

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

VI02 – Ponte dal km 17+634 al km 17+656

Spalle: Relazione di calcolo

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

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I F 2 6	1 2	E	Z Z	C L	V I 0 2 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.02.0.4.001A.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>VI0204 001</td> <td>A</td> <td>2 di 158</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	2 di 158
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	2 di 158								

## 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) .....	14
3.4 CALCESTRUZZO PER ELEVAZIONI (C 32/40).....	15
3.5 CALCESTRUZZO MAGRO PER GETTI DI LIVELLAMENTO/SOTTOFONDAZIONI (C12/15).....	16
3.6 ACCIAIO IN BARRE D'ARMATURA PER C.A. (B450C).....	17
<b>4. CARATTERIZZAZIONE E CRITERI DI PROGETTAZIONE GEOTECNICA .....</b>	<b>18</b>
<b>5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO .....</b>	<b>18</b>
5.1 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO DELL'OPERA .....	20
5.2 PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA .....	21
5.3 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CATEGORIA TOPOGRAFICA .....	27
<b>6. ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>29</b>
6.1 CARICHI PROVENIENTI DALL'IMPALCATO .....	29
6.1.1 <i>Pesi permanenti strutturali e non strutturali</i> .....	29
6.1.2 <i>Carichi variabili sui marciapiedi</i> .....	31
6.1.3 <i>Carichi variabili da traffico</i> .....	31
6.1.3.1 <i>Azioni da traffico ferroviario</i> .....	31

  	<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>VI0204 001</td> <td>A</td> <td>3 di 158</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	3 di 158
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	3 di 158								

6.1.3.2	<i>Incremento dinamico</i> .....	33
6.1.3.3	<i>Contemporaneità dei treni sui binari</i> .....	35
6.1.4	<i>Azioni orizzontali da avviamento / frenatura</i> .....	35
6.1.5	<i>Forza centrifuga</i> .....	35
6.1.6	<i>Serpeggio</i> .....	36
6.1.7	<i>Azioni parassite dei vincoli</i> .....	36
6.1.8	<i>Azioni da Vento</i> .....	38
6.1.9	<i>Azioni aerodinamiche indotte dal transito dei convogli</i> .....	44
6.1.10	<i>Tabelle riepilogo Scarichi impalcato</i> .....	46
6.2	<b>SPINTA DEL TERRENO DEL RILEVATO IN CONDIZIONI STATICHE</b> .....	48
6.3	<b>SPINTA DEL SOVRACCARICO ACCIDENTALE CONDIZIONI STATICHE</b> .....	49
6.4	<b>AZIONE SISMICA</b> .....	50
6.4.1	<i>Azioni sismiche sulle Spalle</i> .....	50
6.4.2	<i>Sovraspinta sismica del terreno</i> .....	53
7.	<b>COMBINAZIONI DI CARICO</b> .....	54
8.	<b>CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI</b> .....	59
8.1	<b>VERIFICHE ALLO SLU</b> .....	59
8.1.1	<i>Pressoflessione</i> .....	59
8.1.2	<i>Taglio</i> .....	61
8.2	<b>VERIFICA SLE</b> .....	63
8.2.1	<i>Verifiche alle tensioni</i> .....	63
8.2.2	<i>Verifiche a fessurazione</i> .....	64
9.	<b>MODELLI DI CALCOLO</b> .....	65
9.1	<b>MODELLO FEM</b> .....	65

  	<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>VI0204 001</td> <td>A</td> <td>4 di 158</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	4 di 158
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	4 di 158								

<b>9.2</b>	<b>MODELLO FEM FASI COSTRUTTIVE.....</b>	<b>69</b>
<b>10.</b>	<b>ANALISI E VERIFICA SPALLA MOBILE (S1).....</b>	<b>70</b>
<b>10.1</b>	<b>REAZIONI GLOBALI FASE FINALE.....</b>	<b>70</b>
<b>10.2</b>	<b>REAZIONI GLOBALI MODELLO DI PRIMA FASE.....</b>	<b>72</b>
<b>10.3</b>	<b>DIAGRAMMI DI SOLLECITAZIONE FASE FINALE.....</b>	<b>74</b>
<b>10.4</b>	<b>DIAGRAMMI DI SOLLECITAZIONE MODELLO DI PRIMA FASE.....</b>	<b>75</b>
<b>10.5</b>	<b>VERIFICHE A FLESSIONE E TAGLIO DEI MURI E DELLA FONDAZIONE.....</b>	<b>76</b>
	<i>10.5.1 Muro frontale.....</i>	<i>77</i>
	<i>10.5.2 Paraghiaia.....</i>	<i>82</i>
	<i>10.5.3 Muri andatori.....</i>	<i>87</i>
	<i>10.5.4 Muri andatori interni.....</i>	<i>90</i>
	<i>10.5.5 Muri andatori alti.....</i>	<i>94</i>
	<i>10.5.6 Muri andatori interni alti.....</i>	<i>98</i>
	<i>10.5.7 Plinto.....</i>	<i>102</i>
<b>10.6</b>	<b>PALIFICATA.....</b>	<b>107</b>
	<i>10.6.1 Reazioni globali fase finale.....</i>	<i>107</i>
	<i>10.6.2 Reazioni globali modello di prima fase.....</i>	<i>108</i>
	<i>10.6.3 Verifiche strutturali pali di fondazione.....</i>	<i>109</i>
	<i>10.6.3.1.....</i>	<i>Verifiche allo SLU</i>
	<i>109</i>	
	<i>10.6.3.2.....</i>	<i>Verifiche allo SLE</i>
	<i>112</i>	
<b>11.</b>	<b>ANALISI E VERIFICA SPALLA FISSA (S2).....</b>	<b>114</b>
<b>11.1</b>	<b>REAZIONI GLOBALI FASE FINALE.....</b>	<b>114</b>
<b>11.2</b>	<b>REAZIONI GLOBALI MODELLO DI PRIMA FASE.....</b>	<b>116</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>VI0204 001</td> <td>A</td> <td>5 di 158</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	5 di 158
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	5 di 158								

<b>11.3</b>	<b>DIAGRAMMI DI SOLLECITAZIONE FASE FINALE.....</b>	<b>118</b>
<b>11.4</b>	<b>DIAGRAMMI DI SOLLECITAZIONE MODELLO DI PRIMA FASE.....</b>	<b>119</b>
<b>11.5</b>	<b>VERIFICHE A FLESSIONE E TAGLIO DEI MURI E DELLA FONDAZIONE .....</b>	<b>120</b>
	<i>11.5.1 Muro frontale.....</i>	<i>121</i>
	<i>11.5.2 Paragliaia .....</i>	<i>126</i>
	<i>11.5.3 Muri andatori.....</i>	<i>131</i>
	<i>11.5.4 Muri andatori interni .....</i>	<i>134</i>
	<i>11.5.5 Muri andatori alti.....</i>	<i>138</i>
	<i>11.5.6 Muri andatori interni alti .....</i>	<i>142</i>
	<i>11.5.7 Plinto .....</i>	<i>146</i>
<b>11.6</b>	<b>PALIFICATA.....</b>	<b>151</b>
	<i>11.6.1 Reazioni globali fase finale .....</i>	<i>151</i>
	<i>11.6.2 Reazioni globali modello di prima fase .....</i>	<i>152</i>
	<i>11.6.3 Verifiche strutturali pali di fondazione .....</i>	<i>153</i>
	<i>11.6.3.1 .....</i>	<i>Verifiche allo SLU</i>
	<i>154</i>	
	<i>11.6.3.2 .....</i>	<i>Verifiche allo SLE</i>
	<i>156</i>	
<b>12.</b>	<b>INCIDENZE.....</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 VI0204 001	REV. A	FOGLIO 6 di 158

## 1. GENERALITA'

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

Le Analisi e Verifiche nel seguito esposte fanno in particolare riferimento alle sottostrutture (Spalla mobile e fissa) del Ponte VI02, previsto sull'asse principale del tracciato di progetto, tra le pk 17+638.32 – 17+627.32.

### 1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto in esame è costituito da un'unica campata di luce pari a 22.00 m.

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

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

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

Di seguitosi riportano alcune sezioni rappresentative delle sottostrutture:

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	7 di 158

## SEZIONE TRASVERSALE SPALLA S1-Scala 1:100

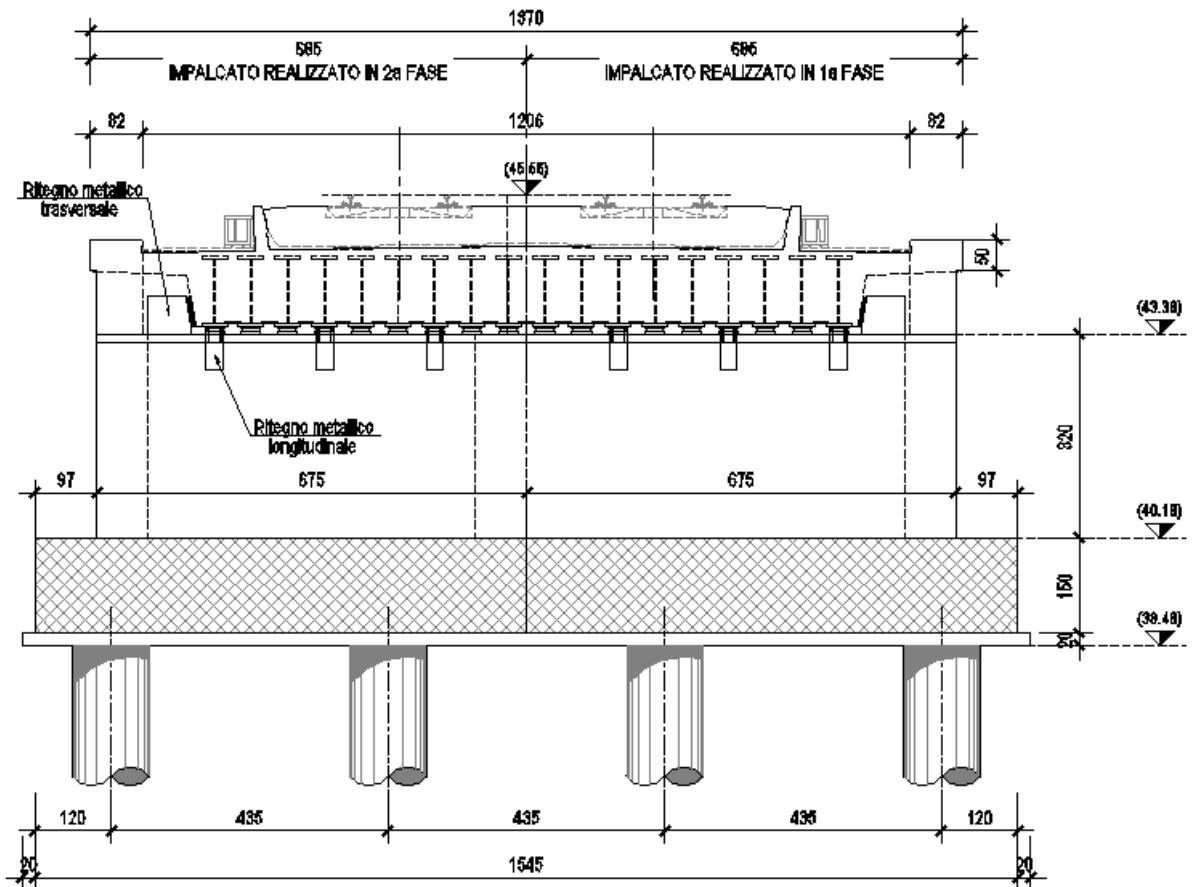


Figura 1 – Spalla S1

## SEZIONE TRASVERSALE SPALLA S2-Scala 1:100

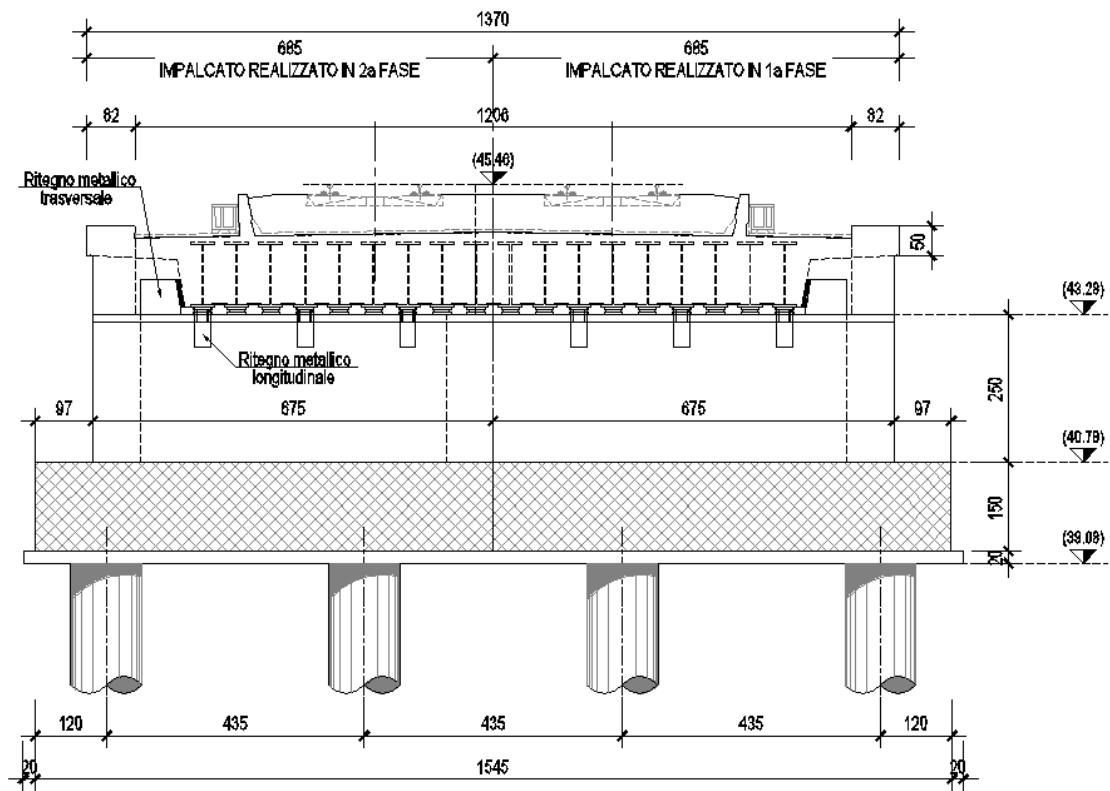


Figura 2 – Spalla S2

### 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>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0204 001	REV. A	FOGLIO 9 di 158

## 2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

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

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

### 2.1 **Elaborati di riferimento**

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

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

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	10 di 158

### 3. MATERIALI

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

#### 3.1 CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI

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

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

Classe esposizione norma UNI 9958	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
<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 nell'isolamento 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.	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0,50	C 25/30	3,0
3	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	0,45	C 28/35	3,0
<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.

Classi di esposizione secondo norma UNI - 11104

  	<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>VI0204 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			
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti			XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Massimo rapporto <i>a/c</i>	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	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	VI0204 001	A	12 di 158

$f_{ctm} = 2.56$  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)

**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	VI0204 001	A	13 di 158

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

  	<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 VI0204 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:

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

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:

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

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

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

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

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

Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:

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

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

$$\eta = 1.00$$

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	15 di 158

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

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

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

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

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

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

**3.4 Calcestruzzo per Elevazioni (C 32/40)**

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:

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

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

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

Resistenza a compressione cilindrica media:

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

Resistenza a trazione assiale:

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

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

Resistenza a trazione per flessione:

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

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

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

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

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

Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:

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

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

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

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

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

  	<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 VI0204 001	REV. A

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

**Modulo di elasticità normale :**  $E_{cm} =$   MPa  
**Modulo di elasticità tangenziale:**  $G_{cm} =$   MPa

**Modulo di Poisson:**  
 $\nu =$

**Coefficiente di dilatazione lineare**  
 $\alpha =$   °C<sup>-1</sup>

**Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo**  
 $\eta =$  1.00

$f_{bd} =$   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)

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

$\sigma_{\max R} = (0,55 f_{ck}) =$   MPa (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:**

$R_{ck} =$   MPa

**Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:**

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

**Resistenza a compressione cilindrica media:**

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

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>VI0204 001</td> <td>A</td> <td>17 di 158</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	17 di 158
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	17 di 158								

### 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>VI0204 001</td> <td>A</td> <td>18 di 158</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	18 di 158
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	18 di 158								

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

Il ponte ricade alle chilometriche 17+638.32 – 17+627.32 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:

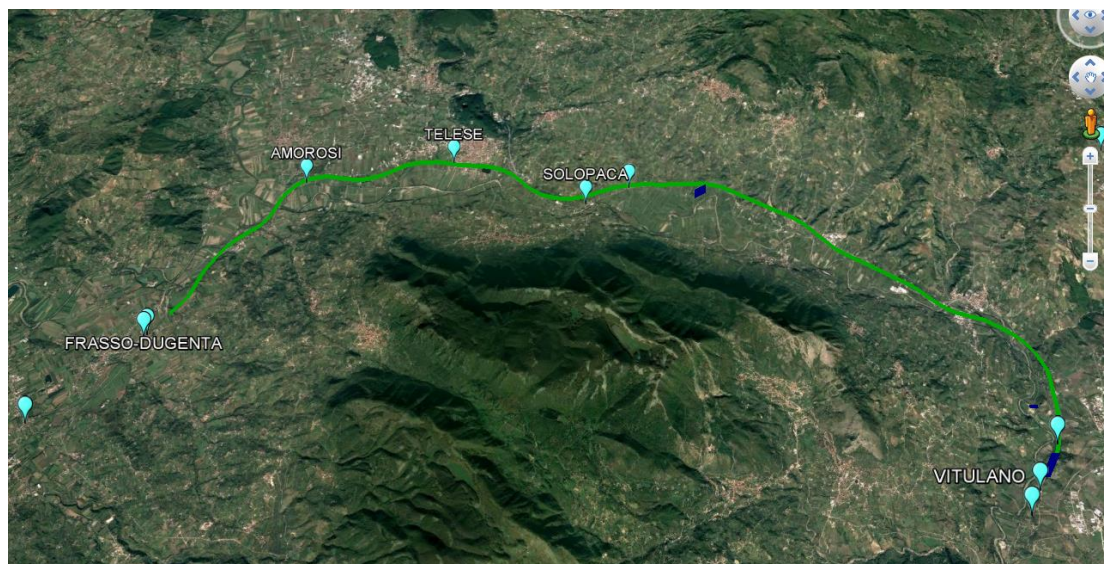
Ponte km 17+638 - Relazione geotecnica di calcolo delle fondazioni	I	F	2	6	1	2	E	Z	Z	C	L	V	I	0	2	0	3	0	0	2	A
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

#### 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).

	<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>VI0204 001</td> <td>A</td> <td>19 di 158</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	19 di 158
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	19 di 158								



*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 simiche, a seguito di un esame generale del livello pericolosità sismica dell'area che evidenzia un graduale incremento dell'intensità sismica da ovest verso est; nella fattispecie le zone sismiche "omogenee" individuate, sono quelle di seguito elencate:

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

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

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

Per ciascuna zona, sono stati dunque individuati, in funzione del periodo di riferimento dell'azione sismica (VR), i parametri di pericolosità sismica (ag/g, F0 e Tc\*) 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)

  	<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>VI0204 001</td> <td>A</td> <td>20 di 158</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	20 di 158
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	20 di 158								

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

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

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

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

	<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 VI0204 001	REV. A	FOGLIO 21 di 158

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

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

$$C_u = 1.5$$

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

$$V_R = V_n \cdot C_u$$

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

## 5.2 Parametri di pericolosità sismica

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

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

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

Per quanto detto al precedente paragrafo, risulta:

	<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 VI0204 001	REV. A	FOGLIO 22 di 158

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

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

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

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

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

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

  	<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"> <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>VI0204 001</td> <td>A</td> <td>23 di 158</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	23 di 158
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	23 di 158								

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>	<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>VI0204 001</td> <td>A</td> <td>24 di 158</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	24 di 158
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	24 di 158								

### 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:



6 Reticolo di riferimento

6	0
4	4
7	1

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione s13 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

media ponderat

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 IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0204 001	REV. A

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

Località : Solopaca (BN)

<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:



REGIONE: Campania | PROVINCIA: Benevento | COMUNE: Solopaca

Elaborazioni grafiche: Grafici spettri di risposta, Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche: Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito: km 7.5, 31429, 31430, 31651, 31652 km

Controllo sul reticolo: Sito esterno al reticolo, Interpolazione s13 nodi, Interpolazione corretta

Interpolazione: media ponderat

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [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 VI0204 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>	COMMESSA <b>IF26</b>	LOTTO <b>12 E ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0204 001</b>	REV. <b>A</b>

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

**Tabella di riepilogo Categoria di Sottosuolo e Topografiche DM 14.01.08**

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

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	28 di 158

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

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

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

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

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

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	29 di 158

## 6. ANALISI DEI CARICHI

### 6.1 Carichi provenienti dall'impalcato

#### 6.1.1 Pesi permanenti strutturali e non strutturali

##### G1 (Permanenti strutturali)

<b>Impalcato :</b>					
$\gamma_{ca} =$	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)		
$n_{travi} =$	18	m <sup>3</sup>	(n° totale travi)		
$A_{ca,netta} =$	13.22	m <sup>2</sup>	(Area impalcato al netto delle travi)		
<b>Tot G1 =</b>	<b>408.4</b>	KN/m	(peso complessivo struttura impalcato per metro in direzione longitudinale)		
<b>N</b>	<b>ML</b>	<b>MT</b>	<b>TL</b>	<b>TT</b>	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
4492.84	0	0	0	0	Scarichi su spalla mobile
4492.84	0	0	0	0	Scarichi su spalla fissa

##### G2 (Permanenti non strutturali)

<b>Ballast/Armamento</b>					
$\gamma_{armam} =$	18	KN/m <sup>3</sup>			
$L =$	8.20	m	(lunghezza complessiva trasversale)		
$s =$	0.80	m	(spessore)		
<b>G2a =</b>	<b>118.1</b>	KN/m	(peso complessivo armamento a metro lineare in direzione longitudinale)		
<b>Impermeabilizzazione e Massetto di protezione</b>					
$\gamma_{mass} =$	21	KN/m <sup>3</sup>			
$L =$	11.70	m	(lunghezza complessiva trasversale)		
$s =$	0.05	m	(spessore)		
<b>G2b =</b>	<b>12.3</b>	KN/m	(peso complessivo armamento a metro lineare in direzione longitudinale)		
<b>Canalette portacavi</b>					
<b>G2c =</b>	<b>5.0</b>	KN/m	(peso complessivo canalette portacavi(n°2) a metro lineare in direzione longitudinale)		
<b>Velette in c.a. a margine impalcato</b>					
<b>G2d =</b>	<b>3.0</b>	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	VI0204 001	A	30 di 158

**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>VI0204 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)

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

#### Qm1 (1 Marciapiedi carico)

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
192,50	0,0	1001,0	0,0	0,0	Scarichi su spalla mobile
192,50	0,0	1001,0	0,0	0,0	Scarichi su spalla fissa

$tot.Q_m 2 = 35,0$  KN/m (carico variabile sui marciapiedi per metro lineare longitudinale 2 marciapiedi carichi)  
 $et(m) = 0,10$  m eccentricità trasversale di calcolo

#### Qm2 (2 Marciapiedi carichi)

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
385,00	0,0	38,5	0,0	0,0	Scarichi su spalla mobile
385,00	0,0	38,5	0,0	0,0	Scarichi su spalla fissa

### 6.1.3 Carichi variabili da traffico

#### 6.1.3.1 Azioni da traffico ferroviario

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

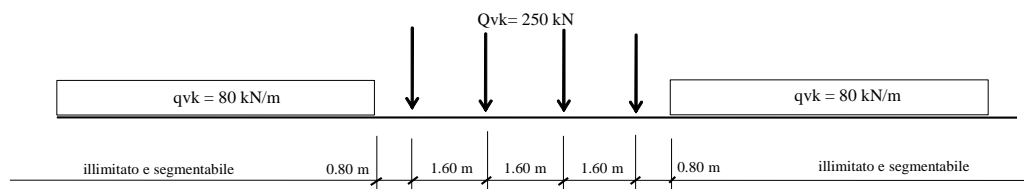
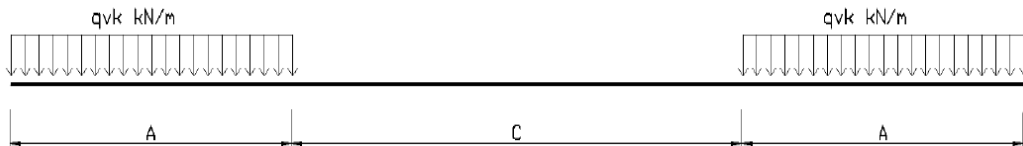


Figura 4 – Modello di carico LM71

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	32 di 158



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  $\alpha$ .

