SP_Etrasv	0.0	0.0	-6073.5	0.0	-2462.3
	spalla sisma vert	SP_Evert	1227.2	-105.7	2667.2	0.0	0.0
	p.p. rinterro	SP_Gk2	5593.0	-12024.8	10542.8	0.0	0.0
	rinterro spinta esercizio	SP_Gk2_h	0.0	6668.5	0.0	-2537.8	0.0
	rinterro sisma long	SP_Gk2_Elong	0.0	26398.7	0.0	-6058.1	0.0
	rinterro sisma trasv	SP_Gk2_Etrasv	0.0	0.0	-9094.7	0.0	-1802.8
	rinterro sisma vert	SP_Gk2_Evert	1759.8	-3783.5	3317.1	0.0	0.0
	permanente	SP_Gk3	620.5	-1334.0	1169.6	0.0	0.0

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	80 di 163

permanente spinta esercizio	SP_Gk3_h	0.0	1472.0	0.0	-291.8	0.0
accidentale	SP_Qk	2154.4	-4632.1	4061.2	0.0	0.0
accidentale spinta esercizio	SP_Qk_h	0.0	5116.1	0.0	-1014.0	0.0

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

Condizione		N	ML	MT	TL	TT
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
SLE-rara	01_SLE1	20870.0	2407.6	40393.1	-4028.1	-167.4
	02_SLE2	20973.3	2552.2	39547.3	-4028.1	-263.5
	03_SLE3	22578.4	5271.3	40868.9	-4097.5	-398.0
	04_SLE4	22744.9	5549.8	41481.9	-4104.2	-371.2
SLE-frequente	05_SLS1	19856.4	1968.0	40186.9	-3617.6	0.0
	06_SLS2	19918.4	2054.7	39679.4	-3617.6	-57.7
	07_SLS3	21729.9	4478.7	41525.3	-3878.4	-184.5
	08_SLS4	21863.2	4701.6	42015.7	-3883.7	-163.0
SLU	09_SLU1	29571.9	2931.9	59496.7	-5973.5	0.0
	10_SLU2	29721.7	3141.6	58270.4	-5973.5	-139.3
	11_SLU3	32041.4	7071.5	60148.1	-6073.9	-334.4
	12_SLU4	32282.9	7475.3	61037.0	-6083.5	-295.5
SLV	13_SLV1	20328.2	33641.8	31120.0	-11724.7	-1945.7
	14_SLV2	20095.8	10586.0	7015.5	-5760.6	-6485.6
	15_SLV3	17439.0	34945.9	25384.8	-11521.9	-1945.7
	16_SLV4	17206.6	11890.1	1280.4	-5557.8	-6485.6
GEO	17_GEO1	23776.2	1800.2	47629.4	-5149.9	0.0
	18_GEO2	23905.3	1981.0	46572.2	-5149.9	-120.1
	19_GEO3	25904.0	5367.0	48185.7	-5236.4	-288.2
	20_GEO4	26112.2	5715.2	48951.9	-5244.7	-254.7



Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	81 di 163

### 10.3 Diagrammi di sollecitazione fase finale

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

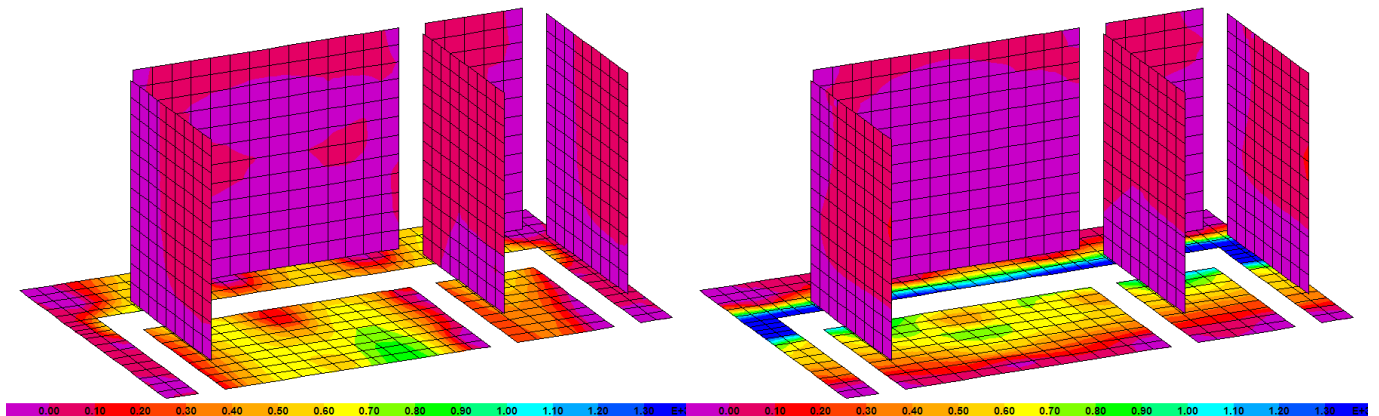


Figura 18 - involucro massimi positivi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

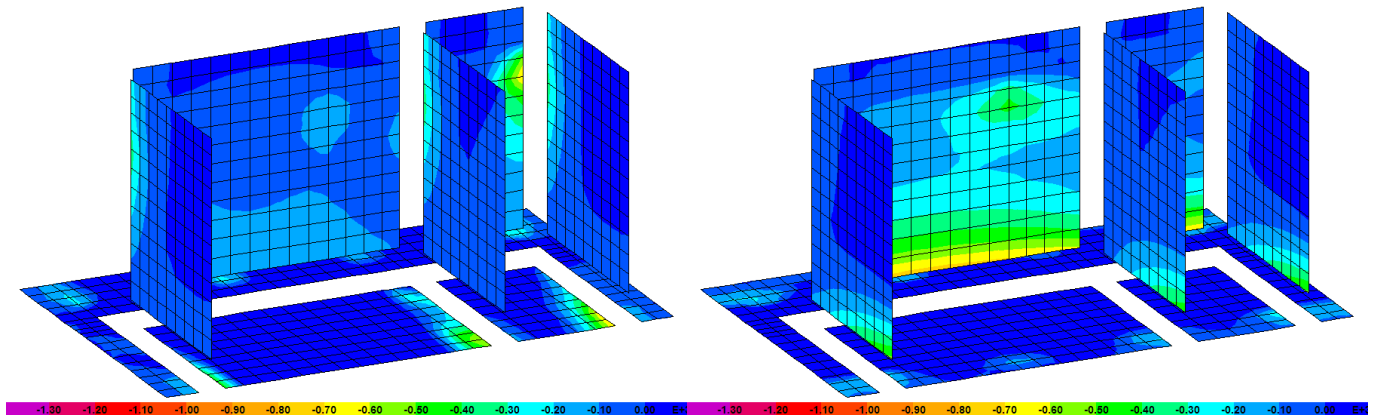


Figura 19 - involucro massimi negativi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

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

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF26</b>	LOTTO <b>12 E ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0104 001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>82 di 163</b>

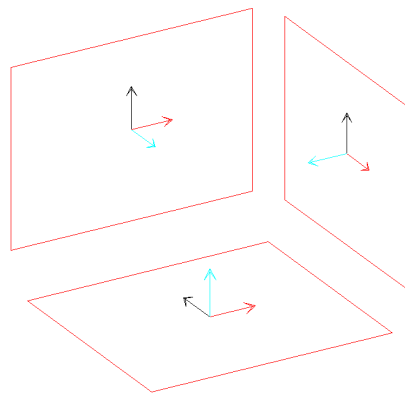


Figura 20 - assi locali elementi lastra-piastra

#### 10.4 Diagrammi di sollecitazione modello di prima fase

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

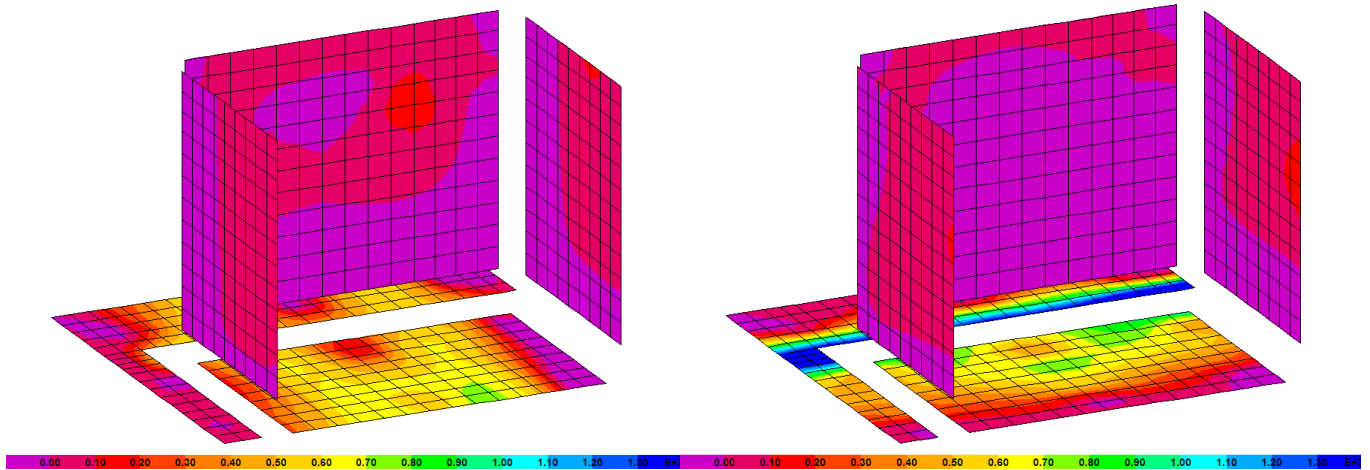


Figura 21 - involuppo massimi positivi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0104 001	REV. A	FOGLIO 83 di 163

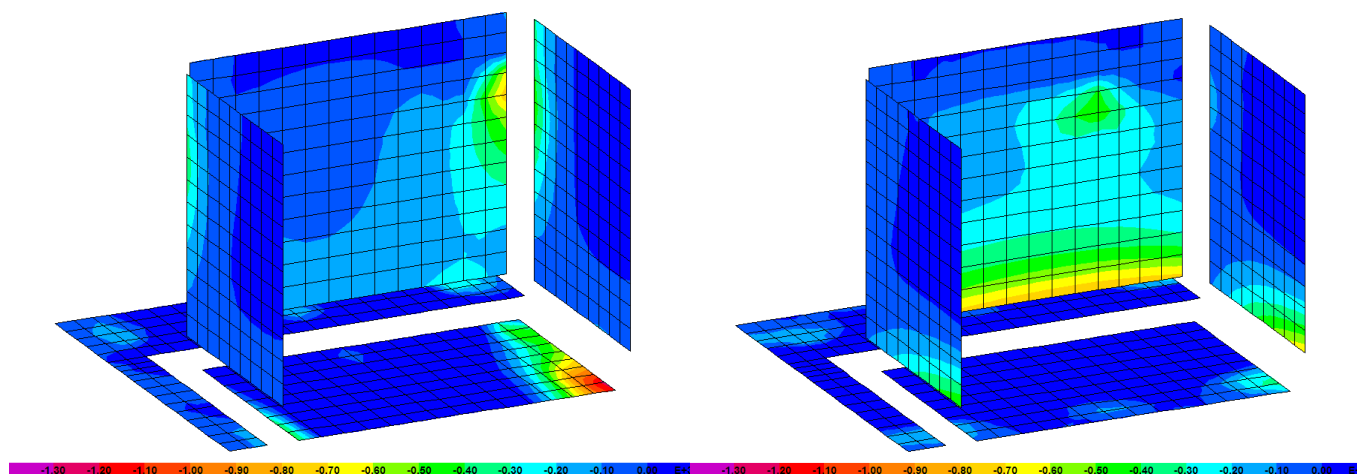


Figura 22 - involucro massimi negativi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

## 10.5 Verifiche a flessione e taglio dei muri e della fondazione

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

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

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

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

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	84 di 163

### 10.5.1 Muro frontale

Le verifiche sono riferite alla sezione di spiccato.

muro frontale	H	1400	elem.	M12-55	modello
	tesa	fi24/100	direz.	2-2	INIZIALE
arm. verticali	compr.	fi24/200			

#### Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	454	-350	-174	1.59	-24.7	
	02_SLE2	464	-352	-174	1.60	-24.3	
	03_SLE3	611	-396	-178	1.80	-22.0	
	04_SLE4	625	-400	-178	1.82	-21.8	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	443	-319	-155	1.45	-20.7	-0.54
	06_SLS2	449	-321	-155	1.46	-20.5	-0.54
	07_SLS3	573	-371	-167	1.69	-20.7	-0.59
	08_SLS4	584	-375	-168	1.70	-20.5	-0.59
				[MPa]	<b>1.82</b>	<b>-24.7</b>	<b>-0.59</b>

#### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	616	-504	-257	5.18
	10_SLU2	631	-507	-257	5.16
	11_SLU3	843	-571	-262	4.80
	12_SLU4	864	-577	-262	4.77
					<b>4.77</b>

#### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	3270	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	826	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	826	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	262	$CS_V$ <b>3.15</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	85 di 163

muro frontale	<b>H</b>	1400	<b>elem.</b>	M12-55	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi24/100	<b>direz.</b>	2-2	FINALE
arm. verticali	<b>compr.</b>	fi24/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	689	-422	-191	1.91	-21.5	
	02_SLE2	707	-425	-192	1.93	-21.0	
	03_SLE3	537	-382	-187	1.74	-24.4	
	04_SLE4	547	-385	-187	1.75	-24.3	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	605	-366	-168	1.66	-18.1	-0.55
	06_SLS2	616	-367	-169	1.67	-17.9	-0.55
	07_SLS3	530	-363	-177	1.65	-21.9	-0.59
	08_SLS4	538	-365	-177	1.66	-21.8	-0.60
				[MPa]	<b>1.93</b>	<b>-24.4</b>	<b>-0.60</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	968	-611	-282	4.60
	10_SLU2	994	-615	-284	4.59
	11_SLU3	747	-553	-276	4.85
	12_SLU4	761	-557	-276	4.83
SLV	13_SLV1	625	-633	-437	4.13
	14_SLV2	435	-377	-213	6.63
	15_SLV3	607	-600	-432	4.33
	16_SLV4	417	-344	-207	7.23
					<b>4.13</b>

Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	3270	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	826	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	826	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	437	<b><math>CS_V</math></b> <b>1.89</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	86 di 163

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

muro frontale	<b>H</b>	1400	<b>elem.</b>	M16-45	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi18/100	<b>direz.</b>	1-1	FINALE
arm. orizzontali	<b>compr.</b>	fi18/200			

### Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	20	-536	222	2.91	-166.2	
	02_SLE2	17	-543	227	2.94	-168.9	
	03_SLE3	12	-542	223	2.93	-169.5	
	04_SLE4	15	-540	222	2.92	-168.5	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	23	-455	186	2.47	-140.1	-1.24
	06_SLS2	21	-459	189	2.49	-141.7	-1.25
	07_SLS3	14	-503	206	2.72	-156.8	-1.38
	08_SLS4	16	-501	206	2.71	-156.0	-1.37
				[MPa]	<b>2.94</b>	<b>-169.5</b>	<b>-1.38</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	18	-804	336	1.60
	10_SLU2	13	-813	344	1.58
	11_SLU3	6	-812	337	1.57
	12_SLU4	10	-809	336	1.58
SLV	13_SLV1	13	-125	140	10.24
	14_SLV2	-78	-530	209	2.31
	15_SLV3	-6	-104	146	12.22
	16_SLV4	-97	-509	215	2.38
					<b>1.57</b>

### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	3277	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	828	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	828	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	344	$CS_V$ <b>2.41</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	87 di 163

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

muro frontale interno	<b>H</b>	1400	<b>elem.</b>	M13-36	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi18/100	<b>direz.</b>	1-1	FINALE
arm. orizzontali	<b>compr.</b>	fi18/200			

### Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	204	-27	-44	0.22	1.0	
	02_SLE2	202	-27	-44	0.22	1.0	
	03_SLE3	171	-20	-38	0.18	1.0	
	04_SLE4	175	-20	-39	0.18	1.0	
SLE-freq	05_SLS1	177	-22	-36	0.19	0.9	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	176	-22	-36	0.19	0.9	0.06
	07_SLS3	163	-19	-35	0.17	0.9	0.06
	08_SLS4	166	-19	-35	0.17	0.9	0.06
				[MPa]	<b>0.22</b>	<b>0.9</b>	<b>0.06</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	283	-37	-63	38.92
	10_SLU2	281	-38	-63	38.29
	11_SLU3	236	-27	-55	51.97
	12_SLU4	242	-28	-55	50.71
SLV	13_SLV1	150	-18	-10	74.51
	14_SLV2	34	-14	-37	90.09
	15_SLV3	124	-17	-8	80.12
	16_SLV4	9	-13	-35	99.21
					<b>38.29</b>

### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	3277	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	828	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	828	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	63	$CS_V$ <b>13.19</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	88 di 163

muro frontale interno	<b>H</b>	1400	<b>elem.</b>	M13-36	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi18/100	<b>direz.</b>	1-1	
arm. orizzontali	<b>compr.</b>	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	-131	-445	-2	2.28	-164.9	
	02_SLE2	-117	-440	-5	2.27	-160.9	
	03_SLE3	-49	-416	-34	2.21	-140.6	
	04_SLE4	-47	-415	-37	2.21	-140.0	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-92	-363	-11	1.88	-131.9	-1.06
	06_SLS2	-84	-361	-13	1.88	-129.5	-1.05
	07_SLS3	-55	-384	-31	2.04	-131.5	-1.09
	08_SLS4	-53	-383	-33	2.03	-131.0	-1.09
				[MPa]	<b>2.28</b>	<b>-164.9</b>	<b>-1.09</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-228	-668	7	1.69
	10_SLU2	-208	-662	2	1.73
	11_SLU3	-110	-626	-40	1.92
	12_SLU4	-107	-625	-43	1.93
					<b>1.69</b>

Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	3277	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	828	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	828	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	43	<b><math>CS_V</math></b> <b>19.21</b>



Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	89 di 163

### 10.5.2 Paraghiaia

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

paraghiaia	<b>H</b>	400	<b>elem.</b>	P3-19	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi24/200	<b>direz.</b>	2-2	FINALE
arm. verticali	<b>compr.</b>	fi20/200			

#### Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	26	-20	-35	1.09	-25.0	
	02_SLE2	26	-20	-35	1.09	-24.9	
	03_SLE3	20	-20	-35	1.09	-26.2	
	04_SLE4	20	-20	-35	1.09	-26.2	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	24	-14	-26	0.79	-16.8	-0.40
	06_SLS2	24	-14	-26	0.79	-16.7	-0.40
	07_SLS3	20	-17	-31	0.94	-21.9	-0.49
	08_SLS4	21	-17	-31	0.94	-21.8	-0.49
				[MPa]	<b>1.09</b>	<b>-26.2</b>	<b>-0.49</b>

#### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	35	-29	-52	9.30
	10_SLU2	36	-29	-52	9.30
	11_SLU3	28	-29	-52	9.22
	12_SLU4	28	-29	-52	9.23
SLV	13_SLV1	26	-76	-125	3.50
	14_SLV2	21	-28	-49	9.49
	15_SLV3	25	-76	-125	3.50
	16_SLV4	19	-28	-49	9.47
					<b>3.50</b>

#### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	808	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	204	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	204	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	125	$CS_V$ <b>1.63</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	90 di 163

paraghiaia	<b>H</b>	400	<b>elem.</b>	P3-19	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi24/200	<b>direz.</b>	2-2	
arm. verticali	<b>compr.</b>	fi20/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	44	-19	-35	1.06	-20.1	
	02_SLE2	46	-19	-35	1.06	-19.7	
	03_SLE3	61	-19	-35	1.05	-16.6	
	04_SLE4	62	-19	-35	1.05	-16.3	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	43	-14	-26	0.76	-12.0	-0.34
	06_SLS2	44	-14	-26	0.76	-11.8	-0.34
	07_SLS3	56	-16	-31	0.90	-13.4	-0.39
	08_SLS4	57	-16	-31	0.90	-13.2	-0.39
				[MPa]	<b>1.06</b>	<b>-20.1</b>	<b>-0.39</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	59	-28	-52	9.73
	10_SLU2	62	-28	-52	9.75
	11_SLU3	83	-28	-52	9.93
	12_SLU4	85	-28	-52	9.94
					<b>9.73</b>

Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	808	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	204	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	204	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		$V_E$ [kN]	52	$CS_V$	<b>3.92</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	91 di 163

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

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

### Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$		
SLE-rara	01_SLE1	-53	-34	25	2.26	-111.1		
	02_SLE2	-53	-34	26	2.28	-111.9		
	03_SLE3	-48	-33	22	2.24	-108.5		
	04_SLE4	-46	-33	22	2.24	-107.7		
SLE-freq	05_SLS1	-36	-27	18	1.83	-86.9	-1.00	
	06_SLS2	-36	-27	18	1.84	-87.4	-1.00	
	07_SLS3	-41	-30	19	2.03	-97.3	-1.11	
	08_SLS4	-39	-30	19	2.03	-96.6	-1.11	
					[MPa]	<b>2.28</b>	<b>-111.9</b>	<b>-1.11</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-81	-50	36	2.92
	10_SLU2	-82	-50	38	2.90
	11_SLU3	-75	-50	32	2.97
	12_SLU4	-72	-50	32	2.98
SLV	13_SLV1	-50	-24	84	6.42
	14_SLV2	-137	-45	32	3.07
	15_SLV3	-54	-24	88	6.35
	16_SLV4	-141	-45	35	3.05
					<b>2.90</b>

### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	815	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	206	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	206	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	88	$CS_V$ <b>2.35</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	92 di 163

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

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

### Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$		
SLE-rara	01_SLE1	75	-5	55	0.34	0.9		
	02_SLE2	78	-5	56	0.36	0.9		
	03_SLE3	61	-4	52	0.29	0.6		
	04_SLE4	62	-4	52	0.29	0.7		
SLE-freq	05_SLS1	72	-4	45	0.31	1.1	0.02	
	06_SLS2	74	-4	46	0.32	1.1	0.02	
	07_SLS3	63	-4	48	0.28	0.8	0.00	
	08_SLS4	64	-4	48	0.29	0.8	0.00	
					[MPa]	<b>0.36</b>	<b>0.6</b>	<b>0.00</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	109	-8	81	23.21
	10_SLU2	113	-8	81	22.48
	11_SLU3	88	-6	76	26.72
	12_SLU4	89	-6	76	26.64
SLV	13_SLV1	49	-23	115	7.27
	14_SLV2	-72	-43	38	3.47
	15_SLV3	34	-23	111	7.27
	16_SLV4	-86	-42	35	3.44
					<b>3.44</b>

### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	815	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	206	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	206	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	115	$CS_V$ <b>1.79</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	93 di 163

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

### Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	-94	-40	52	2.57	-144.1	
	02_SLE2	-92	-39	52	2.56	-142.7	
	03_SLE3	-76	-40	55	2.62	-136.3	
	04_SLE4	-75	-40	56	2.63	-136.2	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-65	-32	44	2.12	-112.4	-1.23
	06_SLS2	-64	-32	43	2.11	-111.6	-1.22
	07_SLS3	-66	-36	51	2.40	-122.8	-1.36
	08_SLS4	-65	-36	52	2.41	-122.7	-1.36
				[MPa]	<b>2.63</b>	<b>-144.1</b>	<b>-1.36</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-144	-59	78	2.33
	10_SLU2	-141	-58	77	2.34
	11_SLU3	-117	-59	82	2.39
	12_SLU4	-115	-59	83	2.39
					<b>2.33</b>

### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	815	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	206	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	206	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	83	<b><math>CS_V</math></b> <b>2.48</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	94 di 163

### 10.5.3 Muri andatori

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

muro andatore	<b>H</b>	800	<b>elem.</b>	A6-73	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi26/100	<b>direz.</b>	2-2	
arm. verticali	<b>compr.</b>	fi20/200			

#### Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	146	-276	-215	3.11	-68.9	
	02_SLE2	145	-273	-215	3.09	-68.3	
	03_SLE3	150	-277	-215	3.13	-69.0	
	04_SLE4	149	-277	-215	3.13	-69.1	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	165	-226	-182	2.60	-53.1	-1.46
	06_SLS2	165	-225	-182	2.59	-52.7	-1.45
	07_SLS3	159	-251	-199	2.87	-60.8	-1.64
	08_SLS4	158	-251	-199	2.87	-60.9	-1.64
				[MPa]	<b>3.13</b>	<b>-69.1</b>	<b>-1.64</b>

#### Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$	
SLU	09_SLU1	196	-404	-318	3.58
	10_SLU2	195	-401	-317	3.61
	11_SLU3	203	-406	-319	3.56
	12_SLU4	202	-406	-319	3.56
SLV	13_SLV1	-154	-228	-181	5.88
	14_SLV2	27	-370	-275	3.77
	15_SLV3	-200	-220	-181	6.02
	16_SLV4	-19	-362	-274	3.81
				<b>3.56</b>	

#### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1790	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [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]	319	<b><math>CS_V</math></b> <b>2.84</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	95 di 163

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

muro andatore	<b>H</b>	800	<b>elem.</b>	A6-9	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi18/100	<b>direz.</b>	1-1	FINALE
arm. orizzontali	<b>compr.</b>	fi18/200			

### Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	-22	-185	-183	2.55	-113.1	
	02_SLE2	-27	-187	-184	2.58	-115.1	
	03_SLE3	-4	-183	-183	2.55	-108.7	
	04_SLE4	-5	-183	-183	2.55	-108.8	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-8	-150	-148	2.08	-89.9	-1.22
	06_SLS2	-11	-151	-148	2.10	-91.1	-1.23
	07_SLS3	-2	-167	-166	2.32	-98.7	-1.34
	08_SLS4	-3	-166	-166	2.32	-98.8	-1.34
				[MPa]	<b>2.58</b>	<b>-115.1</b>	<b>-1.34</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-33	-275	-272	2.46
	10_SLU2	-39	-278	-273	2.43
	11_SLU3	-6	-272	-272	2.52
	12_SLU4	-7	-272	-272	2.52
SLV	13_SLV1	-243	-163	-155	3.72
	14_SLV2	-64	-230	-242	2.89
	15_SLV3	-270	-167	-158	3.56
	16_SLV4	-91	-235	-245	2.80
					<b>2.43</b>

### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1800	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	455	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	455	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	273	$CS_V$ <b>1.66</b>

**GEODATA**  
ENGINEERING



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

**Spalle: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	96 di 163



Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	97 di 163

#### 10.5.4 Muri andatori interni

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

muro andatore interno	<b>H</b>	800	<b>elem.</b>	A11-73	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi26/200	<b>direz.</b>	2-2	FINALE
arm. verticali	<b>compr.</b>	fi20/200			

#### Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	-112	-29	-3	0.00	-38.1	
	02_SLE2	-114	-27	-2	0.00	-36.8	
	03_SLE3	-100	-31	-3	0.10	-37.0	
	04_SLE4	-101	-32	-3	0.10	-37.3	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-68	-22	-2	0.08	-25.5	-0.25
	06_SLS2	-69	-20	-2	0.00	-24.7	-0.24
	07_SLS3	-81	-26	-2	0.10	-30.4	-0.30
	08_SLS4	-82	-26	-2	0.10	-30.6	-0.30
				[MPa]	<b>0.10</b>	<b>-38.1</b>	<b>-0.30</b>

#### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-188	-41	-4	15.84
	10_SLU2	-190	-37	-3	17.64
	11_SLU3	-170	-44	-4	14.91
	12_SLU4	-172	-44	-4	14.82
SLV	13_SLV1	-589	-138	-79	3.68
	14_SLV2	-117	-378	-251	1.78
	15_SLV3	-585	-134	-78	3.79
	16_SLV4	-113	-375	-250	1.80
					<b>1.78</b>

#### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1790	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	452	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	452	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	251	<b><math>CS_V</math></b> <b>1.81</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	98 di 163

muro andatore interno	<b>H</b>	800	<b>elem.</b>	A11-73	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi26/200	<b>direz.</b>	2-2	
arm. verticali	<b>compr.</b>	fi20/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	26	-262	-217	3.60	-144.6	
	02_SLE2	27	-263	-217	3.62	-145.4	
	03_SLE3	18	-268	-218	3.68	-149.6	
	04_SLE4	17	-268	-218	3.67	-149.6	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	58	-214	-184	2.97	-111.7	-1.64
	06_SLS2	58	-215	-184	2.99	-112.3	-1.65
	07_SLS3	35	-242	-201	3.33	-131.5	-1.89
	08_SLS4	34	-241	-201	3.33	-131.5	-1.89
				[MPa]	<b>3.68</b>	<b>-149.6</b>	<b>-1.89</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	15	-383	-321	1.88
	10_SLU2	16	-385	-321	1.87
	11_SLU3	4	-392	-322	1.82
	12_SLU4	2	-392	-322	1.82
					<b>1.82</b>

Resistenza a taglio

		<b>ctg <math>\theta</math></b>	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1790	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	452	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	452	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	322	<b><math>CS_V</math></b> <b>1.40</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	99 di 163

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

muro andatore interno	<b>H</b>	800	<b>elem.</b>	A11-9	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi18/100	<b>direz.</b>	1-1	FINALE
arm. orizzontali	<b>compr.</b>	fi18/100			

### Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	-453	15	14	0.00	-97.9	
	02_SLE2	-456	13	13	0.00	-97.0	
	03_SLE3	-427	17	12	0.00	-93.8	
	04_SLE4	-429	17	12	0.00	-94.2	
SLE-freq	05_SLS1	-393	10	11	0.00	-83.2	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	-395	9	10	0.00	-82.7	-0.53
	07_SLS3	-403	13	11	0.00	-86.9	-0.56
	08_SLS4	-404	13	11	0.00	-87.2	-0.56
				[MPa]	<b>0.00</b>	<b>-97.9</b>	<b>-0.56</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-664	20	19	23.07
	10_SLU2	-668	16	17	27.79
	11_SLU3	-626	22	17	20.96
	12_SLU4	-629	23	17	20.77
SLV	13_SLV1	-759	-79	-73	5.35
	14_SLV2	-412	-286	-269	1.90
	15_SLV3	-716	-81	-75	5.41
	16_SLV4	-369	-288	-271	1.94
					<b>1.90</b>

### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1800	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	455	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	455	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	271	$CS_V$ <b>1.68</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	100 di 163

muro andatore interno	<b>H</b>	800	<b>elem.</b>	A11-9	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi18/100	<b>direz.</b>	1-1	
arm. orizzontali	<b>compr.</b>	fi18/100			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	-201	-195	-191	2.26	-153.2	
	02_SLE2	-198	-194	-191	2.24	-151.7	
	03_SLE3	-215	-190	-189	2.15	-153.0	
	04_SLE4	-219	-190	-189	2.15	-153.9	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-175	-159	-155	1.82	-127.4	-1.45
	06_SLS2	-174	-159	-155	1.81	-126.6	-1.44
	07_SLS3	-203	-174	-172	1.96	-141.5	-1.60
	08_SLS4	-205	-175	-172	1.96	-142.1	-1.61
				[MPa]	<b>2.26</b>	<b>-153.9</b>	<b>-1.61</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-301	-292	-284	2.00
	10_SLU2	-297	-290	-283	2.02
	11_SLU3	-322	-284	-281	2.02
	12_SLU4	-327	-285	-281	2.02
					<b>2.00</b>

Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1800	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	455	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	455	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		$V_E$ [kN]	284	$CS_V$	<b>1.60</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	101 di 163

### 10.5.5 Muri andatori alti

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

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

#### Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$		
SLE-rara	01_SLE1	67	-38	-9	0.67	-13.6	
	02_SLE2	66	-39	-9	0.68	-14.0	
	03_SLE3	62	-39	-9	0.67	-14.5	
	04_SLE4	63	-38	-9	0.67	-14.3	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	57	-30	-7	0.53	-10.1	-0.23
	06_SLS2	57	-30	-8	0.53	-10.4	-0.23
	07_SLS3	58	-35	-9	0.60	-12.7	-0.27
	08_SLS4	58	-35	-9	0.60	-12.6	-0.27
			[MPa]	<b>0.68</b>	<b>-14.5</b>	<b>-0.27</b>	

#### Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$	
SLU	09_SLU1	92	-57	-14	11.49
	10_SLU2	91	-58	-15	11.35
	11_SLU3	85	-58	-15	11.38
	12_SLU4	87	-58	-15	11.40
SLV	13_SLV1	84	-31	-3	20.84
	14_SLV2	68	-51	-8	12.75
	15_SLV3	81	-33	-4	20.01
	16_SLV4	65	-52	-9	12.43
				<b>11.35</b>	

#### Resistenza a taglio

	ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$		
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1593	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	403	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	403	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
	$V_E$ [kN]	15	$CS_V$	<b>26.94</b>	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	102 di 163

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

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	51	-29	4	0.51	-10.5	
	02_SLE2	61	-30	4	0.53	-9.7	
	03_SLE3	45	-29	4	0.51	-11.5	
	04_SLE4	44	-30	3	0.51	-11.6	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	41	-23	3	0.40	-7.9	-0.17
	06_SLS2	47	-23	3	0.41	-7.4	-0.17
	07_SLS3	41	-26	3	0.46	-10.1	-0.21
	08_SLS4	41	-26	3	0.46	-10.2	-0.21
				[MPa]	<b>0.53</b>	<b>-11.6</b>	<b>-0.21</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	70	-44	5	14.86
	10_SLU2	85	-45	4	14.48
	11_SLU3	61	-44	4	14.73
	12_SLU4	61	-44	4	14.71
					<b>14.48</b>

Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1593	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	403	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	403	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		$V_E$ [kN]	5	$CS_V$	<b>76.93</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	103 di 163

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

muro andatore superiore	<b>H</b>	720	<b>elem.</b>	B2-1	<b>modello</b>
arm. orizzontali	<b>tesa</b>	fi18/100	<b>direz.</b>	1-1	FINALE
	<b>compr.</b>	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	-41	-132	-154	2.16	-95.3	
	02_SLE2	-45	-133	-154	2.18	-97.0	
	03_SLE3	-22	-130	-154	2.16	-90.8	
	04_SLE4	-23	-130	-154	2.16	-91.0	
SLE-freq	05_SLS1	-26	-107	-123	1.76	-75.9	-1.08
	06_SLS2	-28	-108	-123	1.77	-76.9	-1.09
	07_SLS3	-19	-118	-139	1.97	-82.5	-1.19
	08_SLS4	-20	-118	-139	1.97	-82.7	-1.19
				[MPa]	<b>2.18</b>	<b>-97.0</b>	<b>-1.19</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS <sub>M</sub>
SLU	09_SLU1	-59	-196	-227	3.03
	10_SLU2	-64	-198	-228	2.99
	11_SLU3	-30	-194	-228	3.10
	12_SLU4	-32	-194	-228	3.10
SLV	13_SLV1	-222	-118	-127	4.58
	14_SLV2	-63	-164	-207	3.60
	15_SLV3	-243	-122	-129	4.41
	16_SLV4	-83	-167	-208	3.50
					<b>2.99</b>

Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	V <sub>Rcd</sub> [kN]	1603	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s <sub>1</sub> [mm]	400	V <sub>Rsd</sub> [kN]	405	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s <sub>2</sub> [mm]	400	V <sub>R</sub> [kN]	405	min (V <sub>Rcd</sub> , V <sub>Rsd</sub> )
		V <sub>E</sub> [kN]	228	CS <sub>V</sub> <b>1.78</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	104 di 163

muro andatore superiore	<b>H</b>	720	<b>elem.</b>	B2-1	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi18/100	<b>direz.</b>	1-1	INIZIALE
arm. orizzontali	<b>compr.</b>	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$		
<b>SLE-rara</b>	01_SLE1	-40	-103	-140	1.69	-76.3	
	02_SLE2	-99	-107	-141	1.65	-90.3	
	03_SLE3	-12	-102	-140	1.69	-70.1	
	04_SLE4	-13	-102	-140	1.70	-70.3	$\sigma_{traz,el}$
<b>SLE-freq</b>	05_SLS1	-13	-82	-110	1.37	-57.3	-0.83
	06_SLS2	-49	-85	-111	1.35	-65.5	-0.89
	07_SLS3	-6	-92	-125	1.54	-62.3	-0.91
	08_SLS4	-6	-92	-125	1.54	-62.4	-0.91
				[MPa]	<b>1.70</b>	<b>-90.3</b>	<b>-0.91</b>

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$	
<b>SLU</b>	09_SLU1	-57	-154	-206	3.85
	10_SLU2	-144	-160	-208	3.55
	11_SLU3	-18	-151	-206	3.99
	12_SLU4	-19	-152	-206	3.99
				<b>3.55</b>	

Resistenza a taglio

	<b>ctg <math>\theta</math></b>	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$		
$\phi$ [mm]	12	<b><math>V_{Rcd}</math> [kN]</b>	1603	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
$s_1$ [mm]	400	<b><math>V_{Rsd}</math> [kN]</b>	405	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
$s_2$ [mm]	400	<b><math>V_R</math> [kN]</b>	405	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		<b><math>V_E</math> [kN]</b>	208	<b><math>CS_V</math></b>	<b>1.95</b>



Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	105 di 163

### 10.5.6 Muri andatori interni alti

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

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

#### Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$		
SLE-rara	01_SLE1	156	5	7	0.38	3.1		
	02_SLE2	156	5	6	0.36	3.2		
	03_SLE3	138	5	9	0.34	2.7		
	04_SLE4	140	5	9	0.34	2.7		
SLE-freq	05_SLS1	134	4	5	0.31	2.8		
	06_SLS2	134	4	5	0.30	2.9		
	07_SLS3	130	4	7	0.31	2.6		
	08_SLS4	132	4	8	0.31	2.7		
					[MPa]	<b>0.38</b>	<b>2.6</b>	<b>0.15</b>

#### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	221	7	9	41.29
	10_SLU2	221	6	9	47.16
	11_SLU3	195	7	12	42.34
	12_SLU4	197	7	13	42.31
SLV	13_SLV1	152	-19	-3	20.40
	14_SLV2	132	-71	-24	5.31
	15_SLV3	141	-19	-3	19.72
	16_SLV4	121	-71	-24	5.24
					<b>5.24</b>

#### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1054	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	266	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	266	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	24	$CS_V$ <b>10.89</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	106 di 163

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

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$		
SLE-rara	01_SLE1	61	-42	-11	1.49	-36.0	
	02_SLE2	62	-42	-11	1.48	-35.4	
	03_SLE3	73	-40	-8	1.44	-31.8	
	04_SLE4	74	-40	-8	1.44	-31.6	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	56	-33	-9	1.19	-27.0	-0.57
	06_SLS2	57	-33	-9	1.18	-26.6	-0.57
	07_SLS3	67	-37	-8	1.31	-28.5	-0.62
	08_SLS4	68	-37	-8	1.31	-28.4	-0.62
				[MPa]	<b>1.49</b>	<b>-36.0</b>	<b>-0.62</b>

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$	
SLU	09_SLU1	84	-63	-18	5.86
	10_SLU2	86	-62	-17	5.91
	11_SLU3	102	-60	-13	6.13
	12_SLU4	103	-60	-13	6.13
				<b>5.86</b>	

Resistenza a taglio

	ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1054	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	266	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	266	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
	$V_E$ [kN]	18	$CS_V$	<b>14.68</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	107 di 163

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

muro andatore interno superiore	<b>H</b>	500	<b>elem.</b>	B5-1	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi20/100	<b>direz.</b>	1-1	FINALE
arm. orizzontali	<b>compr.</b>	fi18/100			

### Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	-463	9	10	0.00	-100.7	
	02_SLE2	-466	7	9	0.00	-99.3	
	03_SLE3	-427	11	8	0.00	-95.1	
	04_SLE4	-430	11	8	0.00	-95.7	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-399	6	8	0.00	-84.6	-0.82
	06_SLS2	-400	5	7	0.00	-83.8	-0.80
	07_SLS3	-402	8	7	0.00	-87.6	-0.86
	08_SLS4	-405	8	7	0.00	-88.1	-0.87
[MPa]					<b>0.00</b>	<b>-100.7</b>	<b>-0.87</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-675	12	14	22.07
	10_SLU2	-678	9	12	27.83
	11_SLU3	-622	14	11	19.55
	12_SLU4	-626	14	11	19.38
SLV	13_SLV1	-711	-59	-64	5.77
	14_SLV2	-408	-209	-233	1.92
	15_SLV3	-669	-60	-65	5.80
	16_SLV4	-366	-211	-234	1.95
					<b>1.92</b>

### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1059	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	200	$V_{Rsd}$ [kN]	535	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	535	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	234	<b><math>CS_V</math></b> <b>2.29</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	108 di 163

muro andatore interno superiore	<b>H</b>	500	<b>elem.</b>	B5-1	<b>modello</b>
arm. orizzontali	<b>tesa</b>	fi20/100	<b>direz.</b>	1-1	INIZIALE
	<b>compr.</b>	fi18/100			

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$		
<b>SLE-rara</b>	01_SLE1	-177	-140	-159	3.74	-146.4	
	02_SLE2	-176	-139	-158	3.71	-145.3	
	03_SLE3	-196	-137	-158	3.62	-146.8	
	04_SLE4	-199	-137	-158	3.62	-147.5	$\sigma_{traz,el}$
<b>SLE-freq</b>	05_SLS1	-156	-115	-127	3.04	-121.5	-2.41
	06_SLS2	-155	-114	-127	3.02	-120.8	-2.40
	07_SLS3	-184	-126	-143	3.31	-135.3	-2.67
	08_SLS4	-187	-126	-143	3.31	-135.9	-2.68
				[MPa]	<b>3.74</b>	<b>-147.5</b>	<b>-2.68</b>

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$	
<b>SLU</b>	09_SLU1	-264	-210	-235	2.05
	10_SLU2	-261	-208	-234	2.07
	11_SLU3	-291	-205	-234	2.07
	12_SLU4	-296	-205	-234	2.06
				<b>2.05</b>	

Resistenza a taglio

	ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$		
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1059	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
$s_1$ [mm]	200	$V_{Rsd}$ [kN]	535	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	535	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		$V_E$ [kN]	235	$CS_V$	<b>2.28</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	109 di 163

### 10.5.7 Plinto

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

plinto	<b>H</b>	1800	<b>elem.</b>	F23-3	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi26/100	<b>direz.</b>	2-2	FINALE
arm. longitudinali	<b>compr.</b>	fi24/200			

#### Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	-8	1431	684	3.72	-170.2	
	02_SLE2	-21	1471	702	3.82	-176.0	
	03_SLE3	10	1236	598	3.22	-145.6	
	04_SLE4	7	1248	604	3.25	-147.2	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-25	1289	612	3.34	-154.7	-2.03
	06_SLS2	-33	1313	623	3.40	-158.1	-2.07
	07_SLS3	-6	1215	584	3.16	-144.4	-1.91
	08_SLS4	-8	1225	589	3.18	-145.7	-1.92
				[MPa]	<b>3.82</b>	<b>-176.0</b>	<b>-2.07</b>

#### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-13	2069	996	1.65
	10_SLU2	-32	2127	1021	1.60
	11_SLU3	13	1786	871	1.93
	12_SLU4	9	1803	879	1.91
SLV	13_SLV1	185	1697	1033	2.11
	14_SLV2	212	887	499	4.06
	15_SLV3	214	1588	986	2.27
	16_SLV4	241	778	452	4.66
					<b>1.60</b>

#### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	16	$V_{Rcd}$ [kN]	4252	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	1911	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	1911	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	1033	<b><math>CS_V</math></b> <b>1.85</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	110 di 163

plinto	<b>H</b>	1800	<b>elem.</b>	F23-3	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi26/100	<b>direz.</b>	2-2	
arm. longitudinali	<b>compr.</b>	fi24/200			INIZIALE

**Verifica tensioni in esercizio**

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	86	1030	469	2.73	-114.9	
	02_SLE2	92	1018	462	2.70	-113.0	
	03_SLE3	88	1141	513	3.02	-127.9	
	04_SLE4	84	1163	523	3.07	-130.8	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	56	997	452	2.63	-113.5	-1.54
	06_SLS2	59	990	448	2.61	-112.4	-1.52
	07_SLS3	66	1120	505	2.95	-127.2	-1.72
	08_SLS4	63	1137	513	2.99	-129.5	-1.75
				[MPa]	<b>3.07</b>	<b>-130.8</b>	<b>-1.75</b>

**Resistenza a flessione**

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	116	1508	696	2.34
	10_SLU2	125	1492	686	2.37
	11_SLU3	118	1668	759	2.11
	12_SLU4	113	1701	774	2.07
					<b>2.07</b>

**Resistenza a taglio**

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	16	$V_{Rcd}$ [kN]	4252	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	1911	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	1911	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	774	$CS_V$ <b>2.47</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	111 di 163

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

plinto	<b>H</b>	1800	<b>elem.</b>	F8-37	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi24/100	<b>direz.</b>	1-1	FINALE
arm. trasversali	<b>compr.</b>	fi24/200			

#### Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	-198	-177	401	0.16	-45.5	
	02_SLE2	-203	-168	395	0.09	-44.8	
	03_SLE3	-206	-184	402	0.17	-47.3	
	04_SLE4	-206	-184	403	0.16	-47.3	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-166	-123	355	0.00	-34.7	-0.28
	06_SLS2	-169	-117	351	0.00	-34.3	-0.27
	07_SLS3	-190	-152	377	0.03	-41.3	-0.34
	08_SLS4	-190	-152	377	0.02	-41.3	-0.34
				[MPa]	<b>0.17</b>	<b>-47.3</b>	<b>-0.34</b>

#### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-301	-261	581	10.30
	10_SLU2	-308	-247	573	10.86
	11_SLU3	-313	-271	583	9.87
	12_SLU4	-313	-271	584	9.90
SLV	13_SLV1	-10	-271	418	10.80
	14_SLV2	-81	-502	530	5.71
	15_SLV3	-20	-296	370	9.85
	16_SLV4	-91	-528	483	5.42
					<b>5.42</b>

#### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [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]	584	$CS_V$ <b>3.27</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	112 di 163