LM71X1,1

Carico Equivalente Tagliante:	140,6	KN/m
Carico Equivalente flettente:	132,7	KN/m

SW0X1,1

Carico Equivalente Tagliante:	135,0	KN/m
Carico Equivalente flettente:	134,1	KN/m

SW2X1,0

Carico Equivalente Tagliante:	153,0	KN/m
Carico Equivalente flettente:	153,0	KN/m

tot.Q1,1a = 

140,6
-------

 KN/m  
et(m) = 

2,08
------

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

tot.Q1,1b = 

153,0
-------

 KN/m  
et(m) = 

2,08
------

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

tot.Q1,2a = 

281,2
-------

 KN/m  
et(m) = 

0,08
------

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

tot.Q1,2b = 

293,6
-------

 KN/m  
et(m) = 

0,08
------

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



	<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 VI0204 001	REV. A	FOGLIO 33 di 158

### 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  $L=22.0\text{m}$ :  $\varphi_3 = 1.22$

In definitiva gli scarichi sulle sottostrutture sono pari a:

- Impalcato di luce  $L=22.0\text{m}$

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	34 di 158

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

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

**Q1,1a (1 LM71)**

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

Scarichi su spalla mobile

Scarichi su spalla fissa

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

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

**Q1,1b (1 sw2)**

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

Scarichi su spalla mobile

Scarichi su spalla fissa

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

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

**Q1,2a (2 LM71)**

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

Scarichi su spalla mobile

Scarichi su spalla fissa

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

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

Eccentricità LM71 (rispetto asse binario)

**Q1,2b (1 LM71 + 1 SW2)**

N	ML	MT	TL	TT
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
3945,40	0	315,63	0	0
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>VI0204 001</td> <td>A</td> <td>35 di 158</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	35 di 158
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	35 di 158								

### 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 con  $f = 1$  dato che la velocità di progetto pari 100km/h è inferiore a 120km/h.

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

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

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

  	<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 VI0204 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  $\alpha$ .

#### QS1 ( 1 TRENO)

N	ML	MT	TL	TT
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
0,00	0,0	258,5	0,0	110,0
0,00	0,0	258,5	0,0	110,0

Scarichi su spalla mobile

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
0,00	0,0	517,0	0,0	220,0

Scarichi su spalla mobile

Scarichi su spalla fissa

### 6.1.7 Azioni parassite dei vincoli

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

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

Dove:

$V_g$  = Reazione verticale massima associata ai carichi permanenti;

$V_q$  = Reazione verticale massima associata ai carichi mobili dinamizzati.

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

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	37 di 158

$$f = 0,04$$

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

VQ1-1a (KN)	VQ1-1b (KN)	VQ1-2a(KN)	VQ1-2b(KN)	VQm1(KN)	VQm2(KN)
(1LM71)	(1SW2)	(2LM71)	(1LM71+SW2)	1 marciapiedi	2 marciapiedi
1889,39	2056,02	3778,77	3945,40	192,50	385,00

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Coefficienti di Combinazione e di partecipazione

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

(SLE rara /SLU)

$\psi_o$	-
$\psi_o$	-
$\psi_o$	1
$\psi_o$	0,8

(Sisma)

$\psi_2$	-
$\psi_2$	-
$\psi_2$	0,2
$\psi_2$	0

	<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>VI0204 001</td> <td>A</td> <td>38 di 158</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	38 di 158
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	38 di 158								

### 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>VI0204 001</td> <td>A</td> <td>39 di 158</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	39 di 158
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	39 di 158								

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

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:

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

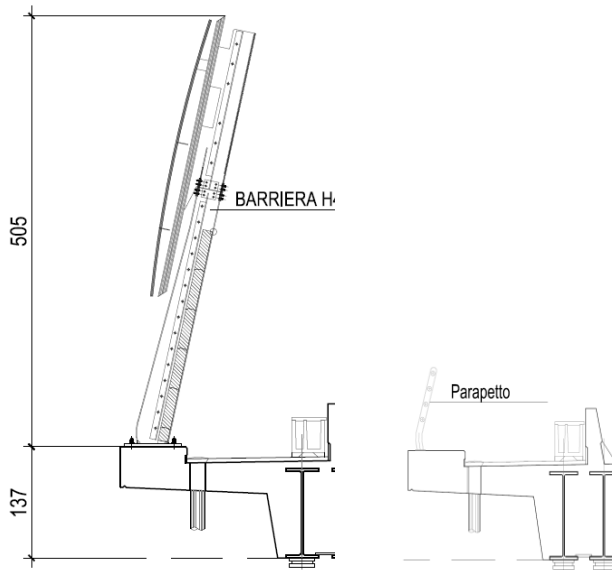
$$d_{tot} (2a) = 1.37 + 5.05 = 6.42\text{m} \quad (\text{Ponte con convoglio o Barriera antirumore su un solo lato})$$

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

Spalle: Relazione di calcolo

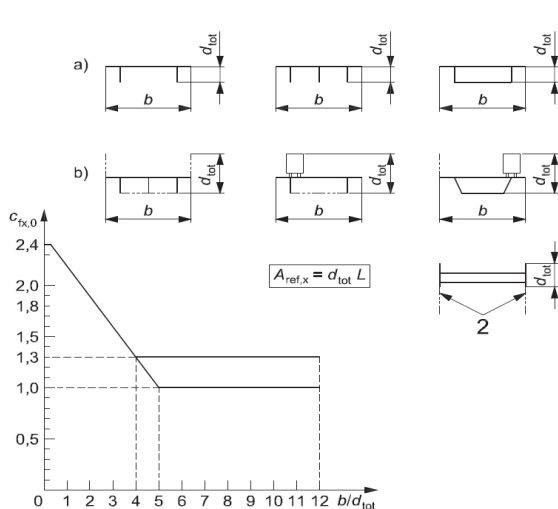
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	40 di 158

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



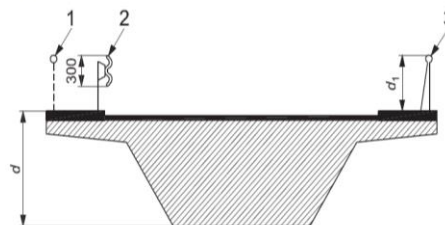
e quindi:

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



Legenda

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



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

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



**Spalle: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	41 di 158

**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>	<b>coefficiente di forma</b>

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

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

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

$d_{tot}$ (m)	11.47	altezza totale di impatto
$b$ (m)	13,7	larghezza totale dell'impalcato
$b/d_{tot}$ (-)	1,20	
$C_{p2b}$ :	<b>2,20</b>	<b>coefficiente di forma</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 <b>IF26</b>	LOTTO <b>12 E ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0204 001</b>	REV. <b>A</b>

### Coefficiente di esposizione – ce

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

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min} \quad (3.3.5)$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

dove

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

$c_t$  è il coefficiente di topografia.

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

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

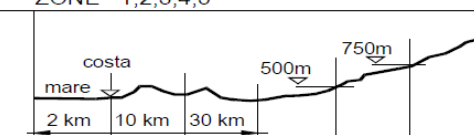
Il coefficiente di topografia è assunto, **pari ad 1**, come da indicazioni normative.

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

**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:

	<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>VI0204 001</td> <td>A</td> <td>43 di 158</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	43 di 158
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	43 di 158								

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**

$Z (m) = 1.67$ m	(Altezza della Costruzione)	$Z (m) = 6.4$ m	(Altezza della Costruzione)
$Z_o = 0.05$ m		$Z_o = 0.05$ m	
$Z_{min} = 4.0$ m		$Z_{min} = 4.0$ m	
$k_r = 0.19$		$k_r = 0.19$	
$C_e (Z_{min}) = 1.80$		$C_e (Z_{min}) = 1.80$	
$C_e = 1.80$		$C_e = 2.08$	

**Casi 2/2a**

Coefficiente dinamico - cd

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

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

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

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

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	44 di 158

### 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”.

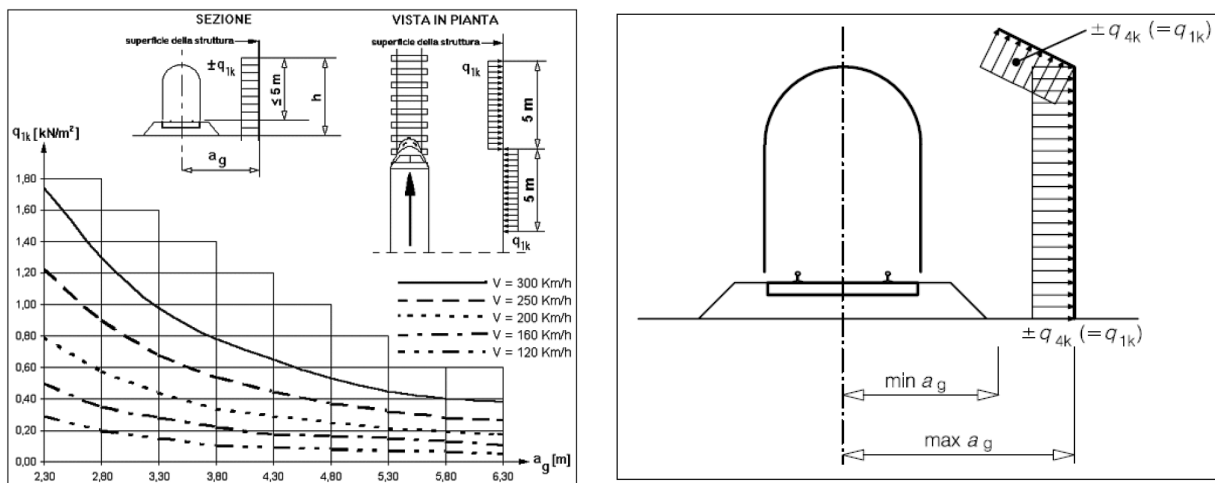


Figura 6 – Valori caratteristici delle azioni e definizione della distanza minima e massima della barriera dal convoglio [NTC – Fig. 5.2.8 e 5.2.11]

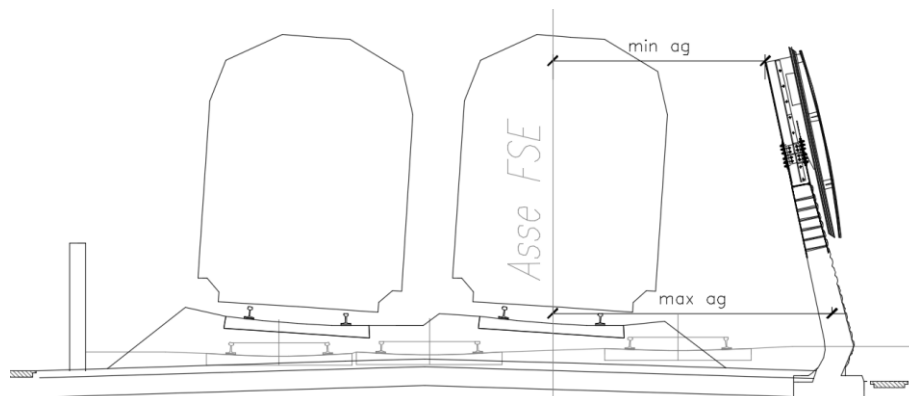


Figura 7 – Criterio di valutazione della distanza minima e massima del convoglio dalla barriera per i casi in esame

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	VI0204 001	A	45 di 158

dmed = 4,00m  
V= 160 Km/h  
dal grafico :

qaK=	0,20	KN/m <sup>2</sup>	
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	VI0204 001	A	46 di 158

### 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>	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>	3945.4	0.0	315.6	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	798.6	0.0
Frenatura LM71	<b>Qf1</b>	53.9	0.0	0.0	484.0	0.0
Frenatura SW2	<b>Qf2</b>	85.8	0.0	0.0	770.0	0.0
Centrifuga 1 LM71	<b>Qc1a</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Centrifuga 2 LM71	<b>Qc1b</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Centrifuga SW2	<b>Qc2</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
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	4441.2	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

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	VI0204 001	A	47 di 158

**RIEPILOGO SCARICHI A TESTA SPALLA MOBILE - CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI**

(Sollecitazioni riferite alla sezione del muro in asse Appoggi impalcato)

Condizione		N	ML	MT	TL	TT
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Permanenti strutturali	<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	0.0	0.0	0.0
Centrifuga 2 LM71	<b>Qc1b</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Centrifuga SW2	<b>Qc2</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
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).

## 6.2 Spinta del terreno del rilevato in condizioni statiche

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

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

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

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

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

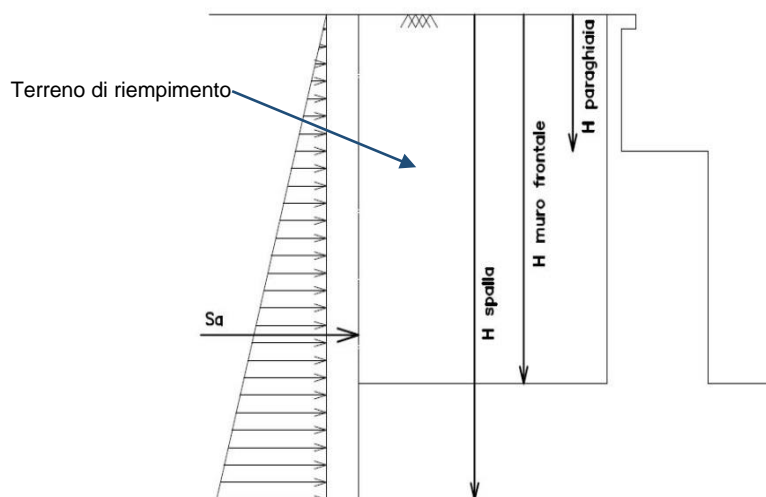


Figura 8: Spinta statica terreno di riempio

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

Parametri Geotecnici Terreno di riempimento		
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kPa]
20	38	0

Tabella 3 – Caratteristiche terreno di riempio



	<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 VI0204 001	REV. A	FOGLIO 49 di 158

### 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  $H/2$ .

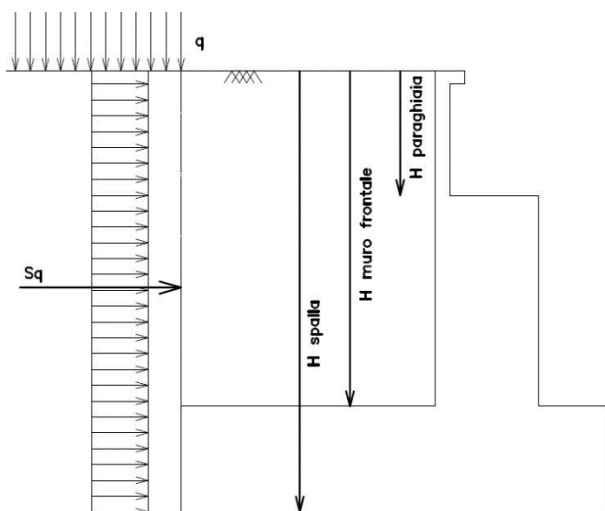


Figura 9: Spinta statica sovraccarico accidentale

  	<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>	<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>VI0204 001</td> <td>A</td> <td>50 di 158</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	50 di 158
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	50 di 158								

## 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.

  	<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 VI0204 001	REV. A

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.

**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.

  	<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>VI0204 001</td> <td>A</td> <td>52 di 158</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	52 di 158
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	52 di 158								

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:

ag/g=	0.275
bm=	1.00
Ss=	1.144
ST=	1.00

Kh=	0.315	coefficiente sismico orizzontale
Kv=	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 VI0204 001	REV. A	FOGLIO 53 di 158

#### 6.4.2 Sovrappinta sismica del terreno

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

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

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

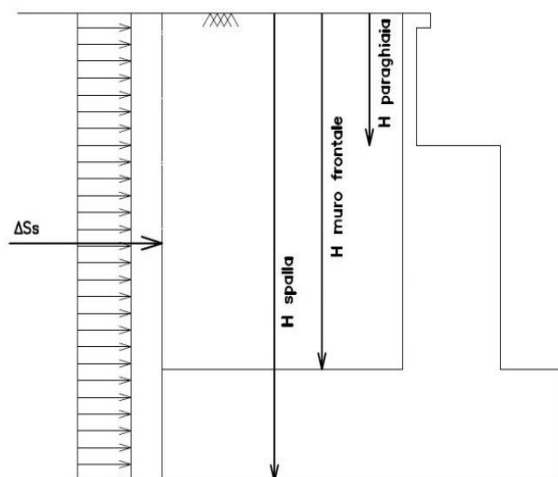


Figura 11: Incremento di spinta sismica

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

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

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

	<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 VI0204 001	REV. A	FOGLIO 54 di 158

## 7. COMBINAZIONI DI CARICO

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

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

### 2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

**Spalle: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	55 di 158

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	56 di 158

		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	$F_{Wk}$	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	$T_k$	0,60	0,60	0,50

<sup>(1)</sup> 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.

<sup>(2)</sup> 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>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0204 001	REV. A

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

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

<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	VI0204 001	A	58 di 158

n 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			0.8			1.45							1.25									
Traffico - 1SW2	Q1,1b	1.0			0.8			0.8			1.45							1.25									
Traffico - 2 LM71	Q1,2a	1.0			0.6			0.6			1.45							1.25									
Traffico - 1 LM72 + 1 SW2	Q1,2b	1.0			0.6			0.6			1.45							1.25									
Carico variabile 1 Marciapiede	Qm1	0.8			0.8			0.64			0.64							1.04									
Carico variabile 2 Marciapiedi	Qm2	0.8			0.8			0.48			0.48							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									
Frenatura LM71	Qf1	0.5			0.6			0.3			0.8							1.25									
Frenatura SW2	Qf2	0.5			0.6			0.3			0.8							1.25									
Centrifuga 1 LM71	Qc1a	1.0			0.6			0.3			0.8							1.25									
Centrifuga 2 LM71	Qc1b	1.0			0.6			0.3			0.8							1.25									
Centrifuga SW2	Qc2	0.5			1.0			0.3			0.8							1.25									
Serpeggio 1 treno	QS1	1.0			1.0			0.8			0.8							1.25									
Serpeggio 2 treni	QS2	1.0			1.0			0.8			0.8							1.25									
Vento	Qw	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6			0.3			1.45			0.725							1.25					
Azioni aerodinamiche 1 treno	Qae1	1.0			1.0			0.8			0.8							1.25									
Azioni aerodinamiche 2 treni	Qae2	1.0			0.5			0.6			0.3			1.45			0.725							1.25			
Sisma Long con 2 LM71	Elong																										
Sisma Trasv con 2 LM71	Etrasv																										
Sisma Vert con 2 LM71	Evert																										
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																										
spalla sisma trasv	SP_Etrasv																										
spalla sisma vert	SP_Evert																										
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																										
rinterro sisma long	SP_Gk2_Elong																										
rinterro sisma trasv	SP_Gk2_Etrasv																										
rinterro sisma vert	SP_Gk2_Evert																										
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																										
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																										

Tabella 4 – Combinazioni di carico

  	<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 VI0204 001	REV. A

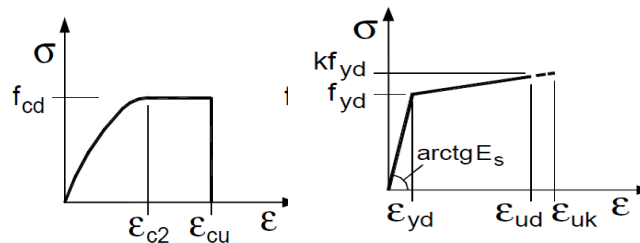
## 8. CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI

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.

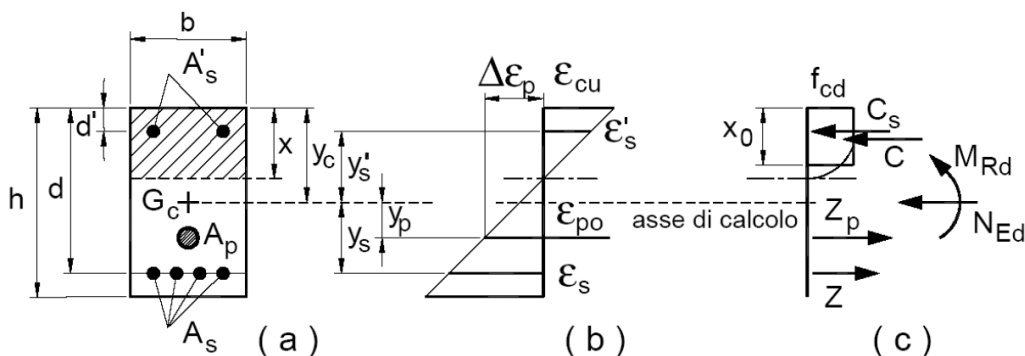
### 8.1 VERIFICHE ALLO SLU

#### 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:

  	<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>VI0204 001</td> <td>A</td> <td>60 di 158</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	60 di 158
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	60 di 158								

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

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.

	<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>VI0204 001</td> <td>A</td> <td>61 di 158</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	61 di 158
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	61 di 158								

### 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:

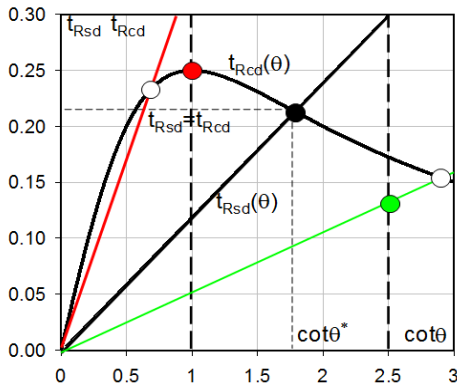
$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5$$

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

$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5 \quad 45^\circ \geq \theta \geq 21,8^\circ$$

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	62 di 158



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

L'angolo effettivo di inclinazione delle bielle ( $\theta$ ) 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>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0204 001	REV. A	FOGLIO 63 di 158

## 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>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0204 001	REV. A	FOGLIO 64 di 158

### 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>VI0204 001</td> <td>A</td> <td>65 di 158</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	65 di 158
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	65 di 158								

## 9. MODELLI DI CALCOLO

### 9.1 Modello FEM

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

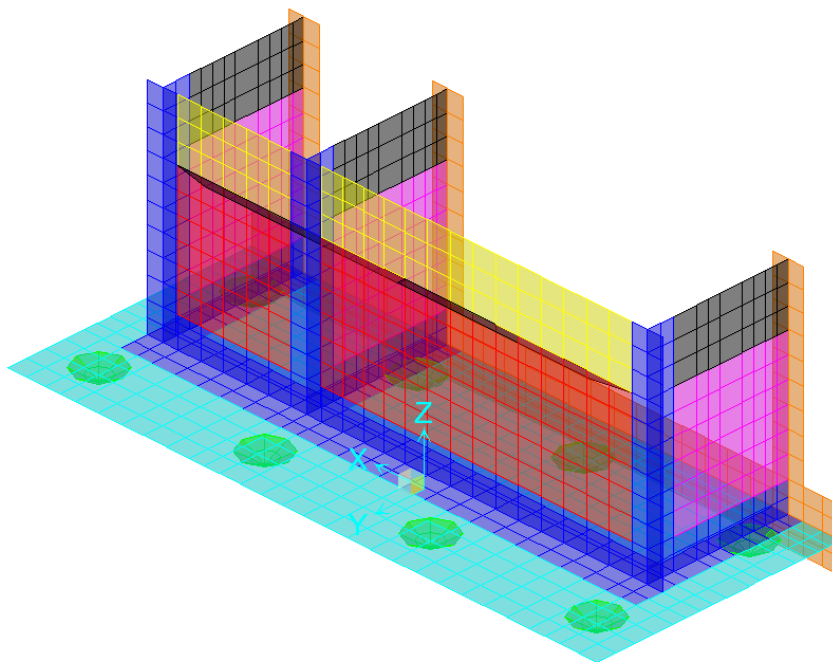


Figura 12 - Modello di calcolo, vista assometrica

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

	<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 VI0204 001	REV. A

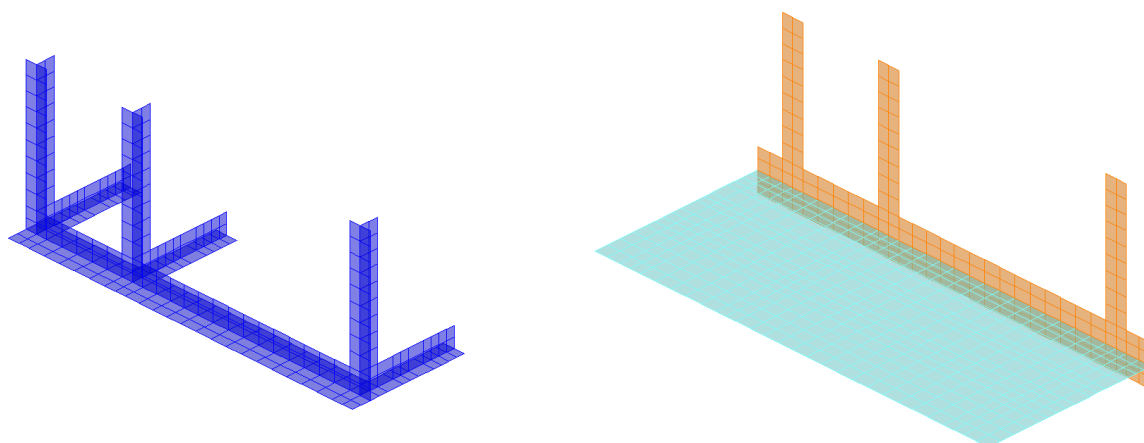


Figura 13 - Modello di calcolo: intersezioni carpenteria (sx), elementi fittizi verticali (dx)

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

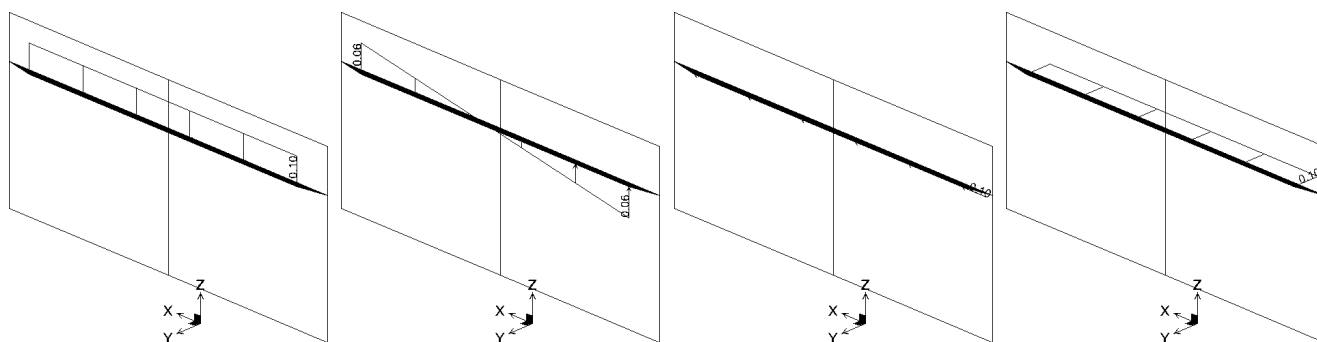


Figura 14 - Modello di calcolo: elementi fittizi per applicazione dei carichi derivanti dall'impalcato: N, MT, VT, VL

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

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

**Spalle: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	67 di 158

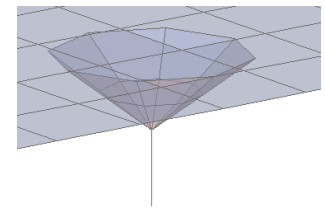
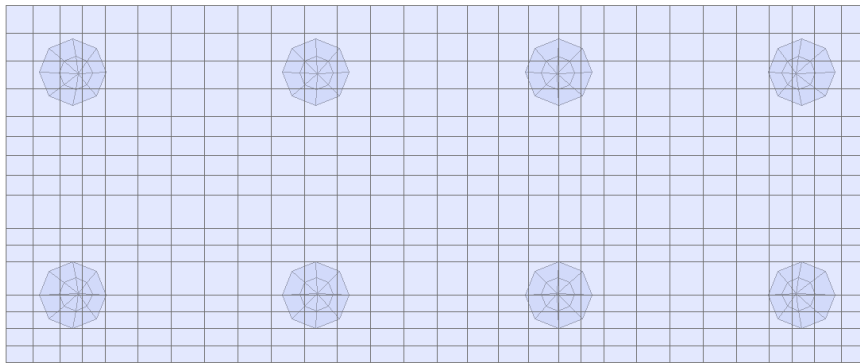
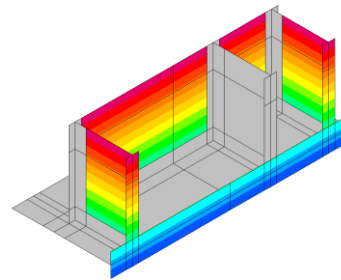
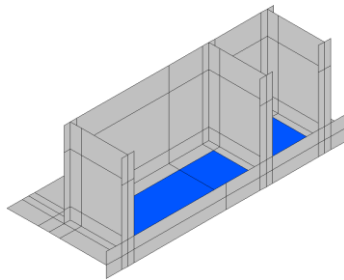


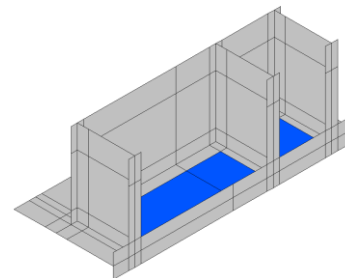
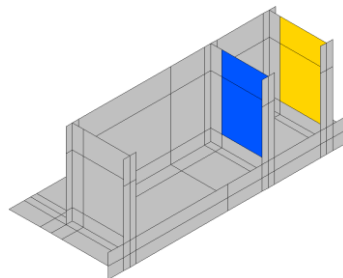
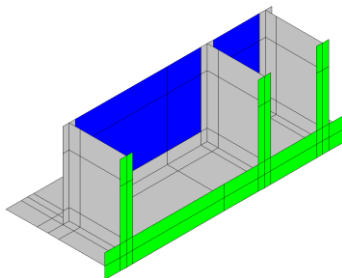
Figura 15 - Modello di calcolo: pali e vincoli

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



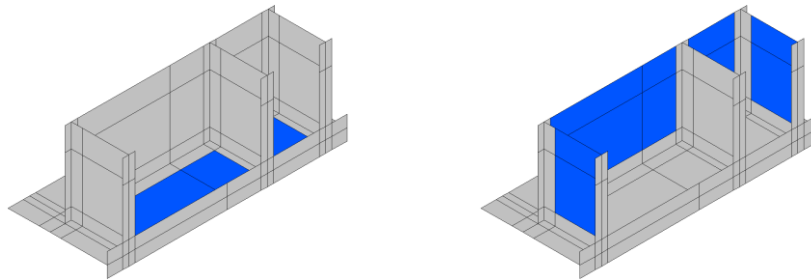
- SP\_Gk2\_Elong, SP\_Gk2\_Etrasv, SP\_Gk2\_Evert        inerzia sismica del rinterro



- SP\_Gk3, SP\_Gk3\_h        peso proprio del carico permanente portato e spinta orizzontale sui muri

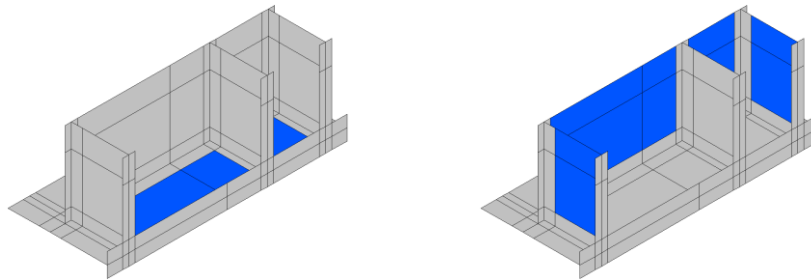
Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	68 di 158



SP\_Qk, SP\_Qk\_h

carico accidentale sulla spalla e spinta orizzontale sui muri



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

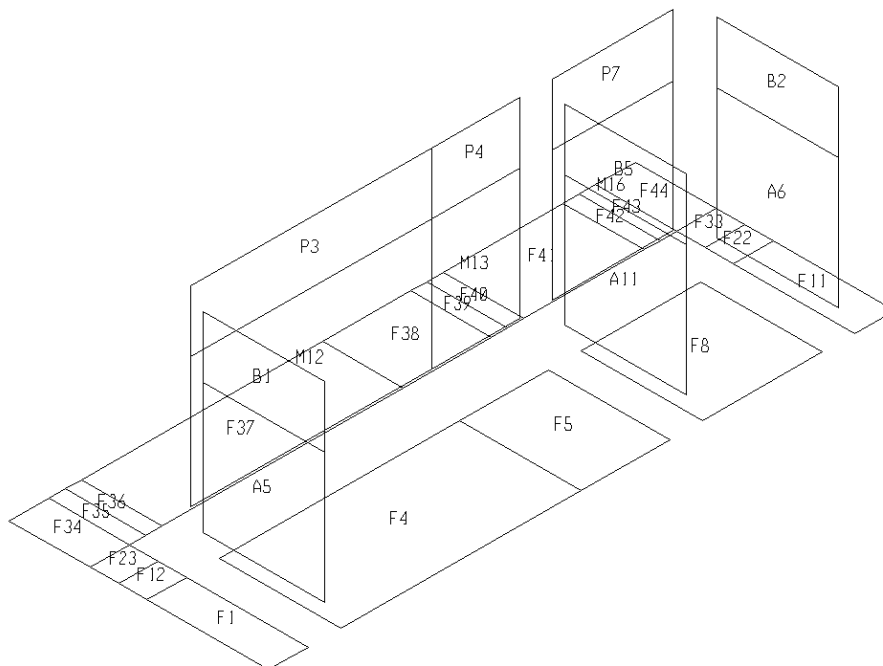


Figura 16 - Modello di calcolo: numerazione elementi

	<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 VI0204 001	REV. A	FOGLIO 69 di 158

## 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.

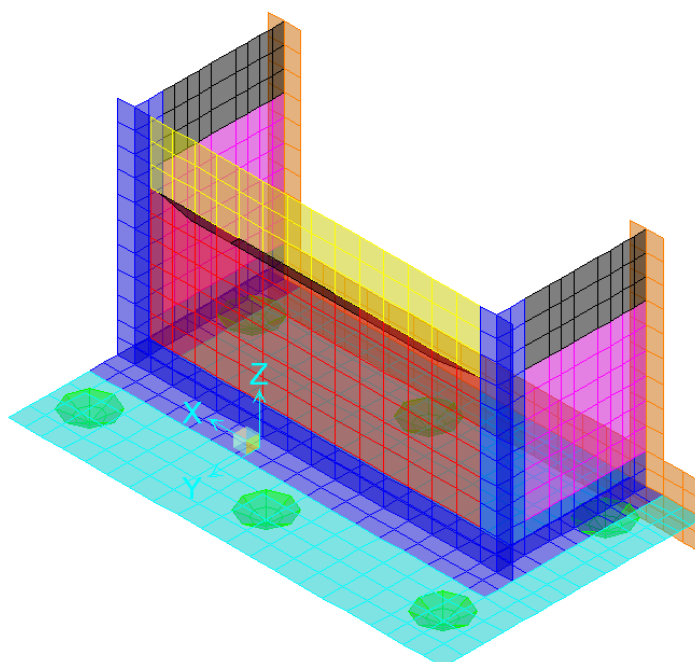


Figura 17 - Modello di calcolo, vista assometrica

Nel modello (per le fasi) si è avuto 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	VI0204 001	A	70 di 158

## 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	<b>G1</b>	4492.7	3989.6	0.1	-179.7	0.0
	Permanenti NON strutturali	<b>G2</b>	1966.7	1746.4	0.1	-78.7	0.0
	Traffico - 1LM71	<b>Q1,1a</b>	1889.4	1677.8	-3929.8	-75.6	0.0
	Traffico - 1SW2	<b>Q1,1b</b>	2056.0	1825.7	-4276.4	-82.2	0.0
	Traffico - 2 LM71	<b>Q1,2a</b>	3778.7	3355.6	-302.2	-151.1	0.0
	Traffico - 1 LM72 + 1 SW2	<b>Q1,2b</b>	3778.7	3355.6	-302.2	-151.1	0.0
	Carico variabile 1 Marciapiede	<b>Qm1</b>	192.5	170.9	-1001.0	-7.7	0.0
	Carico variabile 2 Marciapiedi	<b>Qm2</b>	385.0	341.9	-38.5	-15.4	0.0
	Carico Avviamento	<b>Qa</b>	88.9	62.2	0.0	0.0	0.0
	Frenatura LM71	<b>Qf1</b>	53.9	37.7	0.0	0.0	0.0
	Frenatura SW2	<b>Qf2</b>	85.8	60.1	0.0	0.0	0.0
	Serpeggio 1 treno	<b>QS1</b>	0.0	0.0	-775.4	0.0	-109.9
	Serpeggio 2 treni	<b>QS2</b>	0.0	0.0	-1550.9	0.0	-219.8
	Vento	<b>Qw</b>	0.0	0.0	-2263.1	0.0	-278.8
	Azioni aerodinamiche 1 treno	<b>Qae1</b>	0.0	0.0	-99.2	0.0	-11.1
	Azioni aerodinamiche 2 treni	<b>Qae2</b>	0.0	0.0	-198.3	0.0	-22.2
	Sisma Long con 2 LM71	<b>Elong</b>	332.1	232.5	0.0	0.0	0.0
	Sisma Trasv con 2 LM71	<b>Etrasv</b>	0.0	0.0	-13938.9	0.0	-2219.0
	Sisma Vert con 2 LM71	<b>Evert</b>	1110.3	777.2	0.0	0.0	0.0

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	71 di 158

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

Condizione		N	ML	MT	TL	TT
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
p.p. spalla	SP_Gk1	6352.4	-483.2	-705.6	0.0	0.0
spalla sisma long	SP_Elong	0.0	3790.9	0.1	-2000.8	0.0
spalla sisma trasv	SP_Etrasv	0.0	0.0	-3789.9	0.0	-1999.6
spalla sisma vert	SP_Evert	997.3	-75.9	-110.8	0.0	0.0
p.p. rinterro	SP_Gk2	3136.8	-5332.8	583.3	0.0	0.0
rinterro spinta esercizio	SP_Gk2_h	0.0	4016.8	0.0	-2053.4	0.0
rinterro sisma long	SP_Gk2_Elong	-0.1	14061.0	0.1	-4376.3	0.0
rinterro sisma trasv	SP_Gk2_Etrasv	0.0	0.0	-4077.6	0.0	-1057.1
rinterro sisma vert	SP_Gk2_Evert	987.0	-1678.0	183.5	0.0	0.0
permanente	SP_Gk3	479.5	-815.2	89.2	0.0	0.0
permanente spinta esercizio	SP_Gk3_h	0.0	1114.5	0.0	-289.1	0.0
accidentale	SP_Qk	1665.0	-2830.6	309.6	0.0	0.0
accidentale spinta esercizio	SP_Qk_h	0.0	3873.7	0.0	-1004.7	0.0

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

Condizione		N	ML	MT	TL	TT
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
SLE-rara	01_SLE1	22251.3	8958.2	-3163.3	-3769.0	-409.3
	02_SLE2	22354.6	9030.5	-2288.7	-3769.0	-288.3
	03_SLE3	20180.9	7124.8	-6686.3	-3687.3	-288.3
	04_SLE4	20347.5	7272.7	-7032.9	-3694.0	-288.3
SLE-frequente	05_SLS1	19922.0	7069.4	-1096.4	-3301.8	-145.2
	06_SLS2	19984.0	7112.8	-571.6	-3301.8	-72.6
	07_SLS3	19430.4	6547.1	-4269.3	-3470.0	-96.8
	08_SLS4	19563.7	6665.4	-4546.6	-3475.3	-96.8
SLU	09_SLU1	31474.4	12688.9	-2515.2	-5568.8	-351.0
	10_SLU2	31624.1	12793.8	-1247.0	-5568.8	-175.5
	11_SLU3	28464.7	10023.7	-7662.1	-5450.0	-175.5
	12_SLU4	28706.3	10238.2	-8164.6	-5459.6	-175.5
SLV	13_SLV1	18777.2	22907.2	-6551.2	-9209.1	-1582.7
	14_SLV2	18544.9	10248.1	-21815.9	-4745.1	-5275.6
	15_SLV3	16587.5	24059.3	-6656.8	-9209.1	-1582.7
	16_SLV4	16355.1	11400.2	-21921.5	-4745.1	-5275.6
GEO	17_GEO1	25397.3	10371.3	-2048.3	-4788.0	-302.6
	18_GEO2	25526.5	10461.7	-955.0	-4788.0	-151.3
	19_GEO3	22801.7	8072.7	-6490.6	-4685.6	-151.3