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

plinto interno	<b>H</b>	1800	<b>elem.</b>	F5-28	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi24/100	<b>direz.</b>	1-1	FINALE
arm. trasversali	<b>compr.</b>	fi24/200			

### Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	-491	-77	362	0.00	-88.0	
	02_SLE2	-491	-70	362	0.00	-89.8	
	03_SLE3	-487	-85	363	0.00	-85.1	
	04_SLE4	-488	-84	364	0.00	-85.4	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-436	-60	316	0.00	-80.3	-0.32
	06_SLS2	-436	-56	316	0.00	-81.4	-0.31
	07_SLS3	-460	-72	340	0.00	-82.4	-0.35
	08_SLS4	-461	-72	341	0.00	-82.7	-0.35
				[MPa]	<b>0.00</b>	<b>-89.8</b>	<b>-0.35</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-713	-110	542	21.43
	10_SLU2	-712	-100	543	23.68
	11_SLU3	-707	-121	544	19.52
	12_SLU4	-708	-120	545	19.66
SLV	13_SLV1	-315	-338	687	7.93
	14_SLV2	-750	-523	340	4.45
	15_SLV3	-292	-333	651	8.09
	16_SLV4	-727	-518	304	4.52
					<b>4.45</b>

### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [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]	687	$CS_V$ <b>2.78</b>



Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	113 di 163

plinto interno	<b>H</b>	1800	<b>elem.</b>	F5-28	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi24/100	<b>direz.</b>	1-1	
arm. trasversali	<b>compr.</b>	fi24/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	-563	-413	491	0.00	-117.4	
	02_SLE2	-564	-422	493	0.00	-118.7	
	03_SLE3	-566	-442	509	0.00	-121.5	
	04_SLE4	-565	-440	509	0.00	-121.2	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-491	-341	431	0.00	-99.8	-0.79
	06_SLS2	-492	-346	432	0.00	-100.6	-0.80
	07_SLS3	-528	-393	474	0.00	-110.8	-0.89
	08_SLS4	-528	-391	474	0.00	-110.6	-0.89
				[MPa]	<b>0.00</b>	<b>-121.5</b>	<b>-0.89</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-823	-586	725	3.87
	10_SLU2	-825	-599	728	3.78
	11_SLU3	-827	-628	751	3.61
	12_SLU4	-827	-625	752	3.62
					<b>3.61</b>

Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
$\phi$ [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]	752	$CS_V$	<b>2.54</b>

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0104 001	REV. A

## 10.6 Palificata

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

Il valore del momento flettente agente alla testa del palo (valore massimo) viene calcolato sulla base di quanto indicato nell'elaborato progettuale IF26.0.1.E.ZZ.CL.VI.01.0.3.002.A - Relazione geotecnica di calcolo delle fondazioni.

D	1.2	m
$\alpha$	2.08	-

### 10.6.1 Reazioni globali fase finale

Le massime azioni agenti in testa ai pali sono:

SL	Combo	Max N [kN]	Min N [kN]	Max T [kN]	Max M [kNm]
<b>SLE</b>	01_SLE1	3263	2245	518	1079
	02_SLE2	3219	2305	510	1062
	03_SLE3	3022	2148	503	1048
	04_SLE4	3046	2151	503	1048
<b>SLS</b>	05_SLS1	2842	2196	453	944
	06_SLS2	2816	2231	449	935
	07_SLS3	2839	2162	472	982
	08_SLS4	2859	2164	471	982
<b>SLU</b>	09_SLU1	4556	3258	759	1580
	10_SLU2	4493	3344	748	1558
	11_SLU3	4205	3116	738	1538
	12_SLU4	4241	3120	738	1537
<b>SLV</b>	13_SLV1	4411	460	1405	2927
	14_SLV2	3943	922	1018	2120
	15_SLV3	4227	22	1405	2927
	16_SLV4	3759	484	1018	2120
<b>GEO</b>	17_GEO1	3678	2644	654	1362
	18_GEO2	3623	2718	645	1343
	19_GEO3	3375	2522	636	1326
	20_GEO4	3406	2525	636	1325

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

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	<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>VI0104 001</td> <td>A</td> <td>115 di 163</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	115 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	115 di 163								

### 10.6.2 Reazioni globali modello di prima fase

Le massime azioni agenti in testa ai pali sono:

SL	Combo	Max N [kN]	Min N [kN]	Max T [kN]
<b>SLE</b>	01_SLE1	2610.0	2002.2	453.5
	02_SLE2	2669.3	1966.4	457.4
	03_SLE3	3055.8	1935.7	470.9
	04_SLE4	3077.4	1950.7	470.4
<b>SLS</b>	05_SLS1	2400.7	1986.8	404.7
	06_SLS2	2436.3	1965.3	406.6
	07_SLS3	2829.1	1973.6	438.9
	08_SLS4	2846.3	1985.6	438.6
<b>SLU</b>	09_SLU1	3588.7	2944.1	666.3
	10_SLU2	3674.8	2892.2	668.9
	11_SLU3	4234.5	2846.6	687.2
	12_SLU4	4265.9	2868.3	686.7
<b>GEO</b>	17_GEO1	2867.3	2384.2	574.2
	18_GEO2	2941.5	2339.5	576.7
	19_GEO3	3424.0	2300.0	592.5
	20_GEO4	3451.0	2318.7	592.1

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

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

Spalle: Relazione di calcolo

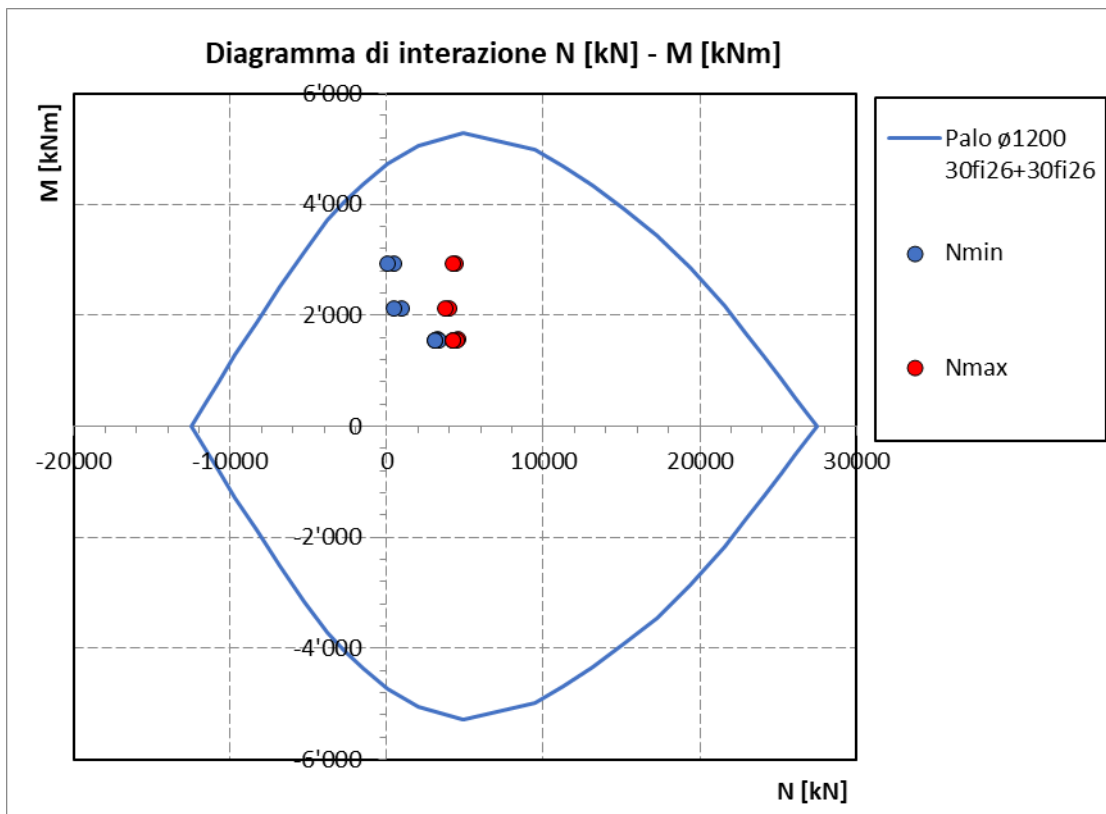
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	116 di 163

### 10.6.3 Verifiche strutturali pali di fondazione

#### 10.6.3.1 Verifiche allo SLU

##### Presso-flessione

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



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

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	117 di 163

Taglio

Verifica a taglio per sezioni circolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)			
classe cls	$R_{ck}$	30	N/mm <sup>2</sup>
resist. Caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	25	N/mm <sup>2</sup>
	$f_{cd}$	14	N/mm <sup>2</sup>
diametro	$\Phi$	1200	mm
Area sezione	A	1130973	mm <sup>2</sup>
copriferro	c	80	mm
Area sezione rettangolare equivalente	$A_{eq}$	941544	mm <sup>2</sup>
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
	$\sigma_{cp}$	0.000	N/mm <sup>2</sup>
	$\alpha_c$	1.00	
Acciaio	$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
B450C	$f_{yd}$	391	N/mm <sup>2</sup>
diametro staffe (spille)	$\varnothing_w$	14	mm
Area staffa (spilla)	$A_{\varnothing_w}$	154	mm <sup>2</sup>
0.9 d	z	838	mm
passo spirale	$s_w$	150	mm
	n° bracci	2	
angolo di inclinazione biella compressa	$\theta$	21.8	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	2.50	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	$\alpha$	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	$A_{s_w} / s_w$	2.05	mm <sup>2</sup> /mm
Taglio resistente per "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	1682	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	2061	kN
taglio sollecitante	$V_{Ed}$	1405	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Rd}$	1	
taglio resistente	$V_{Rd}$	1682	kN
	$V_{Ed}$	<	$V_{Rd}$
		verifica	
FS		1.20	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	118 di 163

### 10.6.3.2 Verifiche allo SLE

#### Tensioni

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

per le combinazioni SLE-RAR:

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

per le combinazioni SLE-QPE:

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

**03\_SLE3**

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

<b>Rck</b>	<b>30</b>	MPa				
<b>fck</b>	<b>24.9</b>	MPa				
<b>fyk</b>	<b>450</b>	MPa				
$\sigma_c$	<b>-6.02</b>	MPa	<	0.55 fck =	-13.70 MPa	VERO
$\sigma_s$	<b>54.2</b>	MPa	<	0.75 fyk =	337.5 MPa	VERO
<b>x</b>	<b>695</b>	mm				1

Le verifiche sono soddisfatte.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	119 di 163

### 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	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	1.58E-04	-
	pos. baric. 1° strato	$c_1$	87	mm	distanza max fessure		
	diametro barre 1° strato	$\phi_1$	26	mm	$s_{r,max}$	446	mm
	numero barre 1° strato	$n_1$	7.839		ampiezza fessure:		
	pos. baric. 2° strato	$c_2$	138	mm	$w_k$	0.070	mm
	diametro barre 2° strato	$\phi_2$	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	$x$	695	mm			
	Tensione massima barre 1° strato	$\sigma_{s,max1}$	54	Mpa			
	Tensione massima barre 2° strato	$\sigma_{s,max2}$	54	Mpa			
	altezza efficace	$h_{c,eff}$	168	mm			
	area efficace relativamente ad una singola barre	$A_{c,eff}$	21473	mm <sup>2</sup>			
	percentuale di armatura relativa a $A_{c,eff}$	$\rho_{p,eff}$	0.049				
	(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	VI0104 001	A	120 di 163

## 11. ANALISI E VERIFICA SPALLA FISSA (S2)

### 11.1 Reazioni globali fase finale

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

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI							
Condizione		N	ML	MT	TL	TT	
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
CARICHI ELEMENTARI IMPALCATO	Permanenti strutturali	<b>G1</b>	3069.9	4297.8	0.0	0.0	0.0
	Permanenti NON strutturali	<b>G2</b>	1564.4	2190.1	0.0	0.0	0.0
	Traffico - 1LM71	<b>Q1,1a</b>	1713.5	2398.9	-3564.1	0.0	0.0
	Traffico - 1SW2	<b>Q1,1b</b>	1723.7	2413.2	-3585.2	0.0	0.0
	Traffico - 2 LM71	<b>Q1,2a</b>	3427.1	4797.9	-274.1	0.0	0.0
	Traffico - 1 LM72 + 1 SW2	<b>Q1,2b</b>	3437.2	4812.0	-274.9	0.0	0.0
	Carico variabile 1 Marciapiede	<b>Qm1</b>	153.1	214.3	-796.3	0.0	0.0
	Carico variabile 2 Marciapiedi	<b>Qm2</b>	306.3	428.8	-30.6	0.0	0.0
	Carico Avviamento	<b>Qa</b>	82.3	4117.5	0.0	-635.2	0.0
	Frenatura LM71	<b>Qf1</b>	49.9	2495.3	0.0	-385.0	0.0
	Frenatura SW2	<b>Qf2</b>	79.3	3969.7	0.0	-612.4	0.0
	Centrifuga 1 LM71	<b>Qc1a</b>	0.0	0.0	-965.6	0.0	-94.2
	Centrifuga 2 LM71	<b>Qc1b</b>	0.0	0.0	-1931.2	0.0	-188.4
	Centrifuga SW2	<b>Qc2</b>	0.0	0.0	-674.5	0.0	-65.8
	Serpeggio 1 treno	<b>QS1</b>	0.0	0.0	-929.5	0.0	-110.0
	Serpeggio 2 treni	<b>QS2</b>	0.0	0.0	-1859.0	0.0	-220.0
	Vento	<b>Qw</b>	0.0	0.0	-2145.3	0.0	-221.0
	Azioni aerodinamiche 1 treno	<b>Qae1</b>	0.0	0.0	-91.0	0.0	-8.8
	Azioni aerodinamiche 2 treni	<b>Qae2</b>	0.0	0.0	-182.7	0.0	-17.7
	Sisma Long con 2 LM71	<b>Elong</b>	302.6	21141.0	0.1	-3288.2	0.0
Sisma Trasv con 2 LM71	<b>Etrasv</b>	0.0	0.0	-12871.1	0.0	-1644.4	
Sisma Vert con 2 LM71	<b>Evert</b>	822.2	1151.0	0.0	0.0	0.0	



Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	121 di 163

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

CONDIZIONE	CONDIZIONE	N	ML	MT	TL	TT
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
		p.p. spalla	SP_Gk1	10762.4	-1096.4	-1540.7
spalla sisma long	SP_Elong	0.0	7588.5	0.1	-3389.8	0.0
spalla sisma trasv	SP_Etrasv	0.0	0.0	-7589.0	0.0	-3390.3
spalla sisma vert	SP_Evert	1689.7	-172.1	-241.9	0.0	0.0
p.p. rinterro	SP_Gk2	6777.2	-14571.0	1260.2	0.0	0.0
rinterro spinta esercizio	SP_Gk2_h	0.0	7241.2	0.1	-3040.2	0.0
rinterro sisma long	SP_Gk2_Elong	0.0	28480.3	0.2	-7153.5	0.0
rinterro sisma trasv	SP_Gk2_Etrasv	0.0	0.0	-10696.8	0.0	-2285.7
rinterro sisma vert	SP_Gk2_Evert	2132.0	-4583.8	396.4	0.0	0.0
permanente	SP_Gk3	847.2	-1821.4	157.5	0.0	0.0
permanente spinta esercizio	SP_Gk3_h	0.0	1654.6	0.0	-353.5	0.0
accidentale	SP_Qk	2941.5	-6324.2	547.0	0.0	0.0
accidentale spinta esercizio	SP_Qk_h	0.0	5750.9	0.0	-1228.7	0.0