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	72 di 158

	20_GEO4	23010.0	8257.7	-6923.8	-4693.9	-151.3
--	---------	---------	--------	---------	---------	--------

## 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	2994.0	2658.7	5988.0	-119.8	0.0
	Permanenti NON strutturali	G2	1310.6	1163.8	2621.2	-52.4	0.0
	Traffico - 1LM71	Q1,1a	1888.6	1677.1	3626.2	-75.6	0.0
	Traffico - 1SW2	Q1,1b	2055.2	1825.0	3945.9	-82.2	0.0
	Carico variabile 1 Marciapiede	Qm1	192.4	170.9	-230.9	-7.7	0.0
	Carico variabile 2 Marciapiedi	Qm2	384.8	341.7	731.2	-15.4	0.0
	Carico Avviamento	Qa	88.9	62.2	177.7	0.0	0.0
	Frenatura LM71	Qf1	53.9	37.7	107.8	0.0	0.0
	Frenatura SW2	Qf2	85.8	60.0	171.5	0.0	0.0
	Serpeggio 1 treno	QS1	0.0	0.0	-775.2	0.0	-109.9
	Vento	Qw	0.0	0.0	-2262.3	0.0	-278.8
	Azioni aerodinamiche 1 treno	Qae1	0.0	0.0	-99.1	0.0	-11.1
	Sisma Long con 2 LM71	Elong	331.9	232.4	663.9	0.0	0.0
	Sisma Trasv con 2 LM71	Etrasv	0.0	0.1	-13933.9	0.1	-2218.9
	Sisma Vert con 2 LM71	Evert	1109.8	776.9	2219.7	0.0	0.0

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI							
Condizione		N	ML	MT	TL	TT	
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
CARICHI ELEMENTARI SPALLA	p.p. spalla	SP_Gk1	4430.8	-272.7	9604.6	0.0	0.0
	spalla sisma long	SP_Elong	0.0	2654.9	-0.1	-1395.9	0.0
	spalla sisma trasv	SP_Etrasv	0.0	0.0	-2654.4	0.0	-1395.2
	spalla sisma vert	SP_Evert	695.6	-42.8	1507.9	0.0	0.0
	p.p. rinterro	SP_Gk2	2297.5	-3905.7	4330.9	0.0	0.0
	rinterro spinta esercizio	SP_Gk2_h	0.0	2817.4	-0.1	-1434.3	0.0
	rinterro sisma long	SP_Gk2_Elong	0.1	10160.2	-0.2	-3141.4	0.0
	rinterro sisma trasv	SP_Gk2_Etrasv	0.0	0.1	-2854.5	0.0	-740.2
	rinterro sisma vert	SP_Gk2_Evert	722.9	-1228.9	1362.7	0.0	0.0
	permanente	SP_Gk3	351.2	-597.1	662.1	0.0	0.0
	permanente spinta esercizio	SP_Gk3_h	0.0	816.3	0.0	-211.8	0.0



Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	73 di 158

accidentale	SP_Qk	1219.5	-2073.1	2298.8	0.0	0.0
accidentale spinta esercizio	SP_Qk_h	0.0	2837.2	0.0	-736.1	0.0

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

Condizione		N	ML	MT	TL	TT
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
SLE-rara	01_SLE1	12982.9	3768.4	24875.8	-2566.7	-167.3
	02_SLE2	13086.2	3840.7	25082.3	-2566.7	-167.3
	03_SLE3	14690.7	5290.0	26804.2	-2636.1	-288.3
	04_SLE4	14857.2	5437.9	27123.9	-2642.8	-288.3
SLE-frequente	05_SLS1	12343.4	3333.4	25022.6	-2267.3	0.0
	06_SLS2	12405.3	3376.8	25146.5	-2267.3	0.0
	07_SLS3	14029.4	4768.2	27170.6	-2472.5	-96.8
	08_SLS4	14162.6	4886.5	27426.3	-2477.9	-96.8
SLU	09_SLU1	18296.1	5254.0	36888.8	-3795.3	0.0
	10_SLU2	18445.8	5358.8	37188.3	-3795.3	0.0
	11_SLU3	20764.6	7453.5	39646.5	-3895.6	-175.5
	12_SLU4	21006.1	7667.9	40110.0	-3905.3	-175.5
SLV	13_SLV1	12718.6	15732.8	20024.4	-6502.8	-1306.3
	14_SLV2	12486.2	6599.6	5949.8	-3326.7	-4354.3
	15_SLV3	10957.7	15876.9	16510.5	-6355.5	-1306.3
	16_SLV4	10725.2	6743.7	2435.9	-3179.5	-4354.3
GEO	17_GEO1	14585.8	4142.4	29303.3	-3264.0	0.0
	18_GEO2	14714.9	4232.7	29561.4	-3264.0	0.0
	19_GEO3	16712.8	6037.6	31675.3	-3350.4	-151.3
	20_GEO4	16921.0	6222.4	32074.9	-3358.7	-151.3

	<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 VI0204 001	REV. A	FOGLIO 74 di 158

### 10.3 Diagrammi di sollecitazione fase finale

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

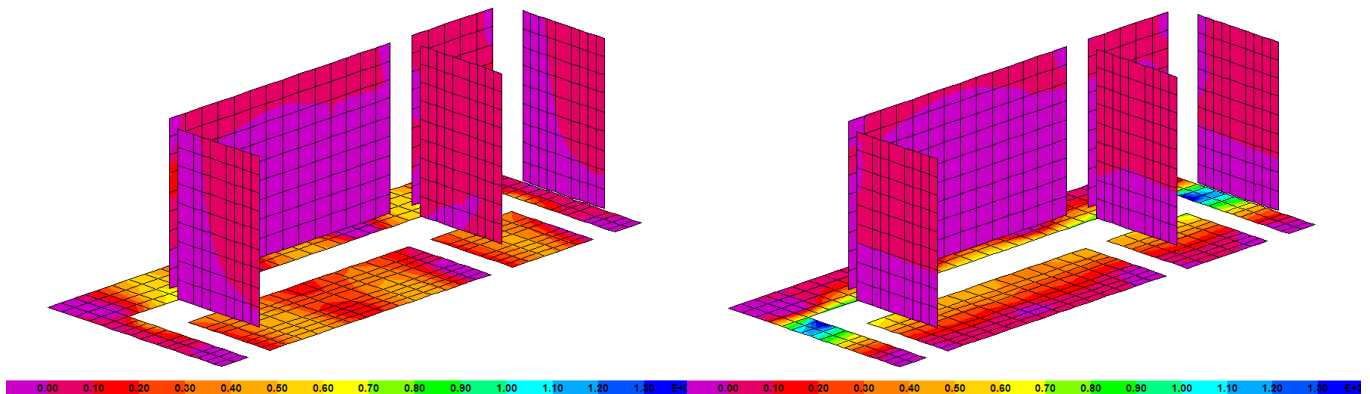


Figura 18 - involucro massimi positivi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

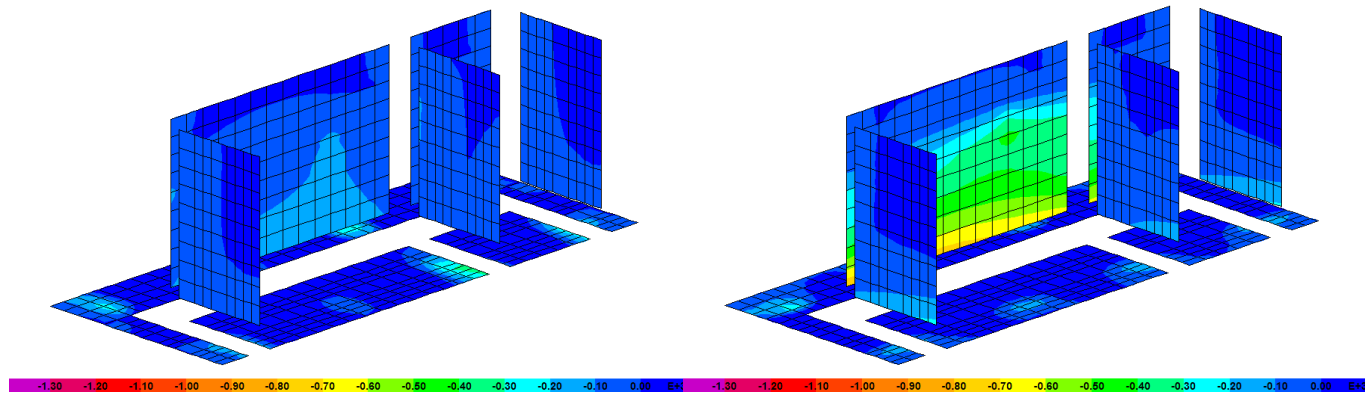


Figura 19 - involucro massimi negativi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

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>VI0204 001</b>	REV. <b>A</b>

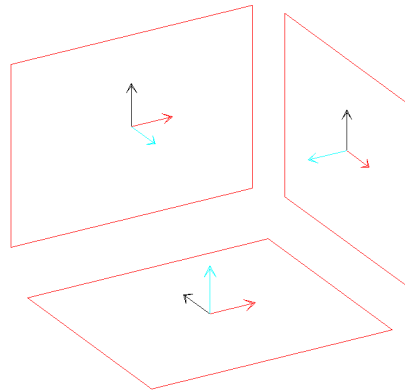


Figura 20 - assi locali elementi lastra-piastra

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

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

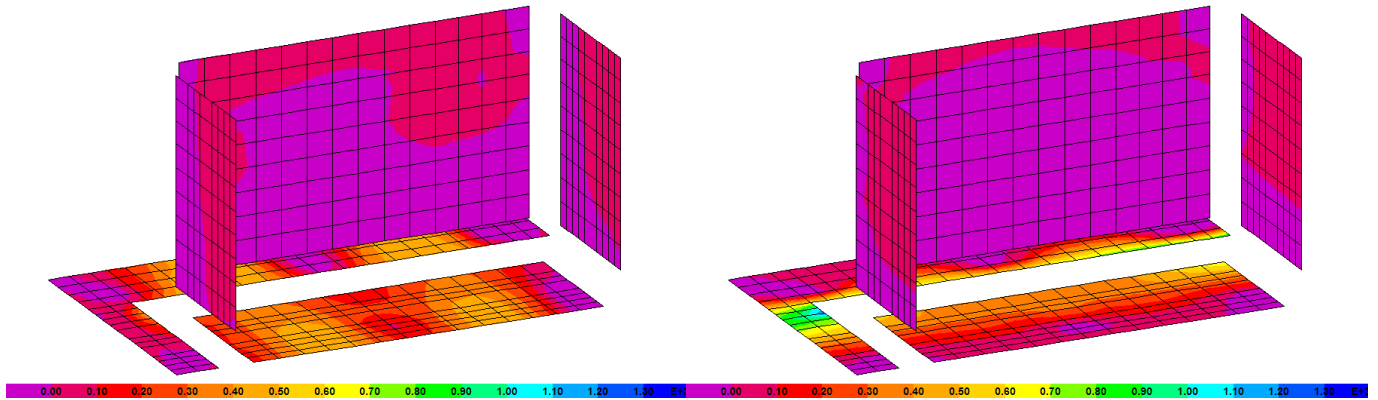


Figura 21 - involucro massimi positivi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

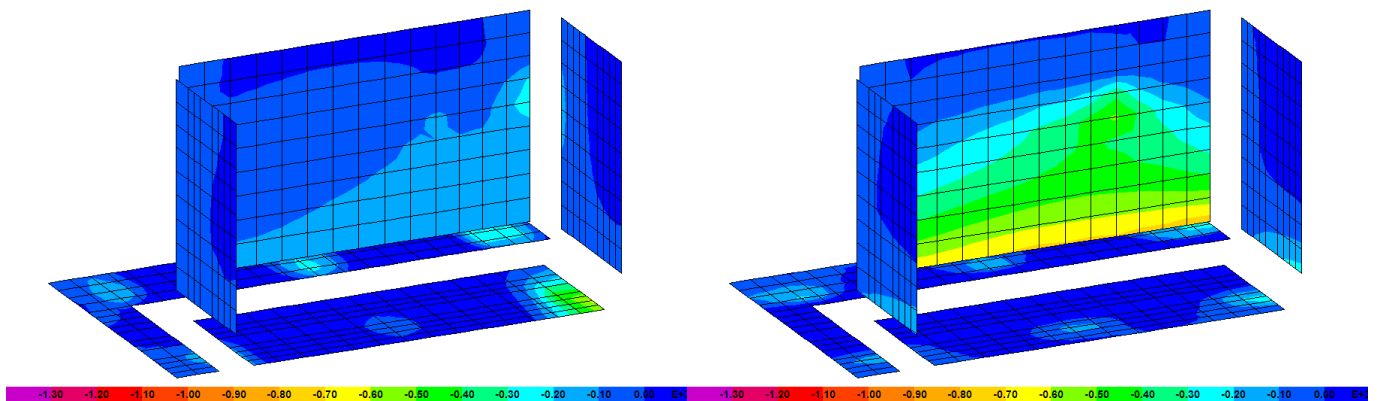


Figura 22 - involucro massimi negativi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

  	<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>VI0204 001</td> <td>A</td> <td>76 di 158</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	76 di 158
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	76 di 158								

## 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	VI0204 001	A	77 di 158

### 10.5.1 Muro frontale

Le verifiche sono riferite alla sezione di spiccato.

muro frontale	<b>H</b>	1400	<b>elem.</b>	M12-31	<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	669	-469	-177	2.13	-29.4	
	02_SLE2	680	-472	-178	2.14	-29.1	
	03_SLE3	506	-416	-167	1.89	-31.7	
	04_SLE4	514	-420	-168	1.91	-31.8	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	586	-397	-151	1.80	-23.7	-0.65
	06_SLS2	592	-399	-152	1.81	-23.5	-0.65
	07_SLS3	501	-391	-157	1.78	-28.1	-0.69
	08_SLS4	507	-394	-157	1.79	-28.1	-0.69
				[MPa]	<b>2.14</b>	<b>-31.8</b>	<b>-0.69</b>

#### Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$	
SLU	09_SLU1	945	-677	-260	4.13
	10_SLU2	961	-681	-261	4.12
	11_SLU3	708	-600	-246	4.44
	12_SLU4	719	-605	-246	4.41
SLV	13_SLV1	529	-586	-308	4.36
	14_SLV2	424	-393	-169	6.35
	15_SLV3	499	-556	-302	4.57
	16_SLV4	394	-362	-163	6.84
				<b>4.12</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]	308	<b><math>CS_V</math> 2.68</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	78 di 158

muro frontale	<b>H</b>	1400	<b>elem.</b>	M12-31	<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	329	-381	-163	1.72	-39.0	
	02_SLE2	337	-384	-163	1.74	-38.9	
	03_SLE3	458	-438	-169	1.99	-38.8	
	04_SLE4	471	-444	-170	2.02	-38.7	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	335	-343	-141	1.56	-32.1	-0.67
	06_SLS2	340	-344	-142	1.56	-32.1	-0.67
	07_SLS3	437	-408	-158	1.86	-35.4	-0.77
	08_SLS4	447	-413	-158	1.88	-35.3	-0.78
				[MPa]	<b>2.02</b>	<b>-39.0</b>	<b>-0.78</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	452	-549	-239	4.57
	10_SLU2	464	-554	-239	4.55
	11_SLU3	638	-633	-249	4.14
	12_SLU4	657	-641	-250	4.10
					<b>4.10</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]	250	$CS_V$	<b>3.31</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	79 di 158

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

muro frontale	<b>H</b>	1400	<b>elem.</b>	M16-30	<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	165	-71	-6	0.36	-2.6	
	02_SLE2	165	-72	-5	0.37	-2.8	
	03_SLE3	153	-79	-6	0.43	-5.6	
	04_SLE4	157	-77	-8	0.40	-4.5	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	144	-59	-7	0.30	-1.8	-0.07
	06_SLS2	143	-60	-6	0.30	-2.0	-0.07
	07_SLS3	142	-73	-5	0.39	-4.9	-0.11
	08_SLS4	146	-71	-6	0.37	-4.0	-0.10
[MPa]					<b>0.43</b>	<b>-5.6</b>	<b>-0.11</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	226	-114	-2	6.91
	10_SLU2	225	-115	-1	6.83
	11_SLU3	208	-126	-2	6.15
	12_SLU4	214	-123	-4	6.37
SLV	13_SLV1	130	134	-46	5.44
	14_SLV2	89	-101	-5	6.97
	15_SLV3	109	138	-38	5.20
	16_SLV4	67	-97	3	7.08
					<b>5.20</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]	46	<b><math>CS_V</math></b>
				<b>17.94</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	80 di 158

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

muro frontale interno	<b>H</b>	1400	<b>elem.</b>	M13-24	<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	283	-37	-28	0.30	1.5		
	02_SLE2	284	-38	-28	0.31	1.5		
	03_SLE3	247	-30	-22	0.26	1.4		
	04_SLE4	252	-31	-22	0.26	1.4		
SLE-freq	05_SLS1	241	-31	-22	0.26	1.3		
	06_SLS2	242	-32	-23	0.26	1.3		
	07_SLS3	232	-29	-21	0.24	1.3		
	08_SLS4	236	-29	-21	0.25	1.3		
					[MPa]	<b>0.31</b>	<b>1.3</b>	<b>0.08</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	396	-53	-39	16.86
	10_SLU2	397	-54	-40	16.71
	11_SLU3	344	-43	-31	20.30
	12_SLU4	352	-43	-32	20.04
SLV	13_SLV1	213	-33	-14	23.34
	14_SLV2	159	-26	-28	29.14
	15_SLV3	188	-31	-13	24.53
	16_SLV4	134	-23	-26	31.28
					<b>16.71</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]	40	$CS_V$ <b>20.96</b>



Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	81 di 158

muro frontale interno	<b>H</b>	1400	<b>elem.</b>	M13-24	<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	119	-106	-83	0.71	-24.9	
	02_SLE2	123	-106	-85	0.70	-23.6	
	03_SLE3	206	-90	-115	0.46	-3.5	
	04_SLE4	212	-88	-119	0.45	-2.9	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	123	-85	-80	0.52	-12.7	-0.16
	06_SLS2	125	-85	-81	0.51	-12.1	-0.16
	07_SLS3	182	-84	-107	0.43	-3.9	-0.11
	08_SLS4	187	-83	-109	0.42	-3.3	-0.11
				[MPa]	<b>0.71</b>	<b>-24.9</b>	<b>-0.16</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	136	-162	-113	4.53
	10_SLU2	142	-161	-116	4.57
	11_SLU3	261	-138	-160	5.89
	12_SLU4	271	-136	-165	6.02
					<b>4.53</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]	165	$CS_V$ <b>5.02</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	82 di 158

### 10.5.2 Paraghiaia

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

paraghiaia	<b>H</b>	400	<b>elem.</b>	P3-28	<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	5	-17	-35	0.92	-25.3	
	02_SLE2	5	-17	-35	0.92	-25.2	
	03_SLE3	-2	-18	-35	0.95	-27.7	
	04_SLE4	-3	-18	-35	0.95	-27.8	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	8	-12	-26	0.66	-16.8	-0.36
	06_SLS2	8	-12	-26	0.66	-16.7	-0.36
	07_SLS3	2	-15	-30	0.81	-22.8	-0.47
	08_SLS4	1	-15	-30	0.81	-22.9	-0.47
				[MPa]	<b>0.95</b>	<b>-27.8</b>	<b>-0.47</b>

#### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	7	-25	-51	10.58
	10_SLU2	8	-25	-51	10.60
	11_SLU3	-2	-26	-51	10.17
	12_SLU4	-3	-26	-51	10.19
SLV	13_SLV1	6	-50	-88	5.32
	14_SLV2	0	-17	-39	15.28
	15_SLV3	4	-50	-88	5.29
	16_SLV4	-2	-17	-39	15.11
					<b>5.29</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]	88	<b><math>CS_V</math></b> <b>2.31</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	83 di 158

paraghiaia	<b>H</b>	400	<b>elem.</b>	P3-28	<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	-19	-14	-35	0.70	-25.4	
	02_SLE2	-19	-14	-35	0.70	-25.4	
	03_SLE3	-32	-12	-35	0.60	-26.2	
	04_SLE4	-32	-12	-35	0.59	-26.2	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-14	-9	-26	0.45	-16.9	-0.31
	06_SLS2	-14	-9	-26	0.45	-16.9	-0.31
	07_SLS3	-25	-10	-30	0.50	-21.4	-0.37
	08_SLS4	-26	-10	-30	0.49	-21.4	-0.37
				[MPa]	<b>0.70</b>	<b>-26.2</b>	<b>-0.37</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-24	-20	-51	13.02
	10_SLU2	-24	-20	-51	13.08
	11_SLU3	-42	-18	-51	14.32
	12_SLU4	-43	-18	-51	14.48
					<b>13.02</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]	51	$CS_V$	<b>4.03</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	84 di 158