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

CONDIZIONE	CONDIZIONE	N	ML	MT	TL	TT
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
		SLE-rara	01_SLE1	29700.8	5769.0	-5134.5
	02_SLE2	29806.4	10563.9	-3003.3	-5870.1	-331.4
	03_SLE3	27839.7	1950.7	-7050.2	-4940.0	-345.6
	04_SLE4	27849.9	1965.0	-6780.3	-4940.0	-317.2
SLE-frequente	05_SLS1	27028.9	2619.4	-2357.5	-4437.0	-255.7
	06_SLS2	27092.2	5496.4	-1078.8	-4879.5	-119.3
	07_SLS3	26875.9	1139.6	-4635.0	-4630.8	-170.4
	08_SLS4	26884.1	1151.0	-4419.0	-4630.8	-147.7
SLU	09_SLU1	42154.6	7796.7	-5354.9	-7611.8	-617.8
	10_SLU2	42307.7	14749.4	-2264.6	-8681.3	-288.3
	11_SLU3	39449.9	2251.7	-8163.3	-7332.7	-308.8
	12_SLU4	39464.6	2272.4	-7771.9	-7332.7	-267.7
SLV	13_SLV1	25990.5	54868.2	-9368.6	-17471.0	-2196.1
	14_SLV2	25778.7	14821.3	-31178.7	-7788.9	-7320.3
	15_SLV3	22615.8	58296.0	-9570.8	-17471.0	-2196.0
	16_SLV4	22404.1	18249.1	-31380.9	-7788.9	-7320.3
GEO	17_GEO1	34139.6	6162.7	-4354.4	-6585.3	-532.6
	18_GEO2	34271.6	12156.4	-1690.3	-7507.3	-248.6
	19_GEO3	31807.1	1381.3	-6779.6	-6344.7	-266.2

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	122 di 163

	20_GEO4	31819.8	1399.2	-6442.2	-6344.7	-230.7
--	---------	---------	--------	---------	---------	--------

## 11.2 Reazioni globali modello di prima fase

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

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI							
Condizione		N	ML	MT	TL	TT	
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
CARICHI ELEMENTARI IMPALCATO	Permanenti strutturali	<b>G1</b>	2046.5	2865.1	4093.0	0.0	0.0
	Permanenti NON strutturali	<b>G2</b>	1042.9	1460.0	2085.8	0.0	0.0
	Traffico - 1LM71	<b>Q1,1a</b>	1713.4	2398.8	3289.8	0.0	0.0
	Traffico - 1SW2	<b>Q1,1b</b>	1723.6	2413.1	3309.4	0.0	0.0
	Carico variabile 1 Marciapiede	<b>Qm1</b>	153.1	214.3	-183.9	0.0	0.0
	Carico variabile 2 Marciapiedi	<b>Qm2</b>	306.3	428.8	582.0	0.0	0.0
	Carico Avviamento	<b>Qa</b>	82.3	4117.4	164.6	-635.2	0.0
	Frenatura LM71	<b>Qf1</b>	49.9	2495.2	99.8	-385.0	0.0
	Frenatura SW2	<b>Qf2</b>	79.3	3969.6	158.6	-612.4	0.0
	Centrifuga 1 LM71	<b>Qc1a</b>	0.0	0.0	-965.5	0.0	-94.2
	Centrifuga SW2	<b>Qc2</b>	0.0	0.0	-674.5	0.0	-65.8
	Serpeggio 1 treno	<b>QS1</b>	0.0	0.0	-929.5	0.0	-110.0
	Vento	<b>Qw</b>	0.0	0.0	-2145.2	0.0	-221.0
	Azioni aerodinamiche 1 treno	<b>Qae1</b>	0.0	0.0	-91.0	0.0	-8.8
	Sisma Long con 2 LM71	<b>Elong</b>	302.6	21140.3	605.2	-3288.2	0.0
	Sisma Trasv con 2 LM71	<b>Etrasv</b>	0.0	0.0	-12870.6	0.0	-1644.3
Sisma Vert con 2 LM71	<b>Evert</b>	822.1	1151.0	1644.2	0.0	0.0	
RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI							
Condizione		N	ML	MT	TL	TT	
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
CARICHI ELEMENTARI SPALLA	p.p. spalla	<b>SP_Gk1</b>	7474.0	-581.9	16343.0	0.0	0.0
	spalla sisma long	<b>SP_Elong</b>	0.0	5275.4	0.0	-2354.2	0.0
	spalla sisma trasv	<b>SP_Etrasv</b>	0.0	0.0	-5275.7	0.0	-2354.4
	spalla sisma vert	<b>SP_Evert</b>	1173.4	-91.4	2565.9	0.0	0.0
	p.p. rinterro	<b>SP_Gk2</b>	4963.9	-10672.3	9356.9	0.0	0.0
	rinterro spinta esercizio	<b>SP_Gk2_h</b>	0.0	5079.2	0.0	-2123.2	0.0
	rinterro sisma long	<b>SP_Gk2_Elong</b>	-0.1	20610.7	0.0	-5144.1	0.0
	rinterro sisma trasv	<b>SP_Gk2_Etrasv</b>	0.0	0.0	-7487.8	0.0	-1600.0
	rinterro sisma vert	<b>SP_Gk2_Evert</b>	1561.5	-3357.3	2943.5	0.0	0.0
	permanente	<b>SP_Gk3</b>	620.5	-1334.0	1169.6	0.0	0.0
	permanente spinta esercizio	<b>SP_Gk3_h</b>	0.0	1211.9	0.0	-258.9	0.0

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	123 di 163

accidentale	SP_Qk	2154.5	-4632.1	4061.1	0.0	0.0
accidentale spinta esercizio	SP_Qk_h	0.0	4212.2	0.0	-900.0	0.0

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

Condizione		N	ML	MT	TL	TT
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
SLE-rara	01_SLE1	18613.3	1257.5	36420.1	-3792.2	-132.6
	02_SLE2	18708.8	6038.1	35791.1	-4529.8	-212.6
	03_SLE3	20179.3	2237.1	37061.2	-3599.7	-345.6
	04_SLE4	20189.5	2251.3	37371.9	-3599.7	-317.2
SLE-frequente	05_SLS1	17627.1	-34.3	35843.7	-3228.2	0.0
	06_SLS2	17684.4	2834.1	35466.3	-3670.7	-48.0
	07_SLS3	19373.0	1395.2	37288.4	-3356.2	-170.4
	08_SLS4	19381.1	1406.7	37536.9	-3356.2	-147.7
SLU	09_SLU1	26380.9	1399.4	53285.8	-5617.8	0.0
	10_SLU2	26519.3	8331.3	52373.7	-6687.3	-116.0
	11_SLU3	28645.4	2811.2	54184.8	-5338.7	-308.9
	12_SLU4	28660.1	2831.9	54635.3	-5338.7	-267.7
SLV	13_SLV1	17948.3	44281.1	28921.7	-13348.6	-1679.6
	14_SLV2	17736.5	11362.7	10554.2	-5798.1	-5598.7
	15_SLV3	15383.1	45743.7	23817.3	-13168.6	-1679.6
	16_SLV4	15171.4	12825.3	5449.8	-5618.1	-5598.7
GEO	17_GEO1	21230.1	805.4	42678.9	-4859.4	0.0
	18_GEO2	21349.5	6781.2	41892.6	-5781.3	-100.0
	19_GEO3	23181.4	2021.3	43449.7	-4618.7	-266.3
	20_GEO4	23194.2	2039.2	43838.1	-4618.7	-230.8

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0104 001	REV. A

### 11.3 Diagrammi di sollecitazione fase finale

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

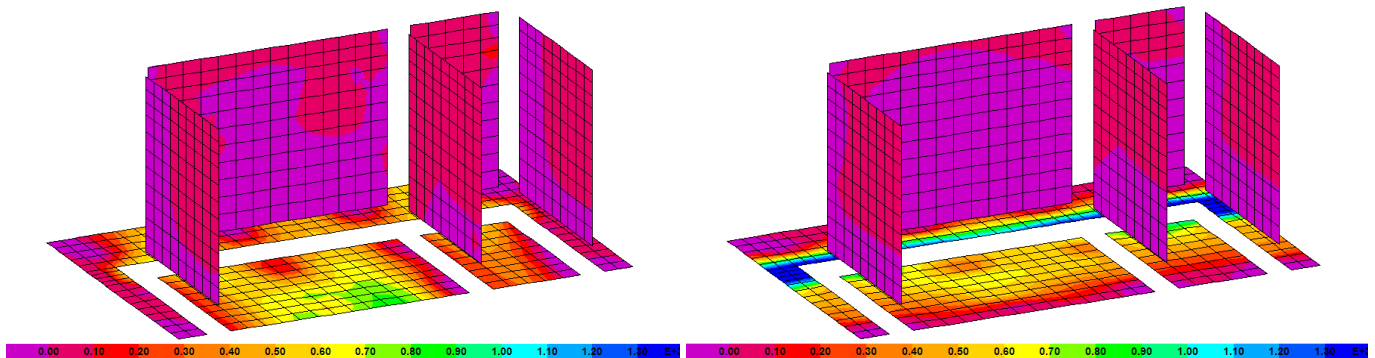


Figura 23 - involucro massimi positivi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

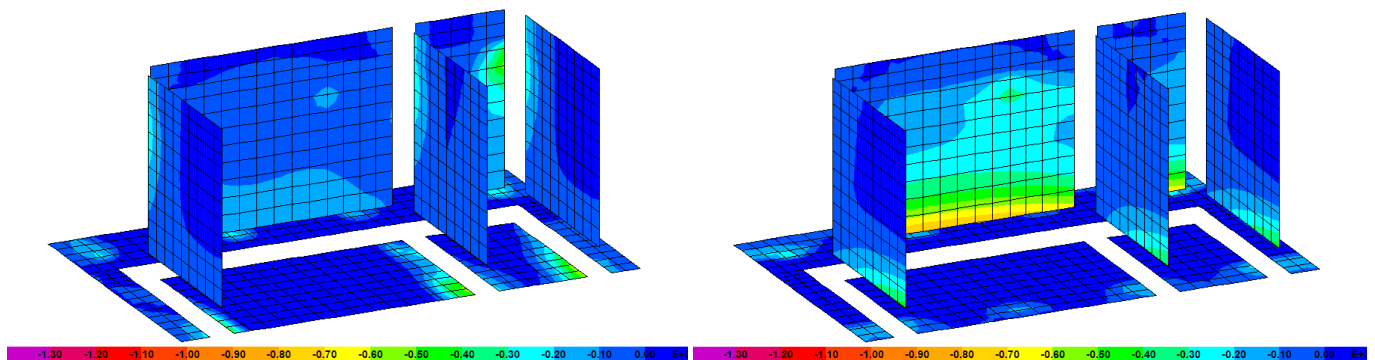
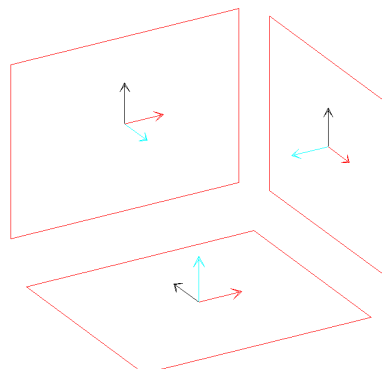


Figura 24 - involucro massimi negativi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

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



	<p><b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b>  <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b>  <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b></p> <p><b>PROGETTO ESECUTIVO</b></p>												
<p><b>Spalle: Relazione di calcolo</b></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>VI0104 001</td> <td>A</td> <td>125 di 163</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	125 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	125 di 163								

Figura 25 - assi locali elementi lastra-piastra

### 11.4 Diagrammi di sollecitazione modello di prima fase

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

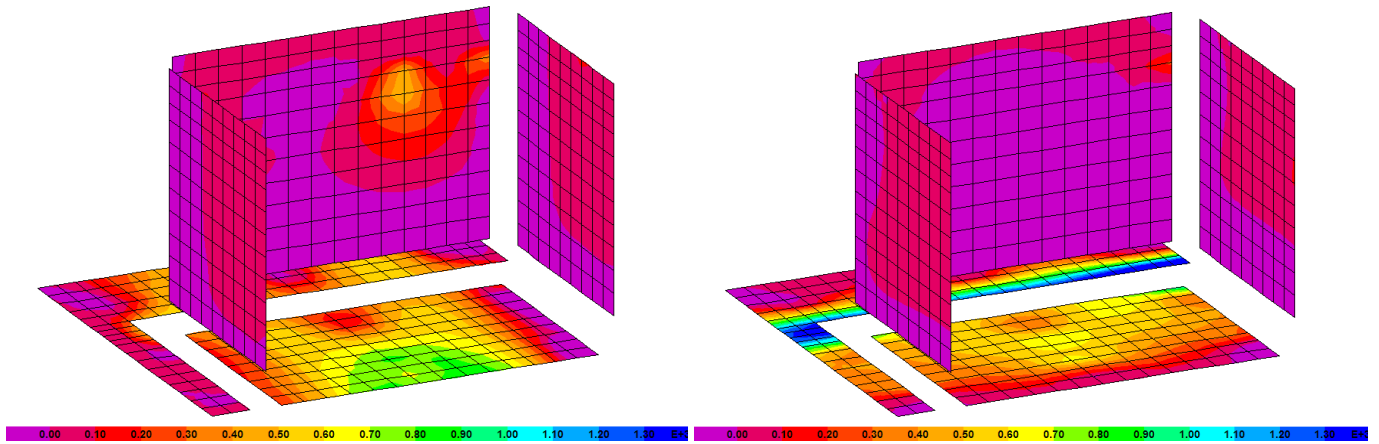


Figura 26 - involucro massimi positivi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

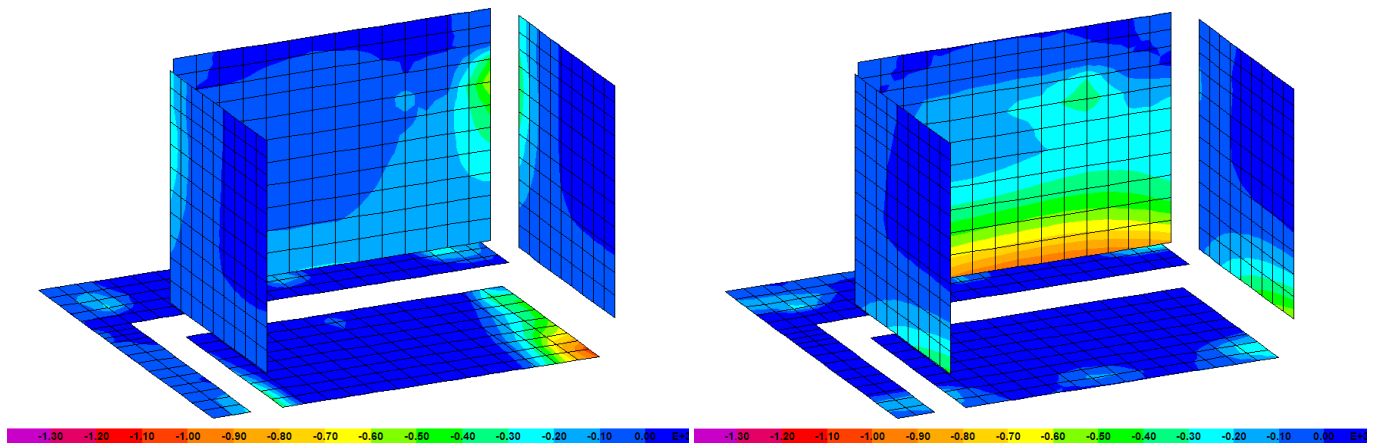


Figura 27 - involucro massimi negativi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	<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>VI0104 001</td> <td>A</td> <td>126 di 163</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	126 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	126 di 163								