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

paraghiaia	<b>H</b>	400	<b>elem.</b>	P7-13	<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	22	0	3	0.07	0.6	
	02_SLE2	22	0	3	0.06	0.6	
	03_SLE3	20	-1	4	0.09	0.3	
	04_SLE4	21	-1	3	0.09	0.3	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	21	0	2	0.06	0.6	0.04
	06_SLS2	21	0	3	0.06	0.6	0.04
	07_SLS3	20	-1	3	0.08	0.3	0.01
	08_SLS4	20	-1	3	0.08	0.4	0.01
[MPa]					<b>0.09</b>	<b>0.3</b>	<b>0.01</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	29	-1	5	190.60
	10_SLU2	29	-1	5	206.41
	11_SLU3	26	-2	6	79.65
	12_SLU4	27	-2	6	83.20
SLV	13_SLV1	18	4	-12	41.96
	14_SLV2	-1	-3	4	63.06
	15_SLV3	13	4	-12	38.52
	16_SLV4	-6	-2	4	72.03
					<b>38.52</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]	12	<b><math>CS_V</math></b>
				<b>17.16</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	85 di 158

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	144	-4	41	0.47	3.5	
	02_SLE2	145	-4	41	0.47	3.6	
	03_SLE3	122	-4	39	0.40	3.0	
	04_SLE4	124	-4	39	0.40	3.0	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	128	-3	32	0.41	3.3	0.18
	06_SLS2	129	-3	32	0.41	3.3	0.18
	07_SLS3	119	-3	35	0.38	3.0	0.16
	08_SLS4	120	-3	35	0.39	3.0	0.16
				[MPa]	<b>0.47</b>	<b>3.0</b>	<b>0.16</b>

#### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	206	-6	59	30.70
	10_SLU2	208	-6	59	30.42
	11_SLU3	175	-5	56	34.75
	12_SLU4	177	-5	57	34.88
SLV	13_SLV1	103	-13	75	13.32
	14_SLV2	27	-20	30	7.97
	15_SLV3	87	-13	74	13.26
	16_SLV4	12	-20	28	7.90
					<b>7.90</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]	75	<b><math>CS_V</math></b> <b>2.75</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	86 di 158

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	-26	-15	33	1.03	-51.8	
	02_SLE2	-25	-16	33	1.04	-51.5	
	03_SLE3	-8	-16	34	1.05	-44.6	
	04_SLE4	-6	-16	34	1.05	-44.1	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-11	-12	26	0.83	-37.1	-0.44
	06_SLS2	-10	-12	26	0.83	-36.9	-0.44
	07_SLS3	-5	-14	31	0.95	-39.3	-0.48
	08_SLS4	-3	-14	31	0.95	-38.9	-0.48
				[MPa]	<b>1.05</b>	<b>-51.8</b>	<b>-0.48</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-44	-23	50	6.60
	10_SLU2	-43	-23	50	6.60
	11_SLU3	-18	-23	51	6.73
	12_SLU4	-15	-23	51	6.73
					<b>6.60</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]	51	$CS_V$	<b>4.02</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	87 di 158

### 10.5.3 Muri andatori

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

muro andatore	<b>H</b>	800	<b>elem.</b>	A6-44	<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	-9	-113	-113	1.53	-65.8	
	02_SLE2	-11	-112	-113	1.52	-65.8	
	03_SLE3	8	-113	-114	1.55	-63.2	
	04_SLE4	7	-114	-114	1.56	-63.7	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	17	-93	-94	1.28	-49.7	-0.72
	06_SLS2	16	-92	-94	1.27	-49.8	-0.72
	07_SLS3	16	-103	-104	1.42	-55.6	-0.80
	08_SLS4	16	-103	-104	1.42	-56.0	-0.81
				[MPa]	<b>1.56</b>	<b>-65.8</b>	<b>-0.81</b>

#### Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$	
SLU	09_SLU1	-25	-163	-167	4.33
	10_SLU2	-28	-162	-166	4.34
	11_SLU3	-1	-164	-167	4.35
	12_SLU4	-2	-165	-167	4.33
SLV	13_SLV1	-198	-87	-93	7.41
	14_SLV2	-11	-138	-146	5.15
	15_SLV3	-218	-80	-91	8.01
	16_SLV4	-32	-130	-144	5.39
				<b>4.33</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]	167	$CS_V$	<b>2.71</b>	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	88 di 158

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

muro andatore	<b>H</b>	800	<b>elem.</b>	A6-11	<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	13	-48	-72	0.89	-50.2	
	02_SLE2	11	-48	-72	0.90	-51.5	
	03_SLE3	28	-47	-73	0.87	-43.3	
	04_SLE4	29	-46	-73	0.86	-42.7	
SLE-freq	05_SLS1	17	-37	-56	0.68	-36.0	$\sigma_{traz,el}$ -0.29
	06_SLS2	16	-37	-56	0.69	-36.8	-0.30
	07_SLS3	25	-42	-65	0.78	-38.7	-0.33
	08_SLS4	26	-41	-65	0.77	-38.2	-0.32
				[MPa]	<b>0.90</b>	<b>-51.5</b>	<b>-0.33</b>

**Resistenza a flessione**

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	15	-72	-109	4.90
	10_SLU2	11	-73	-110	4.85
	11_SLU3	36	-71	-111	5.13
	12_SLU4	37	-70	-111	5.18
SLV	13_SLV1	-79	-43	-58	7.51
	14_SLV2	35	-66	-108	5.50
	15_SLV3	-97	-46	-62	6.82
	16_SLV4	18	-69	-112	5.14
					<b>4.85</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]	112	<b><math>CS_V</math> 4.07</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	VI0204 001	A	89 di 158

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	90 di 158

#### 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>	A11-44	<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	-241	-16	-7	0.00	-60.6	
	02_SLE2	-242	-16	-7	0.00	-61.7	
	03_SLE3	-226	-19	-7	0.00	-53.6	
	04_SLE4	-227	-19	-7	0.00	-54.0	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-182	-12	-5	0.00	-46.2	-0.30
	06_SLS2	-183	-11	-5	0.00	-46.9	-0.29
	07_SLS3	-200	-15	-6	0.00	-48.4	-0.35
	08_SLS4	-201	-16	-6	0.00	-48.4	-0.35
				[MPa]	<b>0.00</b>	<b>-61.7</b>	<b>-0.35</b>

#### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-369	-23	-10	25.54
	10_SLU2	-371	-22	-9	26.85
	11_SLU3	-347	-27	-9	22.27
	12_SLU4	-348	-27	-10	21.83
SLV	13_SLV1	-463	-55	-49	9.96
	14_SLV2	-179	-130	-144	5.01
	15_SLV3	-448	-54	-48	10.38
	16_SLV4	-164	-128	-143	5.12
					<b>5.01</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]	144	<b><math>CS_V</math></b> <b>3.14</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	91 di 158

muro andatore interno	<b>H</b>	800	<b>elem.</b>	A11-44	<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]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$		
<b>SLE-rara</b>	01_SLE1	-50	-95	-109	1.23	-63.1	
	02_SLE2	-49	-95	-109	1.23	-63.0	
	03_SLE3	-45	-98	-111	1.28	-64.1	
	04_SLE4	-45	-99	-111	1.29	-64.3	$\sigma_{traz,el}$
<b>SLE-freq</b>	05_SLS1	-18	-76	-90	1.03	-46.8	-0.63
	06_SLS2	-18	-77	-90	1.03	-46.8	-0.63
	07_SLS3	-34	-88	-101	1.16	-56.0	-0.74
	08_SLS4	-34	-88	-101	1.16	-56.2	-0.74
				[MPa]	<b>1.29</b>	<b>-64.3</b>	<b>-0.74</b>

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$	
<b>SLU</b>	09_SLU1	-99	-138	-160	4.92
	10_SLU2	-98	-138	-160	4.92
	11_SLU3	-92	-143	-163	4.77
	12_SLU4	-92	-143	-163	4.76
				<b>4.76</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>	1790	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
$s_1$ [mm]	400	<b><math>V_{Rsd}</math> [kN]</b>	452	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
$s_2$ [mm]	400	<b><math>V_R</math> [kN]</b>	452	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		<b><math>V_E</math> [kN]</b>	163	<b><math>CS_V</math></b>	<b>2.78</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	92 di 158

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

muro andatore interno	<b>H</b>	800	<b>elem.</b>	A11-11	<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	-175	8	14	0.00	-78.7		
	02_SLE2	-175	8	13	0.00	-78.2		
	03_SLE3	-168	10	12	0.00	-78.0		
	04_SLE4	-168	10	12	0.00	-78.2		
SLE-freq	05_SLS1	-147	6	11	0.00	-64.8	-0.23	
	06_SLS2	-147	6	10	0.00	-64.5	-0.22	
	07_SLS3	-156	8	10	0.00	-70.9	-0.25	
	08_SLS4	-156	8	10	0.00	-71.1	-0.26	
					[MPa]	<b>0.00</b>	<b>-78.7</b>	<b>-0.26</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-260	11	19	22.89
	10_SLU2	-261	10	18	24.52
	11_SLU3	-251	14	16	19.25
	12_SLU4	-251	14	16	18.75
SLV	13_SLV1	-255	-24	-36	11.04
	14_SLV2	-139	-99	-146	3.03
	15_SLV3	-244	-25	-38	10.75
	16_SLV4	-128	-100	-148	3.04
					<b>3.03</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]	148	$CS_V$ <b>3.08</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	93 di 158

muro andatore interno	<b>H</b>	800	<b>elem.</b>	A11-11	<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	-55	-56	-95	0.95	-85.9	
	02_SLE2	-54	-56	-94	0.95	-85.6	
	03_SLE3	-51	-53	-92	0.90	-80.6	
	04_SLE4	-51	-52	-92	0.90	-80.5	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-44	-44	-75	0.74	-67.9	-0.43
	06_SLS2	-44	-44	-75	0.74	-67.8	-0.43
	07_SLS3	-50	-48	-83	0.81	-74.7	-0.47
	08_SLS4	-50	-48	-83	0.81	-74.6	-0.47
				[MPa]	<b>0.95</b>	<b>-85.9</b>	<b>-0.47</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-92	-85	-141	3.75
	10_SLU2	-91	-84	-141	3.76
	11_SLU3	-86	-80	-138	3.99
	12_SLU4	-86	-80	-137	4.00
					<b>3.75</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]	141	$CS_V$	<b>3.22</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	94 di 158

### 10.5.5 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>
arm. verticali	<b>tesa</b>	fi26/200	<b>direz.</b>	2-2	FINALE
	<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
SLV	13_SLV1	86	-4	3	158.86
	14_SLV2	81	-11	-7	58.38
	15_SLV3	81	-5	2	123.46
	16_SLV4	76	-12	-9	52.73
					<b>52.73</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]	9	<b><math>CS_V</math></b> <b>45.31</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	95 di 158

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	88	-2	2	0.13	1.4	
	02_SLE2	99	-2	1	0.16	1.5	
	03_SLE3	81	-2	2	0.13	1.2	
	04_SLE4	82	-2	2	0.13	1.3	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	74	0	2	0.10	1.4	0.09
	06_SLS2	81	-1	2	0.11	1.4	0.09
	07_SLS3	75	-1	2	0.11	1.2	0.08
	08_SLS4	76	-1	2	0.11	1.3	0.08
[MPa]					<b>0.16</b>	<b>1.2</b>	<b>0.08</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	123	-3	2	202.29
	10_SLU2	139	-4	1	150.37
	11_SLU3	112	-4	1	167.47
	12_SLU4	114	-4	2	180.49
					<b>150.37</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]	2	<b><math>CS_V</math></b> <b>248.51</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	96 di 158

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>	fi18/200	<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	-20	-34	-75	0.73	-52.4	
	02_SLE2	-22	-34	-75	0.73	-53.6	
	03_SLE3	-4	-33	-75	0.73	-44.6	
	04_SLE4	-4	-33	-75	0.73	-44.2	
SLE-freq	05_SLS1	-13	-26	-58	0.56	-39.0	$\sigma_{traz,el}$ -0.29
	06_SLS2	-14	-26	-58	0.57	-39.7	-0.29
	07_SLS3	-5	-30	-67	0.65	-40.4	-0.32
	08_SLS4	-5	-29	-67	0.65	-40.0	-0.31
				[MPa]	<b>0.73</b>	<b>-53.6</b>	<b>-0.32</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-32	-52	-111	5.84
	10_SLU2	-35	-52	-111	5.77
	11_SLU3	-9	-50	-111	6.17
	12_SLU4	-8	-50	-111	6.22
SLV	13_SLV1	-95	-32	-64	8.73
	14_SLV2	3	-46	-106	6.73
	15_SLV3	-107	-35	-66	8.01
	16_SLV4	-8	-49	-108	6.32
					<b>5.77</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	VI0204 001	A	97 di 158

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

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$		
SLE-rara	01_SLE1	11	-19	-47	0.42	-20.1	
	02_SLE2	-45	-22	-47	0.38	-46.3	
	03_SLE3	34	-17	-49	0.37	-10.2	
	04_SLE4	35	-17	-48	0.36	-9.5	
SLE-freq	05_SLS1	22	-13	-35	0.28	-8.9	-0.11
	06_SLS2	-11	-15	-35	0.31	-23.8	-0.17
	07_SLS3	33	-15	-43	0.31	-7.7	-0.11
	08_SLS4	34	-15	-42	0.31	-7.2	-0.11
				[MPa]	<b>0.42</b>	<b>-46.3</b>	<b>-0.17</b>

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$	
SLU	09_SLU1	10	-29	-71	10.95
	10_SLU2	-71	-33	-72	8.68
	11_SLU3	43	-26	-74	12.30
	12_SLU4	45	-26	-73	12.52
				<b>8.68</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]	74	$CS_V$	<b>5.48</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	98 di 158

### 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>
arm. verticali	<b>tesa</b>	fi24/200	<b>direz.</b>	2-2	FINALE
	<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	5	4	0.30	1.9	
	02_SLE2	113	5	4	0.29	2.0	
	03_SLE3	98	5	7	0.27	1.6	
	04_SLE4	99	5	7	0.27	1.6	
SLE-freq	05_SLS1	97	4	3	0.25	1.8	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	97	4	2	0.24	1.8	0.10
	07_SLS3	93	4	6	0.24	1.6	0.09
	08_SLS4	94	4	6	0.25	1.6	0.09
[MPa]					<b>0.30</b>	<b>1.6</b>	<b>0.09</b>

#### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	158	7	5	40.99
	10_SLU2	159	7	5	42.78
	11_SLU3	137	7	10	42.62
	12_SLU4	139	7	10	41.87
SLV	13_SLV1	90	-4	-7	86.80
	14_SLV2	91	-24	-34	15.17
	15_SLV3	82	-5	-7	78.00
	16_SLV4	84	-25	-34	14.83
					<b>14.83</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]	34	<b><math>CS_V</math></b> <b>7.78</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	99 di 158

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	60	-11	-8	0.39	-2.5	
	02_SLE2	61	-11	-8	0.39	-2.4	
	03_SLE3	71	-10	-6	0.35	-0.7	
	04_SLE4	72	-10	-6	0.35	-0.6	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	55	-8	-6	0.28	-0.8	-0.06
	06_SLS2	56	-8	-6	0.28	-0.7	-0.06
	07_SLS3	66	-9	-5	0.31	-0.5	-0.06
	08_SLS4	66	-8	-5	0.31	-0.4	-0.06
				[MPa]	<b>0.39</b>	<b>-2.5</b>	<b>-0.06</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	83	-17	-14	21.67
	10_SLU2	84	-17	-13	21.80
	11_SLU3	99	-15	-10	24.70
	12_SLU4	100	-15	-9	24.96
					<b>21.67</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]	14	<b><math>CS_V</math></b> <b>19.69</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	100 di 158

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>	fi18/200			

### Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	-224	5	13	0.00	-98.9	
	02_SLE2	-224	5	13	0.00	-98.4	
	03_SLE3	-207	6	11	0.00	-94.8	
	04_SLE4	-208	6	11	0.00	-95.6	
SLE-freq	05_SLS1	-187	4	11	0.00	-81.3	$\sigma_{traz,el}$ -0.43
	06_SLS2	-188	3	10	0.00	-81.0	-0.43
	07_SLS3	-192	5	10	0.00	-86.3	-0.47
	08_SLS4	-193	5	10	0.00	-86.9	-0.48
				[MPa]	<b>0.00</b>	<b>-98.9</b>	<b>-0.48</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-327	7	18	20.95
	10_SLU2	-328	6	18	22.81
	11_SLU3	-303	8	15	17.27
	12_SLU4	-304	9	15	16.74
SLV	13_SLV1	-288	-18	-27	18.86
	14_SLV2	-178	-72	-120	5.02
	15_SLV3	-275	-19	-28	18.32
	16_SLV4	-164	-72	-122	5.01
					<b>5.01</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]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	268	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	268	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	122	$CS_V$ <b>2.20</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	101 di 158

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>	fi18/200			

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$		
SLE-rara	01_SLE1	-67	-41	-80	1.22	-55.1	
	02_SLE2	-67	-41	-80	1.22	-55.0	
	03_SLE3	-70	-39	-80	1.15	-53.7	
	04_SLE4	-71	-39	-80	1.14	-53.7	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-57	-32	-63	0.95	-44.1	-0.73
	06_SLS2	-57	-32	-63	0.95	-44.1	-0.73
	07_SLS3	-67	-35	-71	1.03	-49.5	-0.81
	08_SLS4	-67	-35	-71	1.03	-49.5	-0.81
				[MPa]	<b>1.22</b>	<b>-55.1</b>	<b>-0.81</b>

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$	
SLU	09_SLU1	-106	-62	-119	6.09
	10_SLU2	-106	-61	-119	6.10
	11_SLU3	-110	-59	-118	6.36
	12_SLU4	-111	-59	-118	6.37
				<b>6.09</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]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	268	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	268	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	119	$CS_V$ <b>2.26</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	102 di 158

### 10.5.7 Plinto

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

plinto	<b>H</b>	1500	<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	-29	963	1059	3.57	-164.8	
	02_SLE2	-36	978	1073	3.62	-168.1	
	03_SLE3	-1	791	892	2.94	-133.3	
	04_SLE4	-3	797	898	2.97	-134.4	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-36	853	935	3.15	-147.0	-1.94
	06_SLS2	-40	862	943	3.18	-148.9	-1.96
	07_SLS3	-14	778	870	2.89	-132.3	-1.76
	08_SLS4	-15	783	875	2.90	-133.2	-1.77
				[MPa]	<b>3.62</b>	<b>-168.1</b>	<b>-1.96</b>

#### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-43	1388	1527	1.72
	10_SLU2	-53	1410	1547	1.69
	11_SLU3	-3	1138	1284	2.12
	12_SLU4	-5	1146	1293	2.10
SLV	13_SLV1	179	922	1229	2.75
	14_SLV2	141	612	799	4.10
	15_SLV3	201	850	1160	3.00
	16_SLV4	164	540	730	4.67
					<b>1.69</b>

#### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	18	$V_{Rcd}$ [kN]	3516	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	2000	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	2000	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	1547	<b><math>CS_V</math></b> <b>1.29</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	103 di 158

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

**Verifica tensioni in esercizio**

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$		
<b>SLE-rara</b>	01_SLE1	46	641	733	2.41	-103.3	
	02_SLE2	45	648	741	2.44	-104.7	
	03_SLE3	35	742	836	2.79	-121.5	
	04_SLE4	33	755	849	2.83	-123.7	$\sigma_{traz,el}$
<b>SLE-freq</b>	05_SLS1	22	626	706	2.34	-103.1	-1.39
	06_SLS2	22	630	710	2.36	-104.0	-1.41
	07_SLS3	20	727	814	2.72	-120.4	-1.62
	08_SLS4	18	737	824	2.76	-122.2	-1.65
				[MPa]	<b>2.83</b>	<b>-123.7</b>	<b>-1.65</b>

**Resistenza a flessione**

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	<b>CS<sub>M</sub></b>	
<b>SLU</b>	09_SLU1	60	939	1073	2.61
	10_SLU2	58	950	1083	2.58
	11_SLU3	44	1085	1221	2.25
	12_SLU4	41	1103	1239	2.21
				<b>2.21</b>	

**Resistenza a taglio**

	<b>ctg <math>\theta</math></b>	2.50	1.0 ≤ ... ≤ 2.5	
$\phi$ [mm]	18	<b>V<sub>Rcd</sub> [kN]</b>	3516	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	<b>V<sub>Rsd</sub> [kN]</b>	2000	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	<b>V<sub>R</sub> [kN]</b>	2000	min (V <sub>Rcd</sub> , V <sub>Rsd</sub> )
		<b>V<sub>E</sub> [kN]</b>	1239	<b>CS<sub>V</sub></b> <b>1.61</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	104 di 158

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

plinto	<b>H</b>	1500	<b>elem.</b>	F8-33	<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	36	282	0.00	-47.9	
	02_SLE2	-165	39	282	0.00	-49.4	
	03_SLE3	-168	28	280	0.00	-46.3	
	04_SLE4	-169	28	281	0.00	-46.6	
SLE-freq	05_SLS1	-140	45	248	0.00	-45.6	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	-141	47	247	0.00	-46.4	-0.20
	07_SLS3	-157	36	262	0.00	-46.4	-0.19
	08_SLS4	-157	36	263	0.00	-46.6	-0.19
				[MPa]	<b>0.00</b>	<b>-49.4</b>	<b>-0.20</b>

#### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-244	52	409	20.16
	10_SLU2	-247	57	408	18.52
	11_SLU3	-251	40	405	26.02
	12_SLU4	-251	41	407	25.53
SLV	13_SLV1	-23	-22	296	107.73
	14_SLV2	-99	-131	295	17.92
	15_SLV3	-17	-40	263	60.55
	16_SLV4	-93	-148	262	15.84
					<b>15.84</b>

#### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	16	$V_{Rcd}$ [kN]	3516	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	1580	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	1580	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	409	<b><math>CS_V</math></b>
				<b>3.87</b>



Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	105 di 158

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

plinto interno	<b>H</b>	1500	<b>elem.</b>	F5-25	<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	-301	-133	215	0.00	-54.9	
	02_SLE2	-303	-131	216	0.00	-54.8	
	03_SLE3	-278	-136	215	0.00	-52.9	
	04_SLE4	-280	-136	215	0.00	-53.2	
SLE-freq	05_SLS1	-264	-113	185	0.00	-47.6	$\sigma_{traz,el}$ -0.41
	06_SLS2	-265	-112	185	0.00	-47.5	-0.41
	07_SLS3	-264	-124	200	0.00	-49.4	-0.44
	08_SLS4	-266	-124	200	0.00	-49.7	-0.44
				[MPa]	<b>0.00</b>	<b>-54.9</b>	<b>-0.44</b>

**Resistenza a flessione**

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-427	-191	323	11.14
	10_SLU2	-430	-188	325	11.32
	11_SLU3	-394	-195	322	11.00
	12_SLU4	-398	-196	322	10.97
SLV	13_SLV1	-118	-222	321	10.49
	14_SLV2	-374	-289	167	7.48
	15_SLV3	-97	-207	298	11.35
	16_SLV4	-353	-273	144	7.96
					<b>7.48</b>

**Resistenza a taglio**

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	16	$V_{Rcd}$ [kN]	3516	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	1580	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	1580	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	325	$CS_V$ <b>4.87</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	106 di 158

plinto interno	<b>H</b>	1500	<b>elem.</b>	F5-25	<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	-251	-197	296	0.33	-59.8	
	02_SLE2	-251	-198	296	0.33	-59.9	
	03_SLE3	-249	-217	305	0.43	-62.7	
	04_SLE4	-248	-218	306	0.44	-62.9	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-214	-162	257	0.23	-50.0	-0.49
	06_SLS2	-214	-162	257	0.23	-50.0	-0.49
	07_SLS3	-232	-190	284	0.34	-56.5	-0.56
	08_SLS4	-232	-190	285	0.35	-56.6	-0.57
				[MPa]	<b>0.44</b>	<b>-62.9</b>	<b>-0.57</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-372	-271	438	7.97
	10_SLU2	-371	-272	438	7.95
	11_SLU3	-368	-300	451	7.23
	12_SLU4	-368	-301	453	7.19
					<b>7.19</b>

Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	16	$V_{Rcd}$ [kN]	3516	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	1580	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	1580	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	453	<b><math>CS_V</math></b> <b>3.49</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 VI0204 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.02.0.3.002.A - Relazione geotecnica di calcolo delle fondazioni.