## 11.5 Verifiche a flessione e taglio dei muri e della fondazione

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

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

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

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

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	127 di 163

### 11.5.1 Muro frontale

Le verifiche sono riferite alla sezione di spiccato.

muro frontale	<b>H</b>	1400	<b>elem.</b>	M12-65	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi24/100	<b>direz.</b>	2-2	FINALE
arm. verticali	<b>compr.</b>	fi24/200			

#### Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	469	-356	-168	1.62	-24.7	
	02_SLE2	498	-404	-182	1.83	-30.3	
	03_SLE3	343	-315	-163	1.43	-26.8	
	04_SLE4	344	-315	-163	1.43	-26.7	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	391	-297	-144	1.35	-20.5	-0.51
	06_SLS2	408	-325	-152	1.48	-23.9	-0.57
	07_SLS3	330	-293	-152	1.33	-24.2	-0.54
	08_SLS4	331	-294	-152	1.33	-24.1	-0.54
				[MPa]	<b>1.83</b>	<b>-30.3</b>	<b>-0.57</b>

#### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	655	-516	-248	5.10
	10_SLU2	696	-584	-268	4.54
	11_SLU3	471	-455	-240	5.54
	12_SLU4	473	-456	-240	5.54
SLV	13_SLV1	495	-677	-415	3.74
	14_SLV2	333	-354	-199	6.89
	15_SLV3	495	-649	-410	3.91
	16_SLV4	334	-326	-194	7.49
					<b>3.74</b>

#### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	3270	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	826	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	826	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	415	<b><math>CS_V</math></b> <b>1.99</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	128 di 163

muro frontale	<b>H</b>	1400	<b>elem.</b>	M12-65	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi24/100	<b>direz.</b>	2-2	
arm. verticali	<b>compr.</b>	fi24/200			INIZIALE

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	339	-328	-167	1.49	-29.2	
	02_SLE2	375	-407	-197	1.85	-39.9	
	03_SLE3	498	-348	-164	1.58	-21.7	
	04_SLE4	497	-348	-163	1.58	-21.8	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	318	-279	-141	1.27	-22.7	-0.51
	06_SLS2	339	-327	-158	1.48	-29.0	-0.62
	07_SLS3	451	-319	-151	1.45	-20.2	-0.53
	08_SLS4	449	-319	-150	1.45	-20.3	-0.53
				[MPa]	<b>1.85</b>	<b>-39.9</b>	<b>-0.62</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	449	-471	-244	5.33
	10_SLU2	501	-586	-287	4.33
	11_SLU3	679	-501	-239	5.28
	12_SLU4	677	-501	-239	5.28
					<b>4.33</b>

Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	3270	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	826	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	826	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		$V_E$ [kN]	287	$CS_V$	<b>2.88</b>



Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	129 di 163

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

muro frontale	<b>H</b>	1400	<b>elem.</b>	M16-40	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi18/100	<b>direz.</b>	1-1	FINALE
arm. orizzontali	<b>compr.</b>	fi18/200			

### Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	32	-405	166	2.21	-122.6	
	02_SLE2	31	-349	172	1.90	-104.9	
	03_SLE3	24	-421	166	2.28	-128.9	
	04_SLE4	24	-421	166	2.29	-129.2	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	32	-353	137	1.93	-106.2	-0.95
	06_SLS2	31	-319	140	1.74	-95.5	-0.86
	07_SLS3	24	-393	153	2.14	-120.3	-1.07
	08_SLS4	24	-394	153	2.14	-120.5	-1.07
				[MPa]	<b>2.29</b>	<b>-129.2</b>	<b>-1.07</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	37	-606	250	2.14
	10_SLU2	36	-524	260	2.47
	11_SLU3	25	-628	250	2.05
	12_SLU4	25	-629	251	2.05
SLV	13_SLV1	25	173	117	3.80
	14_SLV2	-65	-364	171	3.39
	15_SLV3	7	193	122	3.35
	16_SLV4	-84	-344	177	3.55
					<b>2.05</b>

### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	3277	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	828	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	828	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	260	$CS_V$ <b>3.19</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	130 di 163

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

muro frontale interno	<b>H</b>	1400	<b>elem.</b>	M13-32	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi18/100	<b>direz.</b>	1-1	FINALE
arm. orizzontali	<b>compr.</b>	fi18/200			

### Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$		
SLE-rara	01_SLE1	183	-21	-30	0.19	1.0		
	02_SLE2	185	-21	-25	0.19	1.1		
	03_SLE3	152	-15	-26	0.15	1.0		
	04_SLE4	152	-15	-26	0.15	1.0		
SLE-freq	05_SLS1	155	-17	-25	0.16	0.9		
	06_SLS2	156	-17	-22	0.16	0.9		
	07_SLS3	143	-14	-24	0.14	0.9		
	08_SLS4	143	-14	-24	0.14	0.9		
					[MPa]	<b>0.19</b>	<b>0.9</b>	<b>0.06</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	256	-29	-43	48.66
	10_SLU2	260	-30	-36	48.23
	11_SLU3	211	-20	-37	68.74
	12_SLU4	211	-20	-37	68.53
SLV	13_SLV1	141	-12	22	114.33
	14_SLV2	23	-10	-20	123.83
	15_SLV3	118	-11	24	123.92
	16_SLV4	0	-9	-18	136.01
					<b>48.23</b>

### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	3277	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	828	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	828	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	43	$CS_V$ <b>19.10</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	131 di 163

muro frontale interno	<b>H</b>	1400	<b>elem.</b>	M13-32	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi18/100	<b>direz.</b>	1-1	
arm. orizzontali	<b>compr.</b>	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	-117	-292	15	1.45	-114.4	
	02_SLE2	-115	-187	34	0.87	-80.7	
	03_SLE3	-35	-303	-22	1.61	-102.4	
	04_SLE4	-38	-304	-22	1.62	-103.2	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-79	-255	1	1.30	-95.3	-0.76
	06_SLS2	-77	-192	12	0.95	-75.1	-0.58
	07_SLS3	-39	-285	-21	1.51	-97.2	-0.81
	08_SLS4	-41	-285	-21	1.51	-97.9	-0.81
				[MPa]	<b>1.62</b>	<b>-114.4</b>	<b>-0.81</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-201	-440	29	2.61
	10_SLU2	-198	-286	56	4.01
	11_SLU3	-82	-455	-25	2.68
	12_SLU4	-86	-457	-24	2.67
					<b>2.61</b>

Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	3277	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	828	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	828	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	56	$CS_V$ <b>14.69</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	132 di 163

### 11.5.2 Paraghiaia

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

paraghiaia	<b>H</b>	400	<b>elem.</b>	P3-19	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi24/200	<b>direz.</b>	2-2	FINALE
arm. verticali	<b>compr.</b>	fi20/200			

#### Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	19	-15	-30	0.82	-19.0	
	02_SLE2	19	-15	-30	0.82	-18.8	
	03_SLE3	15	-15	-30	0.82	-19.8	
	04_SLE4	15	-15	-30	0.82	-19.8	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	17	-11	-22	0.59	-12.9	-0.30
	06_SLS2	17	-11	-22	0.59	-12.7	-0.30
	07_SLS3	15	-13	-26	0.71	-16.6	-0.37
	08_SLS4	15	-13	-26	0.71	-16.5	-0.37
				[MPa]	<b>0.82</b>	<b>-19.8</b>	<b>-0.37</b>

#### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	26	-22	-44	12.27
	10_SLU2	27	-22	-44	12.32
	11_SLU3	21	-22	-44	12.21
	12_SLU4	21	-22	-44	12.21
SLV	13_SLV1	20	-54	-101	4.98
	14_SLV2	15	-20	-40	13.07
	15_SLV3	19	-54	-101	4.97
	16_SLV4	14	-20	-40	13.05
					<b>4.97</b>

#### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	808	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	204	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	204	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	101	<b><math>CS_V</math></b> <b>2.01</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	133 di 163

paraghiaia	<b>H</b>	400	<b>elem.</b>	P3-19	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi24/200	<b>direz.</b>	2-2	
arm. verticali	<b>compr.</b>	fi20/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	25	-15	-30	0.82	-17.4	
	02_SLE2	26	-15	-31	0.82	-17.2	
	03_SLE3	36	-15	-30	0.82	-15.0	
	04_SLE4	36	-15	-30	0.82	-15.1	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	25	-11	-22	0.59	-11.1	-0.28
	06_SLS2	25	-11	-22	0.59	-11.0	-0.28
	07_SLS3	33	-13	-26	0.70	-12.5	-0.33
	08_SLS4	33	-13	-26	0.70	-12.5	-0.33
				[MPa]	<b>0.82</b>	<b>-17.4</b>	<b>-0.33</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	33	-22	-44	12.44
	10_SLU2	35	-22	-45	12.38
	11_SLU3	49	-21	-44	12.60
	12_SLU4	49	-21	-44	12.59
					<b>12.38</b>

Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	808	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	204	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	204	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		$V_E$ [kN]	45	$CS_V$	<b>4.54</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	134 di 163

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

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

### Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$		
SLE-rara	01_SLE1	-54	-24	19	1.53	-84.9		
	02_SLE2	-52	-23	30	1.49	-82.3		
	03_SLE3	-49	-24	15	1.55	-83.0		
	04_SLE4	-50	-24	15	1.55	-83.0		
SLE-freq	05_SLS1	-39	-19	12	1.26	-66.6	$\sigma_{traz,el}$	
	06_SLS2	-38	-19	18	1.23	-65.1	-0.73	
	07_SLS3	-43	-21	12	1.41	-74.5	-0.71	
	08_SLS4	-43	-21	12	1.41	-74.6	-0.82	
					[MPa]	<b>1.55</b>	<b>-84.9</b>	<b>-0.82</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-83	-35	29	4.18
	10_SLU2	-80	-34	44	4.31
	11_SLU3	-76	-35	22	4.21
	12_SLU4	-76	-35	23	4.20
SLV	13_SLV1	-43	-11	105	13.87
	14_SLV2	-130	-30	33	4.55
	15_SLV3	-46	-11	109	13.86
	16_SLV4	-133	-30	37	4.54
					<b>4.18</b>

### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	815	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	206	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	206	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	109	$CS_V$ <b>1.89</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	135 di 163

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

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

### Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$		
SLE-rara	01_SLE1	71	-2	52	0.22	1.9		
	02_SLE2	77	-2	61	0.24	2.0		
	03_SLE3	58	-1	47	0.17	1.6		
	04_SLE4	58	-1	47	0.17	1.6		
SLE-freq	05_SLS1	67	-1	41	0.20	1.8	0.11	
	06_SLS2	70	-2	47	0.21	1.9	0.11	
	07_SLS3	59	-1	43	0.17	1.6	0.10	
	08_SLS4	59	-1	43	0.17	1.7	0.10	
					[MPa]	<b>0.24</b>	<b>1.6</b>	<b>0.10</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	103	-2	76	74.51
	10_SLU2	112	-3	88	62.21
	11_SLU3	84	-2	69	103.80
	12_SLU4	84	-2	69	102.40
SLV	13_SLV1	61	-12	129	13.76
	14_SLV2	-54	-28	42	5.39
	15_SLV3	48	-12	126	13.68
	16_SLV4	-67	-28	38	5.33
					<b>5.33</b>

### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	815	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	200	$V_{Rsd}$ [kN]	412	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	412	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	129	$CS_V$ <b>3.19</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	136 di 163

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

**Verifica tensioni in esercizio**

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	-100	-26	55	1.62	-111.9	
	02_SLE2	-95	-26	76	1.58	-108.0	
	03_SLE3	-87	-27	50	1.67	-106.7	
	04_SLE4	-87	-27	50	1.67	-107.0	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-73	-21	41	1.33	-87.4	-0.89
	06_SLS2	-70	-21	54	1.31	-85.1	-0.87
	07_SLS3	-77	-24	45	1.52	-96.1	-0.99
	08_SLS4	-77	-24	45	1.52	-96.4	-0.99
				[MPa]	<b>1.67</b>	<b>-111.9</b>	<b>-0.99</b>

**Resistenza a flessione**

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-151	-39	81	3.45
	10_SLU2	-144	-38	112	3.58
	11_SLU3	-131	-40	74	3.51
	12_SLU4	-132	-40	75	3.50
					<b>3.45</b>

**Resistenza a taglio**

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	815	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
$s_1$ [mm]	200	$V_{Rsd}$ [kN]	412	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	412	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		$V_E$ [kN]	112	$CS_V$	<b>3.67</b>



Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	137 di 163

### 11.5.3 Muri andatori

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

muro andatore	<b>H</b>	800	<b>elem.</b>	A6-65	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi26/200	<b>direz.</b>	2-2	
arm. verticali	<b>compr.</b>	fi20/200			

#### Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	155	-234	-189	3.31	-106.3	
	02_SLE2	112	-230	-188	3.24	-111.5	
	03_SLE3	164	-235	-190	3.34	-105.7	
	04_SLE4	164	-235	-189	3.33	-105.5	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	175	-190	-158	2.72	-78.5	-1.32
	06_SLS2	149	-188	-158	2.68	-81.6	-1.33
	07_SLS3	172	-212	-174	3.03	-91.6	-1.50
	08_SLS4	172	-212	-174	3.03	-91.5	-1.50
				[MPa]	<b>3.34</b>	<b>-111.5</b>	<b>-1.50</b>

#### Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$	
SLU	09_SLU1	211	-342	-280	2.29
	10_SLU2	148	-337	-279	2.26
	11_SLU3	225	-345	-280	2.28
	12_SLU4	224	-344	-280	2.29
SLV	13_SLV1	-223	-183	-156	3.48
	14_SLV2	34	-308	-244	2.35
	15_SLV3	-263	-176	-156	3.54
	16_SLV4	-6	-301	-243	2.36
				<b>2.26</b>	

#### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1790	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	452	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	452	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	280	<b><math>CS_V</math></b> <b>1.61</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	138 di 163

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

muro andatore	<b>H</b>	800	<b>elem.</b>	A6-8	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi18/100	<b>direz.</b>	1-1	FINALE
arm. orizzontali	<b>compr.</b>	fi18/200			

### Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	-18	-142	-156	1.96	-86.8	
	02_SLE2	-84	-147	-158	1.93	-102.3	
	03_SLE3	8	-139	-156	1.95	-80.9	
	04_SLE4	8	-140	-157	1.96	-81.1	
SLE-freq	05_SLS1	7	-113	-124	1.58	-65.2	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	-32	-116	-125	1.58	-74.3	-0.97
	07_SLS3	14	-126	-141	1.77	-71.8	-1.00
	08_SLS4	14	-126	-141	1.77	-72.0	-1.00
				[MPa]	<b>1.96</b>	<b>-102.3</b>	<b>-1.00</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-27	-211	-232	3.22
	10_SLU2	-123	-218	-235	2.96
	11_SLU3	11	-208	-232	3.33
	12_SLU4	10	-208	-233	3.33
SLV	13_SLV1	-457	-140	-135	3.79
	14_SLV2	-117	-187	-214	3.47
	15_SLV3	-484	-144	-138	3.60
	16_SLV4	-145	-191	-218	3.34
					<b>2.96</b>

### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1800	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [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]	235	$CS_V$ <b>3.87</b>