D	1.2	m
$\alpha$	2.18	-

### 10.6.1 Reazioni globali fase finale

Le massime azioni agenti in testa ai pali sono:

SL	Combo	Max N [kN]	Min N [kN]	Max T [kN]	Max M [kNm]
<b>SLE</b>	01_SLE1	3438	2099	496	1081
	02_SLE2	3426	2138	492	1072
	03_SLE3	3189	1835	481	1049
	04_SLE4	3231	1835	482	1051
<b>SLS</b>	05_SLS1	2959	1999	427	931
	06_SLS2	2960	2022	425	927
	07_SLS3	2976	1861	448	976
	08_SLS4	3009	1861	448	978
<b>SLU</b>	09_SLU1	4797	3035	724	1579
	10_SLU2	4785	3091	719	1568
	11_SLU3	4435	2651	704	1535
	12_SLU4	4496	2650	706	1538
<b>SLV</b>	13_SLV1	3995	678	1172	2554
	14_SLV2	3705	918	890	1941
	15_SLV3	3798	330	1172	2554
	16_SLV4	3508	570	890	1941
<b>GEO</b>	17_GEO1	3880	2440	623	1357
	18_GEO2	3871	2488	619	1348
	19_GEO3	3568	2108	606	1320
	20_GEO4	3620	2108	607	1322

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>VI0204 001</td> <td>A</td> <td>108 di 158</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	108 di 158
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	108 di 158								

### 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	2667.2	1651.2	430.2
	02_SLE2	2691.4	1661.3	430.3
	03_SLE3	3181.0	1706.5	446.9
	04_SLE4	3223.5	1719.5	448.0
<b>SLS</b>	05_SLS1	2436.0	1669.7	378.7
	06_SLS2	2450.6	1675.8	378.7
	07_SLS3	2923.6	1743.6	413.3
	08_SLS4	2957.6	1754.0	414.2
<b>SLU</b>	09_SLU1	3648.4	2436.3	638.8
	10_SLU2	3683.5	2451.0	638.9
	11_SLU3	4392.9	2514.6	651.9
	12_SLU4	4454.5	2533.4	653.6
<b>GEO</b>	17_GEO1	2910.6	1939.5	549.2
	18_GEO2	2940.9	1952.2	549.2
	19_GEO3	3552.3	2006.7	560.4
	20_GEO4	3605.4	2023.0	561.9

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.

  	<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 VI0204 001	REV. A

### 10.6.3 Verifiche strutturali pali di fondazione

<u>GEOMETRIA DELLA SEZIONE</u>		
Diametro del palo =	1200	mm
Copriferro netto c =	60	mm
Classe di resistenza calcestruzzo =	C25/30	Mpa
Classe di resistenza delle barre =	B450C	MPa
<u>ARMATURA PER I PRIMI 10 Ø</u>		
<i>1° strato di armatura longitudinale</i>		
Numero barre long.	30	-
Diametro barre long.	24	mm
Copriferro baricentrico arm. long. c' =	86	mm
<i>2° strato di armatura longitudinale</i>		
Numero barre long.	30	-
Diametro barre long.	24	mm
Copriferro baricentrico arm. long. c' =	135	mm
<i>Armatura trasversale</i>		
Diametro barre trasv.	14	mm
Passo arm. trasv.	150	mm
Diametro corona esterna =	1066	mm
<u>VERIFICA ARMATURA MINIMA LONG.</u>		
$\rho_{min} =$	1.00%	
$A_c =$	1130973	mm <sup>2</sup>
$A_{s,min} =$	11310	mm <sup>2</sup>
Armatura long. tot $A_{sd,tot} =$	27143	mm <sup>2</sup>
$\rho_l =$	2.40%	
	ok	

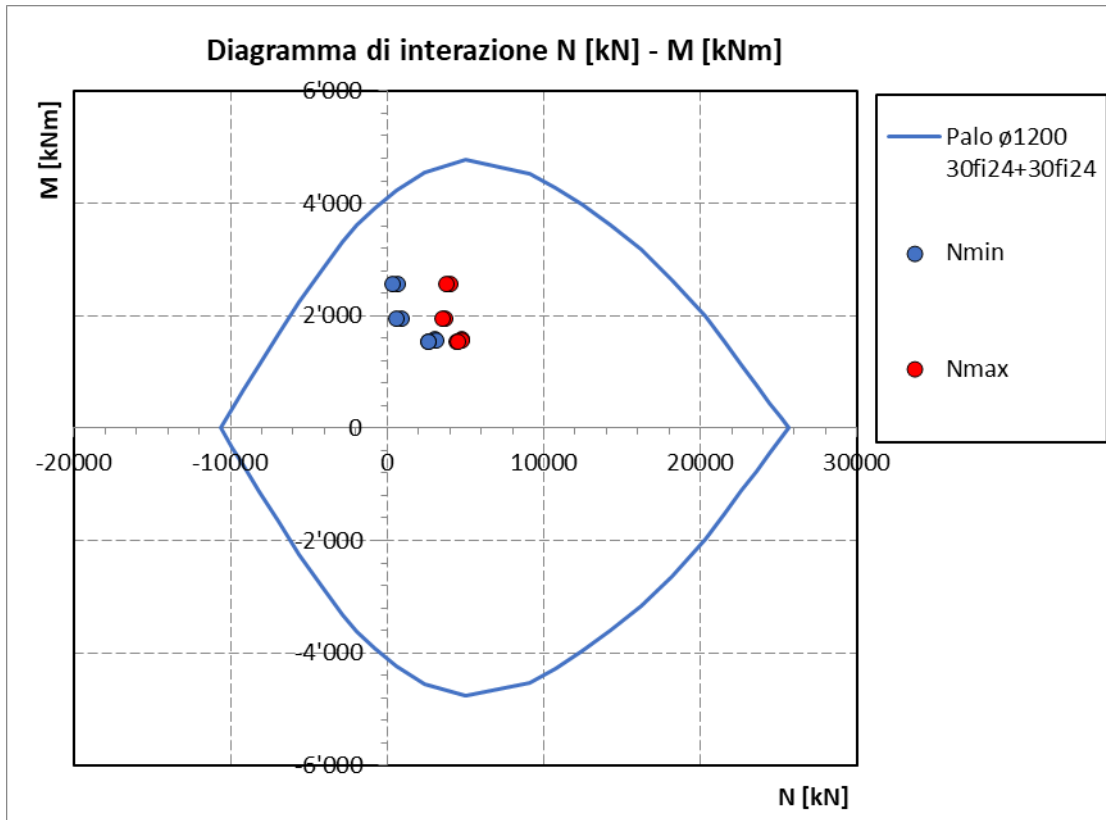
#### 10.6.3.1 Verifiche allo SLU

##### 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.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	110 di 158



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	VI0204 001	A	111 di 158

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>
diámetro	$\Phi$	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>
diámetro 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	$V_{Ed}$	1172	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		1.44	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	112 di 158

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

**04\_SLE4**

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	452	0	514
2	452	107	503
3	452	209	470
4	452	302	416
5	452	382	344
6	452	445	257

Materiali	B450C	C25/30
$E_{su}$	10 ‰	2 ‰
$f_{yd}$	391.3 N/mm²	3.5 ‰
$E_s$	200000 N/mm²	13.29 ‰
$E_s/E_c$	15 ‰	0.8 ‰
$E_{spd}$	1.957 ‰	9.75 ‰
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	0.6 ‰
$\tau_{c1}$	1.829	

$\sigma_c$	-6.392 N/mm²				
$\sigma_s$	70.83 N/mm²				
$\epsilon_s$	0.3542 ‰				
d	1114 mm				
x	640.7 mm	x/d	0.5751		
$\delta$	1				

Rck	30	MPa			
fck	24.9	MPa			
fyk	450	MPa			
$\sigma_c$	-6.39	MPa	<	0.55 fck =	-13.70 MPa VERO
$\sigma_s$	70.8	MPa	<	0.75 fyk =	337.5 MPa VERO
x	641	mm			1

Le verifiche sono soddisfatte.



Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	113 di 158

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	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	2.06E-04	-
	pos. baric. 1° strato	$c_1$	86	mm	distanza max fessure		
	diametro barre 1° strato	$\phi_1$	24	mm	$s_{r,max}$	470	mm
	numero barre 1° strato	$n_1$	7.807		ampiezza fessure:		
	pos. baric. 2° strato	$c_2$	135	mm	$w_k$	0.097	mm
	diametro barre 2° strato	$\phi_2$	24	mm	$w_{lim}$	0.300	mm
	numero barre 2° strato	$n_2$	7.807		La verifica è soddisfatta.		
	distanza lembo compresso-lembo teso della sezione	$d$	1090	mm			
		$b_{eff}$	128	mm			
	posizione asse neutro da lembo compresso	$x$	641	mm			
	Tensione massima barre 1° strato	$\sigma_{s,max1}$	71	Mpa			
	Tensione massima barre 2° strato	$\sigma_{s,max2}$	71	Mpa			
	altezza efficace	$h_{c,eff}$	186	mm			
	area efficace relativamente ad una singola barre	$A_{c,eff}$	23867	mm <sup>2</sup>			
	percentuale di armatura relativa a $A_{c,eff}$	$\rho_{p,eff}$	0.038				
	(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	VI0204 001	A	114 di 158

## 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>	4492.5	3145.4	0.6	0.0	0.0
	Permanenti NON strutturali	<b>G2</b>	1966.6	1376.9	0.3	0.0	0.0
	Traffico - 1LM71	<b>Q1,1a</b>	1889.3	1322.8	-3929.6	0.0	0.0
	Traffico - 1SW2	<b>Q1,1b</b>	2055.8	1439.4	-4276.1	0.0	0.0
	Traffico - 2 LM71	<b>Q1,2a</b>	3778.6	2645.5	-301.8	0.0	0.0
	Traffico - 1 LM72 + 1 SW2	<b>Q1,2b</b>	3945.2	2762.1	-315.1	0.0	0.0
	Carico variabile 1 Marciapiede	<b>Qm1</b>	192.5	134.8	-1001.0	0.0	0.0
	Carico variabile 2 Marciapiedi	<b>Qm2</b>	385.0	269.5	-38.4	0.0	0.0
	Carico Avviamento	<b>Qa</b>	89.0	3256.4	-0.2	-798.5	0.0
	Frenatura LM71	<b>Qf1</b>	54.0	1973.6	-0.1	-483.9	0.0
	Frenatura SW2	<b>Qf2</b>	85.9	3139.8	-0.2	-769.9	0.0
	Serpeggio 1 treno	<b>QS1</b>	0.0	0.0	-698.4	0.0	-109.8
	Serpeggio 2 treni	<b>QS2</b>	0.0	0.0	-1396.8	0.0	-219.7
	Vento	<b>Qw</b>	0.0	0.0	-2067.7	0.0	-278.6
	Azioni aerodinamiche 1 treno	<b>Qae1</b>	0.0	0.0	-91.4	0.0	-11.1
	Azioni aerodinamiche 2 treni	<b>Qae2</b>	0.0	0.0	-182.8	0.0	-22.2
	Sisma Long con 2 LM71	<b>Elong</b>	332.6	17995.8	-1.2	-4440.5	0.0
	Sisma Trasv con 2 LM71	<b>Etrasv</b>	-0.1	0.2	-12383.2	0.0	-2217.5
Sisma Vert con 2 LM71	<b>Evert</b>	1110.2	777.3	0.1	0.0	0.0	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	115 di 158

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

Condizione		N	ML	MT	TL	TT
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
p.p. spalla	SP_Gk1	5859.7	-437.0	-590.7	0.0	0.0
spalla sisma long	SP_Elong	0.1	3013.0	-0.2	-1845.7	0.0
spalla sisma trasv	SP_Etrasv	0.0	0.0	-3011.4	0.0	-1843.4
spalla sisma vert	SP_Evert	920.0	-68.6	-92.7	0.0	0.0
p.p. rinterro	SP_Gk2	2643.7	-4494.2	492.4	0.0	0.0
rinterro spinta esercizio	SP_Gk2_h	0.1	2766.5	-0.2	-1608.5	0.0
rinterro sisma long	SP_Gk2_Elong	0.3	9924.2	-0.7	-3473.5	0.0
rinterro sisma trasv	SP_Gk2_Etrasv	0.0	0.0	-3106.5	0.0	-890.4
rinterro sisma vert	SP_Gk2_Evert	831.7	-1413.9	154.9	0.0	0.0
permanente	SP_Gk3	479.5	-815.1	89.3	0.0	0.0
permanente spinta esercizio	SP_Gk3_h	0.0	849.2	-0.1	-243.7	0.0
accidentale	SP_Qk	1664.8	-2830.1	310.1	0.0	0.0
accidentale spinta esercizio	SP_Qk_h	0.1	2951.4	-0.2	-846.8	0.0

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

Condizione		N	ML	MT	TL	TT
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
SLE-rara	01_SLE1	21264.9	7989.0	-2851.4	-3340.2	-409.1
	02_SLE2	21534.9	11886.8	-2075.1	-4267.3	-288.1
	03_SLE3	19194.6	5571.7	-6459.3	-3098.2	-288.1
	04_SLE4	19361.2	5688.3	-6805.9	-3098.2	-288.1
SLE-frequente	05_SLS1	18935.8	5750.0	-969.8	-2745.0	-145.1
	06_SLS2	19097.8	8088.7	-504.1	-3301.3	-72.6
	07_SLS3	18444.1	4935.7	-4176.6	-2849.0	-96.8
	08_SLS4	18577.4	5029.0	-4453.9	-2849.0	-96.8
SLU	09_SLU1	30068.8	11308.1	-2249.0	-4935.9	-350.8
	10_SLU2	30460.3	16960.0	-1123.5	-6280.3	-175.4
	11_SLU3	27059.2	7797.6	-7519.1	-4585.0	-175.4
	12_SLU4	27300.8	7966.8	-8021.6	-4585.0	-175.4
SLV	13_SLV1	17722.3	33666.4	-5540.4	-11781.2	-1485.4
	14_SLV2	17489.1	12013.5	-18489.8	-4949.4	-4951.3
	15_SLV3	15672.2	34655.5	-5639.9	-11781.2	-1485.4
	16_SLV4	15439.0	13002.6	-18589.2	-4949.4	-4951.3
GEO	17_GEO1	24263.0	9304.1	-1838.4	-4267.8	-302.4
	18_GEO2	24600.5	14176.4	-868.0	-5426.8	-151.2
	19_GEO3	21667.4	6277.1	-6386.8	-3965.4	-151.2

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	116 di 158

	20_GEO4	21875.7	6422.9	-6820.0	-3965.4	-151.2
--	---------	---------	--------	---------	---------	--------

## 11.2 Reazioni globali modello di prima fase

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

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI							
Condizione		N	ML	MT	TL	TT	
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
CARICHI ELEMENTARI IMPALCATO	Permanenti strutturali	G1	2994.1	2095.5	5987.7	0.0	0.0
	Permanenti NON strutturali	G2	1310.7	917.3	2621.1	0.0	0.0
	Traffico - 1LM71	Q1,1a	1888.7	1321.9	3626.1	0.0	0.0
	Traffico - 1SW2	Q1,1b	2055.3	1438.4	3945.7	0.0	0.0
	Carico variabile 1 Marciapiede	Qm1	192.4	134.7	-230.9	0.0	0.0
	Carico variabile 2 Marciapiedi	Qm2	384.9	269.4	731.2	0.0	0.0
	Carico Avviamento	Qa	88.8	3255.6	178.0	-798.3	0.0
	Frenatura LM71	Qf1	53.8	1973.1	107.9	-483.8	0.0
	Frenatura SW2	Qf2	85.7	3139.0	171.8	-769.7	0.0
	Serpeggio 1 treno	QS1	0.0	0.0	-697.9	0.0	-109.5
	Vento	Qw	0.0	-0.1	-2066.4	0.0	-277.7
	Azioni aerodinamiche 1 treno	Qae1	0.0	0.0	-91.3	0.0	-11.0
	Sisma Long con 2 LM71	Elong	331.4	17991.4	665.2	-4439.5	0.2
	Sisma Trasv con 2 LM71	Etrasv	0.3	-0.5	-12374.5	0.0	-2210.6
	Sisma Vert con 2 LM71	Evert	1109.9	776.8	2219.6	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	4083.4	-252.8	8948.7	0.0	0.0
	spalla sisma long	SP_Elong	-0.1	2107.3	0.1	-1286.2	0.0
	spalla sisma trasv	SP_Etrasv	0.0	-0.1	-2103.2	0.0	-1280.7
	spalla sisma vert	SP_Evert	641.1	-39.7	1404.9	0.0	0.0
	p.p. rinterro	SP_Gk2	1936.8	-3292.7	3649.9	0.0	0.0
	rinterro spinta esercizio	SP_Gk2_h	-0.1	1939.5	0.1	-1122.6	-0.1
	rinterro sisma long	SP_Gk2_Elong	-0.2	7171.2	0.6	-2491.4	0.1
	rinterro sisma trasv	SP_Gk2_Etrasv	0.0	-0.1	-2173.1	0.0	-621.2
	rinterro sisma vert	SP_Gk2_Evert	609.3	-1035.9	1148.3	0.0	0.0
	permanente	SP_Gk3	351.3	-597.2	661.9	0.0	0.0
	permanente spinta esercizio	SP_Gk3_h	0.0	622.1	0.1	-178.5	0.0

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	117 di 158

accidentale	SP_Qk	1219.7	-2073.5	2298.4	0.0	0.0
accidentale spinta esercizio	SP_Qk_h	-0.1	2162.1	0.2	-620.4	0.0

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

Condizione		N	ML	MT	TL	TT
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
SLE-rara	01_SLE1	12275.0	4350.1	23656.2	-2562.5	-166.6
	02_SLE2	12378.2	8130.4	23863.0	-3489.4	-166.5
	03_SLE3	13982.9	4577.7	25669.3	-2320.6	-287.1
	04_SLE4	14149.5	4694.2	25989.0	-2320.6	-287.1
SLE-frequente	05_SLS1	11635.5	3182.8	23685.4	-2057.9	0.0
	06_SLS2	11697.4	5451.0	23809.5	-2614.1	0.1
	07_SLS3	13321.6	3948.5	25901.3	-2116.7	-96.4
	08_SLS4	13454.8	4041.8	26157.0	-2116.7	-96.4
SLU	09_SLU1	17286.3	6113.7	34981.5	-3780.6	0.1
	10_SLU2	17435.9	11595.1	35281.3	-5124.7	0.1
	11_SLU3	19755.1	6438.3	37862.1	-3429.9	-174.7
	12_SLU4	19996.6	6607.3	38325.6	-3429.9	-174.7
SLV	13_SLV1	11959.4	28629.6	19431.7	-9642.2	-1233.5
	14_SLV2	11727.9	9540.2	7310.0	-3890.3	-4112.5
	15_SLV3	10299.3	28791.2	16108.3	-9518.2	-1233.5
	16_SLV4	10067.8	9701.7	3986.6	-3766.2	-4112.5
GEO	17_GEO1	13769.7	4967.3	27761.8	-3268.1	0.1
	18_GEO2	13898.6	9692.6	28020.3	-4426.8	0.1
	19_GEO3	15896.9	5246.3	30239.8	-2965.8	-150.6
	20_GEO4	16105.0	5392.0	30639.4	-2965.8	-150.6

	<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>VI0204 001</td> <td>A</td> <td>118 di 158</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	118 di 158
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	118 di 158								

### 11.3 Diagrammi di sollecitazione fase finale

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

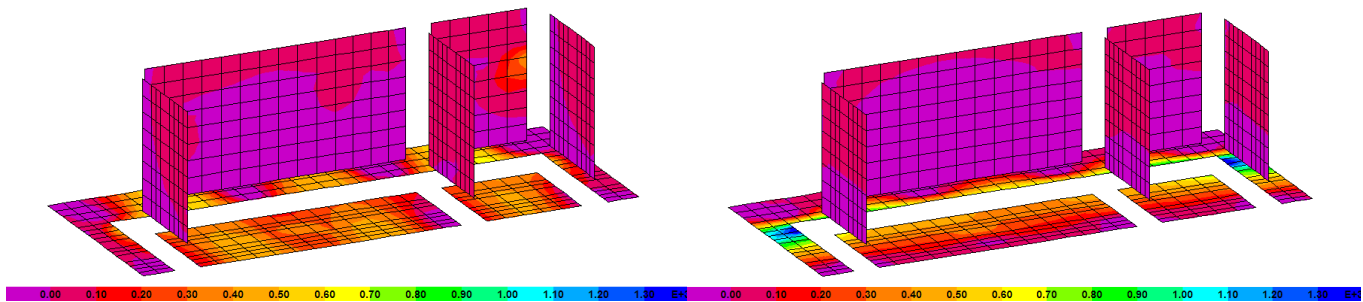


Figura 23 - involucro massimi positivi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

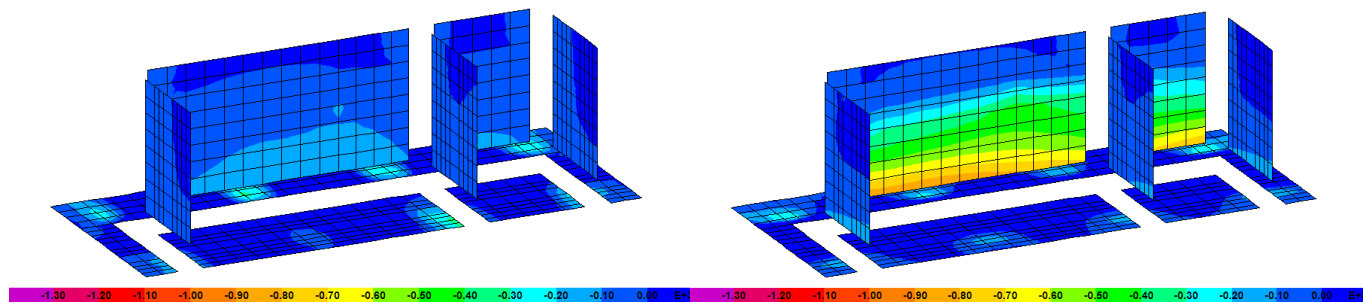


Figura 24 - involucro massimi negativi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

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

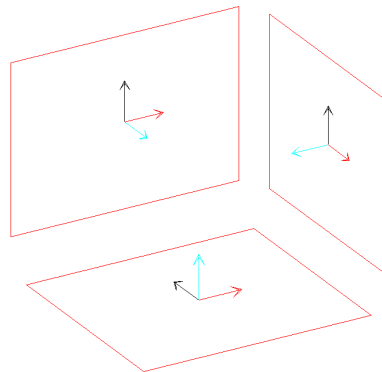


Figura 25 - assi locali elementi lastra-piastra

	<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 VI0204 001	REV. A	FOGLIO 119 di 158

### 11.4 Diagrammi di sollecitazione modello di prima fase

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

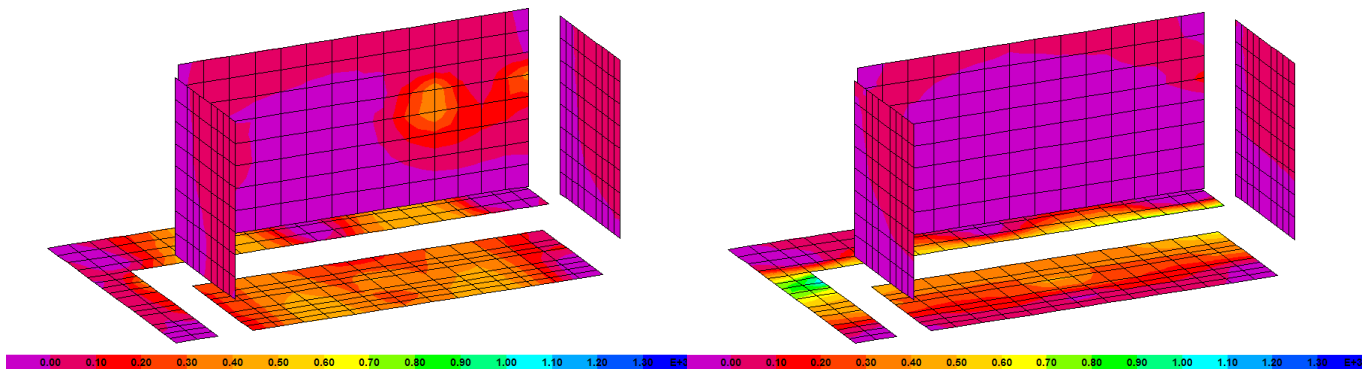


Figura 26 - involucro massimi positivi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

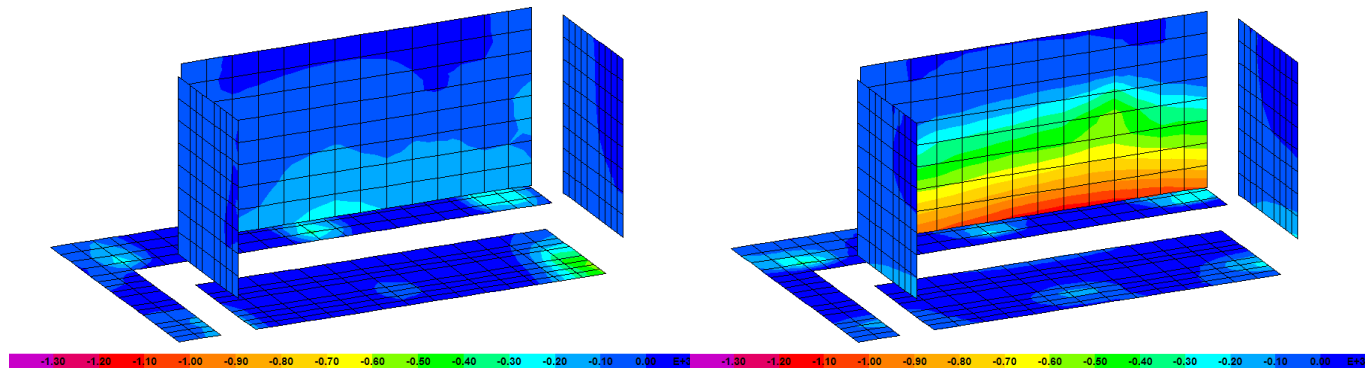


Figura 27 - involucro massimi negativi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

  	<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>VI0204 001</td> <td>A</td> <td>120 di 158</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	120 di 158
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	120 di 158								

## 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	VI0204 001	A	121 di 158

### 11.5.1 Muro frontale

Le verifiche sono riferite alla sezione di spiccato.

muro frontale	<b>H</b>	1400	<b>elem.</b>	M12-31	<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	672	-439	-167	1.99	-24.7	
	02_SLE2	699	-519	-208	2.36	-34.9	
	03_SLE3	517	-375	-150	1.70	-24.5	
	04_SLE4	526	-378	-150	1.72	-24.5	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	583	-357	-134	1.62	-18.1	-0.55
	06_SLS2	599	-405	-159	1.84	-24.0	-0.66
	07_SLS3	507	-347	-137	1.58	-21.0	-0.57
	08_SLS4	514	-350	-138	1.59	-21.0	-0.57
				[MPa]	<b>2.36</b>	<b>-34.9</b>	<b>-0.66</b>

#### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	948	-632	-244	4.43
	10_SLU2	987	-748	-304	3.77
	11_SLU3	723	-540	-220	4.94
	12_SLU4	737	-545	-220	4.91
SLV	13_SLV1	550	-806	-435	3.18
	14_SLV2	449	-424	-190	5.91
	15_SLV3	519	-778	-429	3.28
	16_SLV4	418	-396	-184	6.29
					<b>3.18</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]	435	<b><math>CS_V</math></b> <b>1.90</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	122 di 158

muro frontale	<b>H</b>	1400	<b>elem.</b>	M12-31	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi24/100	<b>direz.</b>	2-2	
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	311	-395	-174	1.79	-43.1	
	02_SLE2	320	-513	-238	2.30	-63.0	
	03_SLE3	438	-416	-160	1.89	-36.6	
	04_SLE4	451	-421	-160	1.91	-36.5	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	313	-331	-137	1.50	-31.8	-0.65
	06_SLS2	318	-401	-175	1.81	-43.5	-0.83
	07_SLS3	413	-380	-144	1.73	-32.4	-0.71
	08_SLS4	423	-384	-145	1.75	-32.3	-0.72
				[MPa]	<b>2.30</b>	<b>-63.0</b>	<b>-0.83</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	423	-570	-255	4.38
	10_SLU2	436	-740	-347	3.38
	11_SLU3	607	-600	-234	4.34
	12_SLU4	625	-607	-235	4.30
					<b>3.38</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]	347	$CS_V$	<b>2.38</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	123 di 158

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

muro frontale	<b>H</b>	1400	<b>elem.</b>	M16-25	<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	223	9	-42	0.18	2.0		
	02_SLE2	227	89	-42	0.45	-2.3		
	03_SLE3	207	-14	-41	0.18	1.6		
	04_SLE4	212	-12	-43	0.18	1.8		
SLE-freq	05_SLS1	191	-5	-36	0.15	1.8	$\sigma_{traz,el}$ 0.12	
	06_SLS2	193	43	-36	0.26	0.3	0.01	
	07_SLS3	192	-17	-38	0.18	1.3	0.08	
	08_SLS4	196	-16	-39	0.18	1.4	0.09	
					[MPa]	<b>0.45</b>	<b>-2.3</b>	<b>0.01</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	308	5	-54	165.16
	10_SLU2	314	120	-54	7.02
	11_SLU3	285	-29	-54	28.81
	12_SLU4	292	-26	-56	32.51
SLV	13_SLV1	181	498	-68	1.53
	14_SLV2	143	43	-34	17.10
	15_SLV3	156	500	-59	1.49
	16_SLV4	119	45	-26	15.97
					<b>1.49</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]	68	$CS_V$ <b>12.25</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	124 di 158

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

muro frontale interno	<b>H</b>	1400	<b>elem.</b>	M13-20	<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	301	-40	-20	0.32	1.6		
	02_SLE2	308	-42	-16	0.34	1.6		
	03_SLE3	264	-32	-15	0.28	1.5		
	04_SLE4	270	-33	-16	0.28	1.5		
SLE-freq	05_SLS1	255	-33	-17	0.27	1.4	$\sigma_{traz,el}$	
	06_SLS2	259	-35	-14	0.28	1.4	0.08	
	07_SLS3	247	-31	-15	0.26	1.4	0.08	
	08_SLS4	252	-31	-15	0.26	1.4	0.09	
					[MPa]	<b>0.34</b>	<b>1.4</b>	<b>0.08</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	421	-57	-28	16.05
	10_SLU2	432	-60	-22	15.35
	11_SLU3	368	-46	-22	19.23
	12_SLU4	376	-46	-22	19.00
SLV	13_SLV1	235	-40	9	19.75
	14_SLV2	186	-28	-19	26.89
	15_SLV3	210	-38	10	20.59
	16_SLV4	161	-26	-18	28.77
					<b>15.35</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]	28	$CS_V$ <b>29.51</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	125 di 158

muro frontale interno	<b>H</b>	1400	<b>elem.</b>	M13-20	<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	192	-30	-92	0.22	0.8	
	02_SLE2	192	58	-79	0.30	-0.4	
	03_SLE3	291	-45	-132	0.33	1.3	
	04_SLE4	298	-44	-135	0.33	1.4	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	187	-38	-92	0.24	0.5	0.02
	06_SLS2	188	14	-84	0.17	1.4	0.09
	07_SLS3	260	-47	-123	0.32	0.9	0.05
	08_SLS4	266	-47	-126	0.32	1.0	0.05
				[MPa]	<b>0.33</b>	<b>-0.4</b>	<b>0.02</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	239	-48	-127	16.63
	10_SLU2	239	79	-108	10.05
	11_SLU3	382	-70	-184	12.75
	12_SLU4	393	-69	-189	12.98
					<b>10.05</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]	189	$CS_V$	<b>4.38</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	126 di 158

### 11.5.2 Paraghiaia

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

paraghiaia	<b>H</b>	400	<b>elem.</b>	P3-28	<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	10	-17	-34	0.92	-23.8	
	02_SLE2	11	-16	-33	0.88	-22.7	
	03_SLE3	3	-17	-34	0.95	-26.3	
	04_SLE4	3	-17	-34	0.94	-26.4	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	13	-12	-25	0.66	-15.8	-0.35
	06_SLS2	13	-12	-25	0.64	-15.2	-0.34
	07_SLS3	7	-15	-30	0.81	-21.7	-0.46
	08_SLS4	6	-15	-30	0.81	-21.8	-0.46
				[MPa]	<b>0.95</b>	<b>-26.4</b>	<b>-0.46</b>

#### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	16	-25	-50	10.77
	10_SLU2	16	-24	-48	11.20
	11_SLU3	5	-26	-50	10.34
	12_SLU4	4	-26	-50	10.34
SLV	13_SLV1	9	-43	-77	6.24
	14_SLV2	4	-16	-36	16.70
	15_SLV3	7	-43	-77	6.21
	16_SLV4	2	-16	-36	16.56
					<b>6.21</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]	77	<b><math>CS_V</math></b> <b>2.65</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	127 di 158

paraghiaia	<b>H</b>	400	<b>elem.</b>	P3-28	<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	-19	-13	-33	0.66	-24.1	
	02_SLE2	-19	-10	-28	0.52	-20.1	
	03_SLE3	-31	-12	-34	0.62	-26.5	
	04_SLE4	-32	-12	-34	0.61	-26.5	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-14	-9	-25	0.45	-16.8	-0.31
	06_SLS2	-14	-7	-22	0.36	-14.4	-0.26
	07_SLS3	-25	-10	-30	0.52	-22.0	-0.38
	08_SLS4	-26	-10	-30	0.51	-22.0	-0.38
				[MPa]	<b>0.66</b>	<b>-26.5</b>	<b>-0.38</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-24	-19	-47	13.86
	10_SLU2	-24	-15	-41	17.39
	11_SLU3	-42	-18	-50	14.10
	12_SLU4	-43	-18	-50	14.22
					<b>13.86</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]	50	$CS_V$	<b>4.08</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	128 di 158

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

paraghiaia	<b>H</b>	400	<b>elem.</b>	P7-13	<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	35	1	-4	0.11	1.0		
	02_SLE2	36	4	-7	0.23	-0.5		
	03_SLE3	33	-1	-3	0.10	0.9		
	04_SLE4	34	-1	-3	0.10	1.0		
SLE-freq	05_SLS1	32	0	-3	0.08	1.1	$\sigma_{traz,el}$	
	06_SLS2	33	2	-5	0.14	0.4	0.07	
	07_SLS3	32	-1	-2	0.09	0.9	0.01	
	08_SLS4	32	-1	-2	0.09	0.9	0.05	
					[MPa]	<b>0.23</b>	<b>-0.5</b>	<b>0.01</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	48	1	-5	168.42
	10_SLU2	49	6	-9	29.22
	11_SLU3	44	-1	-3	169.57
	12_SLU4	46	-1	-3	177.43
SLV	13_SLV1	29	17	-27	9.47
	14_SLV2	11	2	-5	96.06
	15_SLV3	23	18	-27	9.24
	16_SLV4	5	2	-4	79.45
					<b>9.24</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]	27	$CS_V$ <b>7.49</b>



Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	129 di 158

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	174	-3	36	0.50	4.9		
	02_SLE2	181	-4	43	0.54	5.0		
	03_SLE3	149	-3	34	0.43	4.3		
	04_SLE4	151	-3	34	0.43	4.3		
SLE-freq	05_SLS1	153	-2	27	0.43	4.4	$\sigma_{traz,el}$ 0.27	
	06_SLS2	157	-3	31	0.45	4.5	0.27	
	07_SLS3	144	-2	30	0.41	4.1	0.25	
	08_SLS4	146	-2	30	0.41	4.2	0.25	
					[MPa]	<b>0.54</b>	<b>4.1</b>	<b>0.25</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	249	-5	53	41.46
	10_SLU2	259	-5	62	36.20
	11_SLU3	213	-4	50	49.47
	12_SLU4	216	-4	50	49.97
SLV	13_SLV1	138	-12	91	14.57
	14_SLV2	53	-17	31	9.63
	15_SLV3	120	-12	90	14.41
	16_SLV4	35	-17	30	9.50
					<b>9.50</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]	91	$CS_V$ <b>2.27</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	130 di 158

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	-16	-12	32	0.81	-38.4	
	02_SLE2	-13	-12	48	0.83	-38.2	
	03_SLE3	3	-12	27	0.80	-30.2	
	04_SLE4	5	-12	27	0.80	-29.6	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-2	-9	22	0.63	-25.7	-0.32
	06_SLS2	0	-10	32	0.65	-25.6	-0.32
	07_SLS3	6	-11	23	0.72	-26.2	-0.35
	08_SLS4	7	-11	23	0.72	-25.7	-0.34
				[MPa]	<b>0.83</b>	<b>-38.4</b>	<b>-0.35</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-29	-18	49	8.58
	10_SLU2	-25	-18	72	8.37
	11_SLU3	-2	-18	41	8.93
	12_SLU4	1	-18	41	8.94
					<b>8.37</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]	72	$CS_V$	<b>2.85</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	131 di 158

### 11.5.3 Muri andatori

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

muro andatore	<b>H</b>	800	<b>elem.</b>	A6-37	<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	16	-101	-97	1.39	-54.6	
	02_SLE2	-38	-98	-95	1.29	-62.5	
	03_SLE3	35	-102	-98	1.43	-52.1	
	04_SLE4	35	-103	-98	1.43	-52.4	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	42	-82	-80	1.16	-39.7	-0.61
	06_SLS2	9	-81	-79	1.11	-44.3	-0.63
	07_SLS3	43	-92	-89	1.30	-45.0	-0.69
	08_SLS4	43	-93	-89	1.31	-45.3	-0.69
				[MPa]	<b>1.43</b>	<b>-62.5</b>	<b>-0.69</b>

#### Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$	
SLU	09_SLU1	13	-146	-142	4.93
	10_SLU2	-66	-141	-140	4.90
	11_SLU3	40	-147	-143	4.93
	12_SLU4	40	-148	-144	4.90
SLV	13_SLV1	-301	-63	-71	9.63
	14_SLV2	-27	-117	-124	5.99
	15_SLV3	-316	-57	-69	10.68
	16_SLV4	-41	-111	-123	6.31
				<b>4.90</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]	144	$CS_V$	<b>3.15</b>	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	132 di 158

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	62	-26	-50	0.37	-5.4	
	02_SLE2	-3	-30	-53	0.41	-18.1	
	03_SLE3	83	-24	-50	0.34	-2.5	
	04_SLE4	85	-23	-50	0.34	-2.2	
SLE-freq	05_SLS1	68	-18	-37	0.26	-1.6	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	29	-20	-39	0.30	-7.1	-0.07
	07_SLS3	79	-21	-44	0.30	-1.7	-0.08
	08_SLS4	81	-20	-44	0.29	-1.5	-0.07
				[MPa]	<b>0.41</b>	<b>-18.1</b>	<b>-0.13</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	81	-40	-77	18.09
	10_SLU2	-13	-45	-82	15.08
	11_SLU3	112	-37	-77	19.75
	12_SLU4	114	-36	-76	20.10
SLV	13_SLV1	-283	-41	-59	14.27
	14_SLV2	20	-43	-85	16.10
	15_SLV3	-304	-45	-64	12.98
	16_SLV4	-1	-47	-90	14.73
					<b>12.98</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]	90	<b><math>CS_V</math></b>
				<b>10.10</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	VI0204 001	A	133 di 158

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	134 di 158

#### 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>	A11-37	<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	-134	-15	-6	0.00	-33.8	
	02_SLE2	-218	-16	-6	0.00	-53.7	
	03_SLE3	-113	-17	-6	0.00	-31.1	
	04_SLE4	-113	-17	-6	0.00	-31.2	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-80	-10	-4	0.00	-21.0	-0.17
	06_SLS2	-131	-11	-4	0.00	-31.0	-0.23
	07_SLS3	-91	-14	-5	0.00	-25.1	-0.21
	08_SLS4	-91	-14	-5	0.00	-25.2	-0.21
				[MPa]	<b>0.00</b>	<b>-53.7</b>	<b>-0.23</b>

#### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-212	-20	-8	31.50
	10_SLU2	-333	-22	-8	26.81
	11_SLU3	-181	-24	-8	27.35
	12_SLU4	-180	-24	-8	26.82
SLV	13_SLV1	-596	-55	-44	9.11
	14_SLV2	-149	-119	-130	5.56
	15_SLV3	-588	-54	-44	9.45
	16_SLV4	-141	-117	-129	5.66
					<b>5.56</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]	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]	130	$CS_V$ <b>3.48</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	135 di 158

muro andatore interno	<b>H</b>	800	<b>elem.</b>	A11-37	<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]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$		
<b>SLE-rara</b>	01_SLE1	-28	-82	-91	1.09	-51.8	
	02_SLE2	-122	-84	-88	0.93	-70.3	
	03_SLE3	16	-85	-93	1.17	-45.4	
	04_SLE4	17	-85	-93	1.17	-45.2	$\sigma_{traz,el}$
<b>SLE-freq</b>	05_SLS1	17	-65	-74	0.90	-34.1	-0.50
	06_SLS2	-40	-66	-73	0.85	-44.8	-0.57
	07_SLS3	27	-75	-84	1.05	-38.0	-0.57
	08_SLS4	28	-75	-84	1.05	-37.8	-0.57
				[MPa]	<b>1.17</b>	<b>-70.3</b>	<b>-0.57</b>