**GEODATA**  
ENGINEERING



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

**Spalle: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	139 di 163

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	140 di 163

#### 11.5.4 Muri andatori interni

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

muro andatore interno	<b>H</b>	800	<b>elem.</b>	A11-65	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi26/200	<b>direz.</b>	2-2	FINALE
arm. verticali	<b>compr.</b>	fi20/200			

#### Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	-59	-25	-2	0.21	-25.6	
	02_SLE2	-142	-24	-2	0.00	-40.9	
	03_SLE3	-38	-27	-2	0.30	-22.4	
	04_SLE4	-38	-27	-2	0.30	-22.2	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-11	-19	-2	0.24	-12.8	-0.16
	06_SLS2	-61	-18	-2	0.04	-22.0	-0.21
	07_SLS3	-19	-23	-2	0.28	-16.3	-0.20
	08_SLS4	-19	-22	-2	0.28	-16.2	-0.20
				[MPa]	<b>0.30</b>	<b>-40.9</b>	<b>-0.21</b>

#### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-108	-36	-3	18.92
	10_SLU2	-228	-34	-3	18.40
	11_SLU3	-77	-38	-3	18.03
	12_SLU4	-78	-38	-3	18.24
SLV	13_SLV1	-714	-124	-76	3.74
	14_SLV2	-117	-330	-240	2.04
	15_SLV3	-713	-121	-75	3.84
	16_SLV4	-117	-327	-239	2.06
					<b>2.04</b>

#### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1790	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	452	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	452	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	240	$CS_V$ <b>1.89</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	141 di 163

muro andatore interno	<b>H</b>	800	<b>elem.</b>	A11-65	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi26/200	<b>direz.</b>	2-2	
arm. verticali	<b>compr.</b>	fi20/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	18	-220	-190	3.02	-122.3	
	02_SLE2	-82	-223	-190	2.95	-141.9	
	03_SLE3	49	-225	-191	3.12	-119.5	
	04_SLE4	49	-224	-191	3.11	-119.3	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	68	-178	-159	2.49	-89.3	-1.34
	06_SLS2	8	-179	-159	2.45	-100.9	-1.42
	07_SLS3	68	-202	-175	2.82	-103.1	-1.53
	08_SLS4	68	-201	-175	2.81	-102.9	-1.53
				[MPa]	<b>3.12</b>	<b>-141.9</b>	<b>-1.53</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	7	-322	-281	2.22
	10_SLU2	-139	-326	-281	2.04
	11_SLU3	52	-329	-283	2.22
	12_SLU4	51	-328	-283	2.22
					<b>2.04</b>

Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1790	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	452	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	452	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		$V_E$ [kN]	283	$CS_V$	<b>1.60</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	142 di 163

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

muro andatore interno	<b>H</b>	800	<b>elem.</b>	A11-8	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi18/100	<b>direz.</b>	1-1	FINALE
arm. orizzontali	<b>compr.</b>	fi18/100			

### Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$		
SLE-rara	01_SLE1	-413	14	14	0.00	-89.5		
	02_SLE2	-521	12	12	0.00	-109.4		
	03_SLE3	-374	16	12	0.00	-82.9		
	04_SLE4	-375	16	12	0.00	-82.8		
SLE-freq	05_SLS1	-337	10	10	0.00	-72.1	$\sigma_{traz,el}$	
	06_SLS2	-402	9	10	0.00	-84.0	-0.46	
	07_SLS3	-345	13	10	0.00	-75.2	-0.53	
	08_SLS4	-345	12	10	0.00	-75.1	-0.49	
					[MPa]	<b>0.00</b>	<b>-109.4</b>	<b>-0.53</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-608	19	19	24.88
	10_SLU2	-764	16	17	26.25
	11_SLU3	-552	22	16	22.97
	12_SLU4	-552	21	16	23.38
SLV	13_SLV1	-1093	-66	-68	4.60
	14_SLV2	-453	-240	-249	2.21
	15_SLV3	-1055	-68	-70	4.67
	16_SLV4	-415	-242	-251	2.25
					<b>2.21</b>

### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1800	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	455	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	455	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	251	$CS_V$ <b>1.81</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	143 di 163

muro andatore interno	<b>H</b>	800	<b>elem.</b>	A11-8	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi18/100	<b>direz.</b>	1-1	
arm. orizzontali	<b>compr.</b>	fi18/100			

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$		
SLE-rara	01_SLE1	-223	-156	-168	1.66	-134.7	
	02_SLE2	-342	-160	-169	1.39	-161.0	
	03_SLE3	-193	-149	-165	1.63	-124.9	
	04_SLE4	-194	-149	-165	1.64	-125.4	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-166	-125	-134	1.36	-105.3	-1.17
	06_SLS2	-237	-127	-135	1.22	-121.0	-1.27
	07_SLS3	-173	-136	-149	1.49	-113.1	-1.26
	08_SLS4	-174	-136	-149	1.50	-113.5	-1.27
				[MPa]	<b>1.66</b>	<b>-161.0</b>	<b>-1.27</b>

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$	
SLU	09_SLU1	-334	-233	-249	2.45
	10_SLU2	-506	-239	-250	2.14
	11_SLU3	-290	-223	-245	2.63
	12_SLU4	-292	-224	-245	2.62
				<b>2.14</b>	

Resistenza a taglio

	ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$		
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1800	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	455	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	455	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		$V_E$ [kN]	250	$CS_V$	<b>1.82</b>

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0104 001	REV. A

### 11.5.5 Muri andatori alti

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

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

#### Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
<b>SLE-rara</b>	01_SLE1	51	-29	4	0.51	-10.5	
	02_SLE2	61	-30	4	0.53	-9.7	
	03_SLE3	45	-29	4	0.51	-11.5	
	04_SLE4	44	-30	3	0.51	-11.6	$\sigma_{traz,el}$
<b>SLE-freq</b>	05_SLS1	41	-23	3	0.40	-7.9	-0.17
	06_SLS2	47	-23	3	0.41	-7.4	-0.17
	07_SLS3	41	-26	3	0.46	-10.1	-0.21
	08_SLS4	41	-26	3	0.46	-10.2	-0.21
				[MPa]	<b>0.53</b>	<b>-11.6</b>	<b>-0.21</b>

#### Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$	
<b>SLU</b>	09_SLU1	70	-44	5	14.86
	10_SLU2	85	-45	4	14.48
	11_SLU3	61	-44	4	14.73
	12_SLU4	61	-44	4	14.71
<b>SLV</b>	13_SLV1	108	-27	6	24.62
	14_SLV2	60	-42	6	15.47
	15_SLV3	107	-28	4	23.55
	16_SLV4	59	-43	4	15.04
					<b>14.48</b>

#### Resistenza a taglio

	ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1593	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	403	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	403	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
	$V_E$ [kN]	6	$CS_V$	<b>72.01</b>



Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	145 di 163

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

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	89	-6	-3	0.18	0.9	
	02_SLE2	89	-6	-3	0.18	0.9	
	03_SLE3	83	-6	-3	0.18	0.8	
	04_SLE4	85	-6	-3	0.18	0.8	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	77	-4	-1	0.14	1.0	0.06
	06_SLS2	77	-4	-2	0.14	1.0	0.06
	07_SLS3	78	-5	-3	0.16	0.8	0.04
	08_SLS4	79	-5	-3	0.16	0.8	0.04
				[MPa]	<b>0.18</b>	<b>0.8</b>	<b>0.04</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	124	-10	-5	69.04
	10_SLU2	124	-10	-6	67.65
	11_SLU3	116	-10	-6	64.09
	12_SLU4	118	-10	-6	65.70
					<b>64.09</b>

Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1593	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	403	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	403	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		$V_E$ [kN]	6	$CS_V$	<b>64.29</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	146 di 163

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

muro andatore superiore	<b>H</b>	720	<b>elem.</b>	B2-1	<b>modello</b>
arm. orizzontali	<b>tesa</b>	fi18/100	<b>direz.</b>	1-1	FINALE
	<b>compr.</b>	fi18/200			

### Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	-40	-103	-140	1.69	-76.3	
	02_SLE2	-99	-107	-141	1.65	-90.3	
	03_SLE3	-12	-102	-140	1.69	-70.1	
	04_SLE4	-13	-102	-140	1.70	-70.3	
SLE-freq	05_SLS1	-13	-82	-110	1.37	-57.3	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	-49	-85	-111	1.35	-65.5	-0.89
	07_SLS3	-6	-92	-125	1.54	-62.3	-0.91
	08_SLS4	-6	-92	-125	1.54	-62.4	-0.91
				[MPa]	<b>1.70</b>	<b>-90.3</b>	<b>-0.91</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-57	-154	-206	3.85
	10_SLU2	-144	-160	-208	3.55
	11_SLU3	-18	-151	-206	3.99
	12_SLU4	-19	-152	-206	3.99
SLV	13_SLV1	-424	-105	-118	4.57
	14_SLV2	-115	-137	-192	4.21
	15_SLV3	-446	-108	-120	4.37
	16_SLV4	-136	-140	-194	4.07
					<b>3.55</b>

### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1603	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	405	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	405	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	208	$CS_V$ <b>1.95</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	147 di 163

muro andatore superiore	<b>H</b>	720	<b>elem.</b>	B2-1	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi18/100	<b>direz.</b>	1-1	
arm. orizzontali	<b>compr.</b>	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	-20	-34	-75	0.54	-26.6	
	02_SLE2	-22	-34	-75	0.55	-27.1	
	03_SLE3	-4	-33	-75	0.55	-22.8	
	04_SLE4	-4	-33	-75	0.55	-22.6	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-13	-26	-58	0.42	-19.8	-0.27
	06_SLS2	-14	-26	-58	0.42	-20.1	-0.28
	07_SLS3	-5	-30	-67	0.49	-20.6	-0.30
	08_SLS4	-5	-29	-67	0.49	-20.4	-0.29
				[MPa]	<b>0.55</b>	<b>-27.1</b>	<b>-0.30</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-32	-52	-111	11.65
	10_SLU2	-35	-52	-111	11.54
	11_SLU3	-9	-50	-111	12.15
	12_SLU4	-8	-50	-111	12.24
					<b>11.54</b>

Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1603	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	405	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	405	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		$V_E$ [kN]	111	$CS_V$	<b>3.63</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	148 di 163

### 11.5.6 Muri andatori interni alti

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

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

#### Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	128	5	4	0.31	2.5	
	02_SLE2	145	4	4	0.33	3.1	
	03_SLE3	110	4	6	0.28	2.1	
	04_SLE4	110	4	6	0.28	2.1	
SLE-freq	05_SLS1	106	3	3	0.25	2.1	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	116	3	3	0.27	2.5	0.12
	07_SLS3	103	4	5	0.25	2.0	0.12
	08_SLS4	103	4	5	0.25	2.0	0.12
[MPa]					<b>0.33</b>	<b>2.0</b>	<b>0.12</b>

#### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	182	6	5	45.07
	10_SLU2	208	6	5	52.56
	11_SLU3	157	6	8	48.05
	12_SLU4	157	6	8	48.83
SLV	13_SLV1	199	-16	-1	24.61
	14_SLV2	120	-59	-13	6.33
	15_SLV3	189	-16	-2	23.71
	16_SLV4	110	-59	-13	6.25
					<b>6.25</b>

#### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1054	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	266	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	266	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	13	<b><math>CS_V</math></b> <b>20.42</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	149 di 163

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

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	57	-34	1	1.21	-27.4	
	02_SLE2	76	-35	1	1.24	-24.7	
	03_SLE3	60	-32	4	1.14	-24.8	
	04_SLE4	59	-32	4	1.15	-24.9	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	48	-26	1	0.94	-20.6	-0.45
	06_SLS2	59	-27	1	0.96	-19.0	-0.44
	07_SLS3	54	-29	3	1.03	-22.2	-0.49
	08_SLS4	54	-29	3	1.03	-22.3	-0.49
				[MPa]	<b>1.24</b>	<b>-27.4</b>	<b>-0.49</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	80	-50	0	7.26
	10_SLU2	108	-52	0	7.19
	11_SLU3	84	-48	5	7.69
	12_SLU4	84	-48	4	7.67
					<b>7.19</b>

Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1054	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	266	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	266	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		$V_E$ [kN]	5	$CS_V$	<b>58.06</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	150 di 163

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

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

#### Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	-433	9	12	0.00	-95.2	
	02_SLE2	-534	8	11	0.00	-113.2	
	03_SLE3	-385	11	10	0.00	-87.2	
	04_SLE4	-385	10	10	0.00	-87.0	
SLE-freq	05_SLS1	-353	6	9	0.00	-76.2	$\sigma_{traz,el}$ -0.74
	06_SLS2	-413	5	9	0.00	-87.0	-0.82
	07_SLS3	-355	8	9	0.00	-78.8	-0.78
	08_SLS4	-355	8	9	0.00	-78.7	-0.78
				[MPa]	<b>0.00</b>	<b>-113.2</b>	<b>-0.82</b>

#### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-634	13	16	21.50
	10_SLU2	-780	10	15	23.68
	11_SLU3	-564	14	14	19.64
	12_SLU4	-564	14	13	20.03
SLV	13_SLV1	-1039	-50	-58	3.74
	14_SLV2	-453	-179	-218	1.71
	15_SLV3	-1001	-52	-59	3.80
	16_SLV4	-415	-180	-220	1.74
					<b>1.71</b>

#### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1061	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	200	$V_{Rsd}$ [kN]	536	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	536	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	220	$CS_V$ <b>2.44</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	151 di 163

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

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$		
SLE-rara	01_SLE1	-205	-115	-144	3.22	-158.9	
	02_SLE2	-312	-119	-144	3.10	-184.7	
	03_SLE3	-185	-110	-143	3.11	-150.0	
	04_SLE4	-186	-110	-143	3.12	-150.5	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-154	-92	-114	2.59	-125.0	-2.05
	06_SLS2	-218	-94	-114	2.53	-140.5	-2.21
	07_SLS3	-165	-100	-128	2.84	-135.9	-2.23
	08_SLS4	-166	-100	-128	2.84	-136.3	-2.24
				[MPa]	<b>3.22</b>	<b>-184.7</b>	<b>-2.24</b>

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$	
SLU	09_SLU1	-304	-171	-212	1.96
	10_SLU2	-459	-177	-212	1.72
	11_SLU3	-275	-165	-211	2.07
	12_SLU4	-277	-165	-211	2.07
				<b>1.72</b>	

Resistenza a taglio

	ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
$\phi$ [mm]	12	$V_{Rcd}$ [kN]	1061	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	200	$V_{Rsd}$ [kN]	536	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	536	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	212	<b><math>CS_V</math></b> <b>2.53</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	152 di 163

### 11.5.7 Plinto

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

plinto	<b>H</b>	1800	<b>elem.</b>	F23-3	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi24/100	<b>direz.</b>	2-2	FINALE
arm. longitudinali	<b>compr.</b>	fi24/200			

#### Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	-13	1192	572	3.29	-165.8	
	02_SLE2	-9	1305	641	3.60	-181.0	
	03_SLE3	2	1005	486	2.78	-138.4	
	04_SLE4	0	1009	488	2.79	-139.2	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-28	1049	497	2.88	-147.6	-1.69
	06_SLS2	-26	1116	538	3.07	-156.7	-1.80
	07_SLS3	-12	979	469	2.70	-136.3	-1.57
	08_SLS4	-13	982	471	2.71	-136.9	-1.58
				[MPa]	<b>3.60</b>	<b>-181.0</b>	<b>-1.80</b>

#### Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$	
SLU	09_SLU1	-20	1724	833	1.69
	10_SLU2	-14	1887	933	1.55
	11_SLU3	2	1452	709	2.02
	12_SLU4	0	1458	711	2.01
SLV	13_SLV1	217	1667	1054	1.86
	14_SLV2	183	815	465	3.78
	15_SLV3	244	1574	1014	1.99
	16_SLV4	210	723	425	4.29
				<b>1.55</b>	

#### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [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]	1054	<b><math>CS_V</math></b> <b>1.81</b>



Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	153 di 163

plinto	H	1800	elem.	F23-3	modello
	tesa	fi24/100	direz.	2-2	INIZIALE
arm. longitudinali	compr.	fi24/200			

### Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$		
SLE-rara	01_SLE1	78	873	408	2.46	-112.9	
	02_SLE2	102	967	474	2.72	-123.5	
	03_SLE3	73	942	424	2.64	-123.0	
	04_SLE4	70	949	428	2.66	-124.1	
SLE-freq	05_SLS1	48	817	373	2.28	-108.0	$\sigma_{traz,el}$ -1.28
	06_SLS2	62	873	413	2.45	-114.4	-1.36
	07_SLS3	54	913	411	2.56	-120.8	-1.43
	08_SLS4	52	919	413	2.57	-121.7	-1.44
			[MPa]	<b>2.72</b>	<b>-124.1</b>	<b>-1.44</b>	

### Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$	
SLU	09_SLU1	107	1277	604	2.36
	10_SLU2	141	1413	701	2.16
	11_SLU3	99	1376	628	2.19
	12_SLU4	95	1386	633	2.17
				<b>2.16</b>	

### Resistenza a taglio

	ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
$\phi$ [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]	701	$CS_V$	<b>2.73</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	154 di 163

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

plinto	<b>H</b>	1800	<b>elem.</b>	F8-37	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi24/100	<b>direz.</b>	1-1	FINALE
arm. trasversali	<b>compr.</b>	fi24/200			

#### Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	-163	-141	368	0.11	-36.8	
	02_SLE2	-160	-141	362	0.12	-36.5	
	03_SLE3	-171	-147	370	0.10	-38.4	
	04_SLE4	-171	-145	369	0.10	-38.4	
SLE-freq	05_SLS1	-135	-92	325	0.00	-27.2	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	-133	-92	321	0.00	-27.0	-0.22
	07_SLS3	-157	-119	346	0.00	-33.1	-0.27
	08_SLS4	-157	-118	346	0.00	-33.1	-0.27
				[MPa]	<b>0.12</b>	<b>-38.4</b>	<b>-0.27</b>

#### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-247	-209	534	13.09
	10_SLU2	-243	-209	525	13.10
	11_SLU3	-259	-217	537	12.57
	12_SLU4	-260	-215	536	12.66
SLV	13_SLV1	30	-245	370	12.08
	14_SLV2	-60	-419	460	6.88
	15_SLV3	20	-268	325	11.02
	16_SLV4	-69	-442	415	6.51
					<b>6.51</b>

#### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [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]	537	$CS_V$ <b>3.56</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	155 di 163

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

plinto interno	<b>H</b>	1800	<b>elem.</b>	F5-28	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi24/100	<b>direz.</b>	1-1	FINALE
arm. trasversali	<b>compr.</b>	fi24/200			

### Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	-427	-60	322	0.00	-78.5	
	02_SLE2	-405	-73	366	0.00	-70.1	
	03_SLE3	-427	-64	317	0.00	-77.3	
	04_SLE4	-427	-63	317	0.00	-77.5	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-380	-42	272	0.00	-72.7	-0.26
	06_SLS2	-367	-51	299	0.00	-67.6	-0.27
	07_SLS3	-403	-53	293	0.00	-75.0	-0.29
	08_SLS4	-403	-52	293	0.00	-75.2	-0.29
				[MPa]	<b>0.00</b>	<b>-78.5</b>	<b>-0.29</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-619	-85	483	28.59
	10_SLU2	-587	-105	546	23.48
	11_SLU3	-619	-92	475	26.52
	12_SLU4	-619	-91	475	26.86
SLV	13_SLV1	-200	-357	741	7.77
	14_SLV2	-647	-469	320	5.13
	15_SLV3	-180	-355	708	7.84
	16_SLV4	-627	-468	287	5.18
					<b>5.13</b>

### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [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]	741	$CS_V$ <b>2.58</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	156 di 163

plinto interno	<b>H</b>	1800	<b>elem.</b>	F5-28	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi24/100	<b>direz.</b>	1-1	
arm. trasversali	<b>compr.</b>	fi24/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	-494	-351	461	0.00	-101.5	
	02_SLE2	-487	-351	530	0.00	-100.7	
	03_SLE3	-499	-378	453	0.00	-105.6	
	04_SLE4	-499	-376	452	0.00	-105.3	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-430	-289	389	0.00	-86.1	-0.68
	06_SLS2	-426	-289	431	0.00	-85.6	-0.68
	07_SLS3	-465	-336	417	0.00	-96.3	-0.77
	08_SLS4	-465	-334	417	0.00	-96.0	-0.77
				[MPa]	<b>0.00</b>	<b>-105.6</b>	<b>-0.77</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-722	-500	680	4.70
	10_SLU2	-712	-500	780	4.72
	11_SLU3	-729	-539	669	4.35
	12_SLU4	-729	-535	668	4.38
					<b>4.35</b>

Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [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]	780	$CS_V$ <b>2.45</b>

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0104 001	REV. A

## 11.6 Palificata

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

Il valore del momento flettente agente alla testa del palo (valore massimo) viene calcolato sulla base di quanto indicato nell'elaborato progettuale IF26.0.1.E.ZZ.CL.VI.01.0.3.002.A - Relazione geotecnica di calcolo delle fondazioni.

D	1.2	m
$\alpha$	2.08	-

### 11.6.1 Reazioni globali fase finale

Le massime azioni agenti in testa ai pali sono:

SL	Combo	Max N [kN]	Min N [kN]	Max T [kN]	Max M [kNm]
<b>SLE</b>	01_SLE1	2778.2	2136.2	455	947.8
	02_SLE2	2903.4	2025.7	508.8	1059.9
	03_SLE3	2537.5	2072.7	431.7	899.3
	04_SLE4	2532.6	2079.2	430.8	897.4
<b>SLS</b>	05_SLS1	2383.6	2088.3	385.6	803.3
	06_SLS2	2459.8	2022	418.5	871.8
	07_SLS3	2373.4	2076	399.9	833.1
	08_SLS4	2369.4	2081.1	399.3	831.8
<b>SLU</b>	09_SLU1	3885	3088.7	667.5	1390.5
	10_SLU2	4066.5	2928.4	746.5	1555.1
	11_SLU3	3535.8	2995.7	634.5	1321.8
	12_SLU4	3528.7	3005	633.3	1319.3
<b>SLV</b>	13_SLV1	4270.7	21.9	1478.3	3079.6
	14_SLV2	3374.9	911.4	939.2	1956.5
	15_SLV3	4114.3	-380.1	1478.2	3079.4
	16_SLV4	3218.5	509.4	939.1	1956.3
<b>GEO</b>	17_GEO1	3141.8	2505.6	577.4	1202.8
	18_GEO2	3298.3	2367.4	645.5	1344.7
	19_GEO3	2840.8	2425.3	548.9	1143.5
	20_GEO4	2834.6	2433.3	547.9	1141.4

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

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Spalle: Relazione di calcolo</b>	<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>VI0104 001</td> <td>A</td> <td>158 di 163</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	158 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	158 di 163								

### 11.6.2 Reazioni globali modello di prima fase

Le massime azioni agenti in testa ai pali sono:

SL	Combo	Max N [kN]	Min N [kN]	Max T [kN]
<b>SLE</b>	01_SLE1	2271.8	1841.7	424.2
	02_SLE2	2535.4	1598.1	506.2
	03_SLE3	2596.5	1865.2	412.7
	04_SLE4	2587.2	1876.6	411.4
<b>SLS</b>	05_SLS1	2063.1	1852.8	360.2
	06_SLS2	2200.9	1706.6	409.2
	07_SLS3	2392.2	1890.4	379.7
	08_SLS4	2384.8	1899.5	378.8
<b>SLU</b>	09_SLU1	3137.6	2690.5	628.8
	10_SLU2	3519.8	2337.1	748.5
	11_SLU3	3608.2	2723.6	603.5
	12_SLU4	3594.6	2740.1	601.8
<b>GEO</b>	17_GEO1	2517.8	2171.5	543.8
	18_GEO2	2847.3	1866.9	646.9
	19_GEO3	2923.3	2199.9	522.0
	20_GEO4	2911.7	2214.1	520.6

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

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

Spalle: Relazione di calcolo

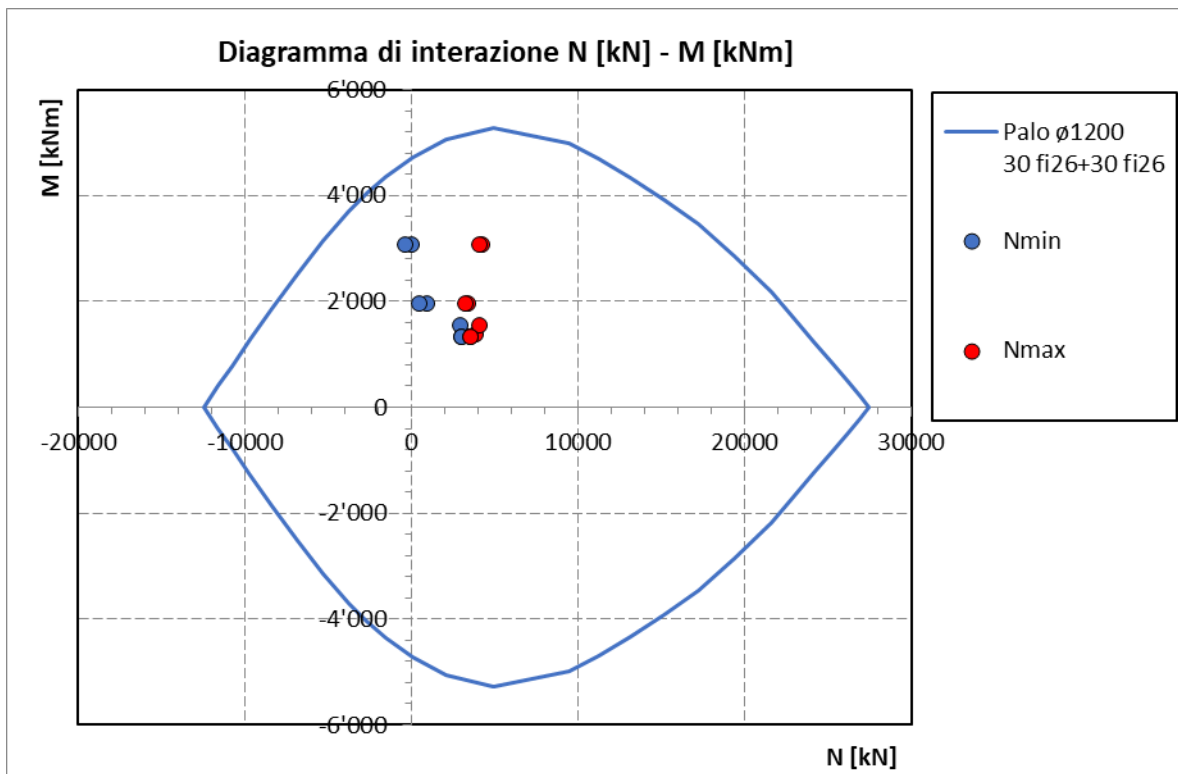
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	159 di 163

### 11.6.3 Verifiche strutturali pali di fondazione

#### 11.6.3.1 Verifiche allo SLU

##### Presso-flessione

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



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

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	160 di 163

Taglio

Verifica a taglio per sezioni circolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)			
classe cls	$R_{ck}$	30	N/mm <sup>2</sup>
resist. Caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	25	N/mm <sup>2</sup>
	$f_{cd}$	14	N/mm <sup>2</sup>
diametro	$\Phi$	1200	mm
Area sezione	A	1130973	mm <sup>2</sup>
copriferro	c	80	mm
Area sezione rettangolare equivalente	$A_{eq}$	941544	mm <sup>2</sup>
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
	$\sigma_{op}$	0.000	N/mm <sup>2</sup>
	$\alpha_c$	1.00	
Acciaio	$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
B450C	$f_{yd}$	391	N/mm <sup>2</sup>
diametro staffe (spille)	$\varnothing_w$	14	mm
Area staffa (spilla)	$A_{\varnothing_w}$	154	mm <sup>2</sup>
0.9 d	z	838	mm
passo spirale	$s_w$	150	mm
	n° bracci	2	
angolo di inclinazione biella compressa deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\theta$	21.8	°
	$\cot(\theta)$	2.50	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	$\alpha$	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	$A_{s_w} / s_w$	2.05	mm <sup>2</sup> /mm
Taglio resistente per "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	1682	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	2061	kN
taglio sollecitante	$V_{Ed}$	1478	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Rd}$	1	
taglio resistente	$V_{Rd}$	1682	kN
	$V_{Ed}$	<	$V_{Rd}$
		verifica	
FS		1.14	



Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	161 di 163

### 11.6.3.2 Verifiche allo SLE

#### Tensioni

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

per le combinazioni SLE-RAR:

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

per le combinazioni SLE-QPE:

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

**04\_SLE4**

Materiali	B450C	C25/30
$E_{su}$	10	2
$f_{yd}$	391.3	3.5
$E_s$	200000	13.28
$E_s/E_c$	15	0.91
$E_{spyd}$	1.957	9.75
$\sigma_{s,adm}$	255	0.6
$\tau_{c1}$	1.829	

Parametro	Valore	Limite	Stato	
Rck	30	MPa		
fck	24.9	MPa		
fyk	450	MPa		
$\sigma_c$	-5.2	MPa	< 0.55 fck = -13.70 MPa	VERO
$\sigma_s$	40.5	MPa	< 0.75 fyk = 337.5 MPa	VERO
x	733	mm		1

Le verifiche sono soddisfatte.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	162 di 163

Fessurazione

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

per le combinazioni SLE-RAR:

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

		INPUT			OUTPUT		
		$R_{ck}$	30	Mpa	diff. def. armature-clc		
	dimensione	$h$	1200	mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	1.18E-04	-
	pos. baric. 1° strato	$c_1$	87	mm	distanza max fessure		
	diametro barre 1° strato	$\phi_1$	26	mm	$S_{r,max}$	437	mm
	numero barre 1° strato	$n_1$	7.839		ampiezza fessure:		
	pos. baric. 2° strato	$c_2$	138	mm	$w_k$	0.052	mm
	diametro barre 2° strato	$\phi_2$	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	$x$	733	mm			
	Tensione massima barre 1° strato	$\sigma_{s,max1}$	41	Mpa			
	Tensione massima barre 2° strato	$\sigma_{s,max2}$	41	Mpa			
	altezza efficace	$h_{c,eff}$	156	mm			
	area efficace relativamente ad una singola barre	$A_{c,eff}$	19857	mm <sup>2</sup>			
	percentuale di armatura relativa a $A_{c,eff}$	$\rho_{p,eff}$	0.053				
	(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	$k_1$	0.6				
	(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 liscie)	$k_1$	0.8				
	(0.5 per flessione; 1 trazione)	$k_2$	0.5				
		$k_3$	3.4				
		$k_4$	0.425				

**Spalle: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0104 001	A	163 di 163

## **12. INCIDENZE**

Muri andatori	120 kg/mc
Muro frontale	70 kg/mc
Paraghiaia	100 kg/mc
Plinto	90 kg/mc
Pali	180 kg/mc