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$	
<b>SLU</b>	09_SLU1	-62	-119	-133	5.80
	10_SLU2	-199	-122	-130	5.29
	11_SLU3	1	-122	-136	5.83
	12_SLU4	3	-123	-137	5.82
				<b>5.29</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>	1790	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
$s_1$ [mm]	400	<b><math>V_{Rsd}</math> [kN]</b>	452	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
$s_2$ [mm]	400	<b><math>V_R</math> [kN]</b>	452	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		<b><math>V_E</math> [kN]</b>	137	<b><math>CS_V</math></b>	<b>3.31</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	136 di 158

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>	fi18/200	<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	-105	9	18	0.00	-51.9		
	02_SLE2	-190	9	18	0.00	-85.3		
	03_SLE3	-92	11	17	0.00	-48.7		
	04_SLE4	-90	11	17	0.00	-48.3		
SLE-freq	05_SLS1	-71	6	14	0.00	-35.7	$\sigma_{traz,el}$	
	06_SLS2	-123	6	14	0.00	-55.7	-0.14	
	07_SLS3	-79	8	14	0.00	-41.1	-0.20	
	08_SLS4	-77	9	14	0.00	-40.7	-0.17	
					[MPa]	<b>0.00</b>	<b>-85.3</b>	<b>-0.20</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-162	12	25	24.03
	10_SLU2	-286	12	25	20.67
	11_SLU3	-144	14	23	20.78
	12_SLU4	-141	15	23	20.31
SLV	13_SLV1	-529	-14	-19	11.59
	14_SLV2	-151	-69	-114	4.29
	15_SLV3	-523	-15	-21	10.88
	16_SLV4	-145	-70	-116	4.26
					<b>4.26</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]	116	$CS_V$ <b>3.92</b>



Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	137 di 158

muro andatore interno	<b>H</b>	800	<b>elem.</b>	A11-9	<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]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$		
<b>SLE-rara</b>	01_SLE1	-35	-37	-72	0.63	-56.2	
	02_SLE2	-130	-42	-74	0.32	-101.3	
	03_SLE3	13	-32	-69	0.59	-31.5	
	04_SLE4	15	-31	-69	0.58	-30.6	$\sigma_{traz,el}$
<b>SLE-freq</b>	05_SLS1	-5	-27	-56	0.49	-33.2	-0.24
	06_SLS2	-62	-30	-57	0.41	-59.9	-0.33
	07_SLS3	15	-28	-62	0.53	-27.2	-0.23
	08_SLS4	16	-28	-62	0.53	-26.5	-0.22
				[MPa]	<b>0.63</b>	<b>-101.3</b>	<b>-0.33</b>

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$	
<b>SLU</b>	09_SLU1	-66	-57	-109	5.77
	10_SLU2	-205	-65	-111	4.29
	11_SLU3	4	-49	-104	7.17
	12_SLU4	6	-49	-104	7.23
				<b>4.29</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>	1800	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	<b><math>V_{Rsd}</math> [kN]</b>	455	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	<b><math>V_R</math> [kN]</b>	455	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		<b><math>V_E</math> [kN]</b>	111	<b><math>CS_V</math></b>
				<b>4.11</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	138 di 158

### 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>
arm. verticali	<b>tesa</b>	fi26/200	<b>direz.</b>	2-2	FINALE
	<b>compr.</b>	fi20/200			

#### Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$		
SLE-rara	01_SLE1	88	-2	2	0.13	1.4		
	02_SLE2	99	-2	1	0.16	1.5		
	03_SLE3	81	-2	2	0.13	1.2		
	04_SLE4	82	-2	2	0.13	1.3	$\sigma_{traz,el}$	
SLE-freq	05_SLS1	74	0	2	0.10	1.4	0.09	
	06_SLS2	81	-1	2	0.11	1.4	0.09	
	07_SLS3	75	-1	2	0.11	1.2	0.08	
	08_SLS4	76	-1	2	0.11	1.3	0.08	
					[MPa]	<b>0.16</b>	<b>1.2</b>	<b>0.08</b>

#### Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$	
SLU	09_SLU1	123	-3	2	202.29
	10_SLU2	139	-4	1	150.37
	11_SLU3	112	-4	1	167.47
	12_SLU4	114	-4	2	180.49
SLV	13_SLV1	123	-4	2	158.10
	14_SLV2	88	-7	-2	88.91
	15_SLV3	118	-5	1	121.35
	16_SLV4	82	-9	-3	75.73
				<b>75.73</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]	3	$CS_V$	<b>136.27</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	139 di 158

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	64	-6	-2	0.14	0.5	
	02_SLE2	64	-6	-3	0.15	0.5	
	03_SLE3	59	-6	-3	0.14	0.4	
	04_SLE4	59	-6	-3	0.14	0.4	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	55	-4	-1	0.11	0.6	0.03
	06_SLS2	55	-4	-1	0.11	0.6	0.03
	07_SLS3	55	-5	-2	0.13	0.4	0.02
	08_SLS4	55	-5	-2	0.13	0.4	0.02
[MPa]					<b>0.15</b>	<b>0.4</b>	<b>0.02</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	89	-9	-5	70.87
	10_SLU2	89	-9	-5	69.60
	11_SLU3	82	-10	-5	66.51
	12_SLU4	82	-10	-5	66.62
					<b>66.51</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	<b><math>CS_V</math></b>
				<b>74.64</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	140 di 158

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>	fi18/200	<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	11	-19	-47	0.42	-20.1	
	02_SLE2	-45	-22	-47	0.38	-46.3	
	03_SLE3	34	-17	-49	0.37	-10.2	
	04_SLE4	35	-17	-48	0.36	-9.5	
SLE-freq	05_SLS1	22	-13	-35	0.28	-8.9	$\sigma_{traz,el}$ -0.11
	06_SLS2	-11	-15	-35	0.31	-23.8	-0.17
	07_SLS3	33	-15	-43	0.31	-7.7	-0.11
	08_SLS4	34	-15	-42	0.31	-7.2	-0.11
				[MPa]	<b>0.42</b>	<b>-46.3</b>	<b>-0.17</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	10	-29	-71	10.95
	10_SLU2	-71	-33	-72	8.68
	11_SLU3	43	-26	-74	12.30
	12_SLU4	45	-26	-73	12.52
SLV	13_SLV1	-280	-32	-40	6.88
	14_SLV2	-19	-31	-77	9.79
	15_SLV3	-294	-35	-43	6.24
	16_SLV4	-34	-34	-80	8.91
					<b>6.24</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]	80	$CS_V$ <b>5.06</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	141 di 158

muro andatore superiore	<b>H</b>	720	<b>elem.</b>	B2-1	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi18/200	<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	-16	-32	-73	0.68	-47.3	
	02_SLE2	-18	-32	-73	0.69	-48.5	
	03_SLE3	0	-31	-73	0.68	-40.1	
	04_SLE4	0	-31	-73	0.68	-40.1	$\sigma_{traz,el}$
<b>SLE-freq</b>	05_SLS1	-7	-24	-56	0.53	-34.2	-0.26
	06_SLS2	-8	-24	-56	0.53	-34.9	-0.27
	07_SLS3	0	-27	-65	0.61	-35.8	-0.29
	08_SLS4	0	-27	-65	0.61	-35.7	-0.29
				[MPa]	<b>0.69</b>	<b>-48.5</b>	<b>-0.29</b>

### Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$	
<b>SLU</b>	09_SLU1	-25	-48	-108	6.36
	10_SLU2	-28	-48	-108	6.28
	11_SLU3	-3	-46	-109	6.70
	12_SLU4	-3	-46	-109	6.70
				<b>6.28</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>	109	<b><math>CS_V</math></b>	<b>3.73</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	142 di 158

### 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>
arm. verticali	<b>tesa</b>	fi24/200	<b>direz.</b>	2-2	FINALE
	<b>compr.</b>	fi20/200			

#### Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$\sigma_{cls}$	$\sigma_{acc}$	
SLE-rara	01_SLE1	98	5	4	0.28	1.5	
	02_SLE2	112	5	4	0.30	1.9	
	03_SLE3	83	5	7	0.25	1.2	
	04_SLE4	85	5	8	0.25	1.2	
SLE-freq	05_SLS1	82	4	3	0.23	1.3	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	91	4	3	0.24	1.6	0.07
	07_SLS3	78	4	6	0.22	1.2	0.08
	08_SLS4	79	4	6	0.23	1.2	0.06
[MPa]					<b>0.30</b>	<b>1.2</b>	<b>0.06</b>

#### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	138	7	5	38.18
	10_SLU2	159	7	5	39.49
	11_SLU3	117	7	10	40.58
	12_SLU4	119	7	10	39.89
SLV	13_SLV1	129	-3	-4	142.06
	14_SLV2	89	-19	-25	19.01
	15_SLV3	123	-3	-4	119.44
	16_SLV4	83	-20	-25	18.48
					<b>18.48</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]	25	<b><math>CS_V</math></b> <b>10.71</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	143 di 158

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	59	-8	-3	0.30	-0.7	
	02_SLE2	75	-9	-4	0.35	-0.4	
	03_SLE3	63	-6	-1	0.25	0.2	
	04_SLE4	63	-6	0	0.25	0.3	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	51	-5	-2	0.21	0.1	-0.02
	06_SLS2	60	-6	-2	0.24	0.2	-0.02
	07_SLS3	57	-6	-1	0.22	0.3	-0.01
	08_SLS4	58	-5	0	0.22	0.3	-0.01
				[MPa]	<b>0.35</b>	<b>-0.7</b>	<b>-0.02</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	83	-13	-6	28.40
	10_SLU2	106	-15	-7	25.38
	11_SLU3	88	-10	-2	35.99
	12_SLU4	88	-10	-2	36.62
					<b>25.38</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]	7	$CS_V$ <b>38.14</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	144 di 158

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	
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	-166	6	13	0.00	-78.4	
	02_SLE2	-244	6	13	0.00	-108.4	
	03_SLE3	-144	7	10	0.00	-72.1	
	04_SLE4	-143	7	10	0.00	-72.3	
SLE-freq	05_SLS1	-125	4	10	0.00	-58.2	$\sigma_{traz,el}$ -0.33
	06_SLS2	-171	4	10	0.00	-76.2	-0.42
	07_SLS3	-128	6	9	0.00	-62.7	-0.37
	08_SLS4	-128	6	9	0.00	-62.9	-0.37
				[MPa]	<b>0.00</b>	<b>-108.4</b>	<b>-0.42</b>

#### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-247	8	18	19.59
	10_SLU2	-359	8	18	17.35
	11_SLU3	-214	10	14	16.87
	12_SLU4	-214	10	14	16.43
SLV	13_SLV1	-537	-11	-23	25.94
	14_SLV2	-193	-51	-103	7.03
	15_SLV3	-528	-12	-24	24.37
	16_SLV4	-183	-52	-105	6.96
					<b>6.96</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]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	268	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	268	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	105	<b><math>CS_V</math> 2.57</b>



Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	145 di 158

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	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	-57	-28	-64	0.80	-39.8	
	02_SLE2	-140	-32	-65	0.65	-61.7	
	03_SLE3	-23	-24	-63	0.75	-29.1	
	04_SLE4	-22	-24	-63	0.75	-28.9	$\sigma_{traz,el}$
<b>SLE-freq</b>	05_SLS1	-29	-20	-49	0.62	-26.7	-0.45
	06_SLS2	-79	-23	-49	0.57	-39.7	-0.59
	07_SLS3	-18	-22	-56	0.68	-25.8	-0.46
	08_SLS4	-18	-21	-56	0.68	-25.5	-0.46
				[MPa]	<b>0.80</b>	<b>-61.7</b>	<b>-0.59</b>

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$	
<b>SLU</b>	09_SLU1	-95	-42	-96	8.89
	10_SLU2	-215	-49	-96	7.19
	11_SLU3	-44	-37	-93	10.43
	12_SLU4	-43	-37	-93	10.49
				<b>7.19</b>	

Resistenza a taglio

	<b>ctg <math>\theta</math></b>	2.50	1.0 ≤ ... ≤ 2.5	
$\phi$ [mm]	12	<b>V<sub>Rcd</sub> [kN]</b>	1061	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	<b>V<sub>Rsd</sub> [kN]</b>	268	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	<b>V<sub>R</sub> [kN]</b>	268	min (V <sub>Rcd</sub> , V <sub>Rsd</sub> )
		<b>V<sub>E</sub> [kN]</b>	96	<b>CS<sub>V</sub></b> <b>2.79</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	146 di 158

### 11.5.7 Plinto

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

plinto	<b>H</b>	1500	<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	-66	904	994	3.32	-158.6	
	02_SLE2	-44	977	1107	3.61	-168.8	
	03_SLE3	-39	724	813	2.67	-125.7	
	04_SLE4	-41	730	819	2.69	-126.7	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-73	790	859	2.90	-140.1	-1.82
	06_SLS2	-60	834	927	3.07	-146.2	-1.91
	07_SLS3	-52	711	788	2.61	-124.6	-1.63
	08_SLS4	-53	715	792	2.63	-125.4	-1.64
				[MPa]	<b>3.61</b>	<b>-168.8</b>	<b>-1.91</b>

#### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-97	1302	1432	1.80
	10_SLU2	-65	1409	1596	1.68
	11_SLU3	-58	1041	1169	2.28
	12_SLU4	-60	1048	1176	2.26
SLV	13_SLV1	249	1016	1459	2.54
	14_SLV2	127	622	829	4.01
	15_SLV3	273	947	1393	2.74
	16_SLV4	151	554	764	4.54
					<b>1.68</b>

#### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	18	$V_{Rcd}$ [kN]	3516	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	2000	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	2000	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	1596	<b><math>CS_V</math></b> <b>1.25</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	147 di 158

plinto	<b>H</b>	1500	<b>elem.</b>	F23-3	<b>modello</b>
	<b>tesa</b>	fi24/100	<b>direz.</b>	2-2	
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	30	609	717	2.29	-99.5	
	02_SLE2	65	680	846	2.57	-108.0	
	03_SLE3	5	688	779	2.56	-115.3	
	04_SLE4	2	699	790	2.61	-117.5	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	0	582	662	2.16	-97.9	-1.31
	06_SLS2	20	624	740	2.34	-103.0	-1.39
	07_SLS3	-11	670	750	2.49	-113.8	-1.51
	08_SLS4	-13	679	759	2.52	-115.6	-1.54
				[MPa]	<b>2.61</b>	<b>-117.5</b>	<b>-1.54</b>

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	36	891	1046	2.73
	10_SLU2	86	994	1233	2.49
	11_SLU3	-1	1005	1135	2.40
	12_SLU4	-5	1021	1152	2.36
					<b>2.36</b>

Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	18	$V_{Rcd}$ [kN]	3516	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	2000	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	2000	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	1233	$CS_V$ <b>1.62</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	148 di 158

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

plinto	<b>H</b>	1500	<b>elem.</b>	F8-33	<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	-138	43	270	0.00	-44.6	
	02_SLE2	-122	44	276	0.00	-41.2	
	03_SLE3	-145	35	267	0.00	-43.5	
	04_SLE4	-146	36	269	0.00	-43.8	
SLE-freq	05_SLS1	-119	51	234	0.00	-43.0	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	-110	51	238	0.00	-41.0	-0.20
	07_SLS3	-136	42	249	0.00	-43.8	-0.19
	08_SLS4	-136	43	250	0.00	-44.1	-0.19
				[MPa]	<b>0.00</b>	<b>-44.6</b>	<b>-0.20</b>

### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-205	63	390	17.09
	10_SLU2	-182	64	398	17.16
	11_SLU3	-216	51	386	21.06
	12_SLU4	-217	52	388	20.69
SLV	13_SLV1	59	-20	290	124.05
	14_SLV2	-61	-113	275	21.07
	15_SLV3	65	-35	258	69.36
	16_SLV4	-55	-128	244	18.53
					<b>17.09</b>

### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	16	$V_{Rcd}$ [kN]	3516	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	1580	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	1580	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	398	$CS_V$ <b>3.97</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	149 di 158

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

plinto interno	<b>H</b>	1500	<b>elem.</b>	F5-25	<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	-295	-92	180	0.00	-47.6	
	02_SLE2	-261	-106	216	0.00	-46.2	
	03_SLE3	-275	-95	174	0.00	-45.9	
	04_SLE4	-279	-95	173	0.00	-46.3	
SLE-freq	05_SLS1	-264	-74	147	0.00	-41.3	$\sigma_{traz,el}$ -0.32
	06_SLS2	-244	-82	169	0.00	-40.4	-0.33
	07_SLS3	-264	-84	159	0.00	-42.9	-0.35
	08_SLS4	-266	-84	159	0.00	-43.1	-0.35
				[MPa]	<b>0.00</b>	<b>-47.6</b>	<b>-0.35</b>

#### Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-418	-132	271	16.14
	10_SLU2	-369	-152	323	14.27
	11_SLU3	-389	-136	262	15.82
	12_SLU4	-394	-136	261	15.82
SLV	13_SLV1	17	-233	395	10.39
	14_SLV2	-320	-251	163	8.74
	15_SLV3	38	-223	375	10.95
	16_SLV4	-299	-241	143	9.19
					<b>8.74</b>

#### Resistenza a taglio

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
$\phi$ [mm]	16	$V_{Rcd}$ [kN]	3516	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	1580	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	1580	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		$V_E$ [kN]	395	$CS_V$ <b>4.00</b>

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	150 di 158

plinto interno	<b>H</b>	1500	<b>elem.</b>	F5-25	<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	-212	-170	277	0.30	-51.2	
	02_SLE2	-206	-168	323	0.30	-50.0	
	03_SLE3	-212	-189	271	0.39	-54.1	
	04_SLE4	-212	-190	271	0.39	-54.3	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-180	-138	230	0.21	-42.4	-0.42
	06_SLS2	-177	-136	258	0.21	-41.7	-0.41
	07_SLS3	-197	-164	249	0.30	-48.5	-0.49
	08_SLS4	-197	-165	249	0.31	-48.6	-0.49
				[MPa]	<b>0.39</b>	<b>-54.3</b>	<b>-0.49</b>

**Resistenza a flessione**

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	$CS_M$
SLU	09_SLU1	-315	-233	409	9.45
	10_SLU2	-307	-229	475	9.64
	11_SLU3	-314	-260	400	8.46
	12_SLU4	-314	-261	400	8.42
					<b>8.42</b>

**Resistenza a taglio**

		ctg $\theta$	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
$\phi$ [mm]	16	$V_{Rcd}$ [kN]	3516	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
$s_1$ [mm]	400	$V_{Rsd}$ [kN]	1580	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
$s_2$ [mm]	400	$V_R$ [kN]	1580	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		$V_E$ [kN]	475	$CS_V$	<b>3.33</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 VI0204 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.02.0.3.002.A - Relazione geotecnica di calcolo delle fondazioni.

D	1.2	m
$\alpha$	2.18	-

### 11.6.1 Reazioni globali fase finale

Le massime azioni agenti in testa ai pali sono:

SL	Combo	Max N [kN]	Min N [kN]	Max T [kN]
<b>SLE</b>	01_SLE1	3243.0	2046.9	439.8
	02_SLE2	3493.1	1863.1	551.1
	03_SLE3	2960.1	1816.9	405.3
	04_SLE4	3000.1	1818.5	405.3
<b>SLS</b>	05_SLS1	2749.0	1962.3	355.1
	06_SLS2	2910.6	1852.0	422.7
	07_SLS3	2748.0	1841.9	367.6
	08_SLS4	2779.9	1843.2	367.6
<b>SLU</b>	09_SLU1	4524.7	2954.5	641.2
	10_SLU2	4900.7	2688.1	804.3
	11_SLU3	4114.6	2619.1	592.3
	12_SLU4	4172.6	2621.3	592.3
<b>SLV</b>	13_SLV1	4499.6	-93.4	1489.0
	14_SLV2	3567.1	789.1	877.3
	15_SLV3	4309.6	-413.3	1489.0
	16_SLV4	3377.0	469.1	877.4
<b>GEO</b>	17_GEO1	3663.2	2371.5	554.4
	18_GEO2	3987.7	2141.8	694.9
	19_GEO3	3309.6	2082.1	512.2
	20_GEO4	3359.6	2084.0	512.2

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>VI0204 001</td> <td>A</td> <td>152 di 158</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	152 di 158
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	152 di 158								

### 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	2579.4	1503.4	430.8
	02_SLE2	2912.5	1204.1	592.0
	03_SLE3	2980.6	1671.7	393.6
	04_SLE4	3020.5	1687.3	393.6
<b>SLS</b>	05_SLS1	2293.9	1576.3	345.8
	06_SLS2	2493.8	1396.7	442.8
	07_SLS3	2721.9	1710.0	354.2
	08_SLS4	2753.8	1722.5	354.3
<b>SLU</b>	09_SLU1	3535.2	2213.5	641.4
	10_SLU2	4018.2	1779.4	875.7
	11_SLU3	4116.5	2455.4	575.8
	12_SLU4	4174.3	2478.0	575.8
<b>GEO</b>	17_GEO1	2829.9	1748.6	554.3
	18_GEO2	3246.3	1374.4	756.3
	19_GEO3	3331.0	1956.9	497.8
	20_GEO4	3380.9	1976.4	497.8

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	VI0204 001	A	153 di 158

### 11.6.3 Verifiche strutturali pali di fondazione

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

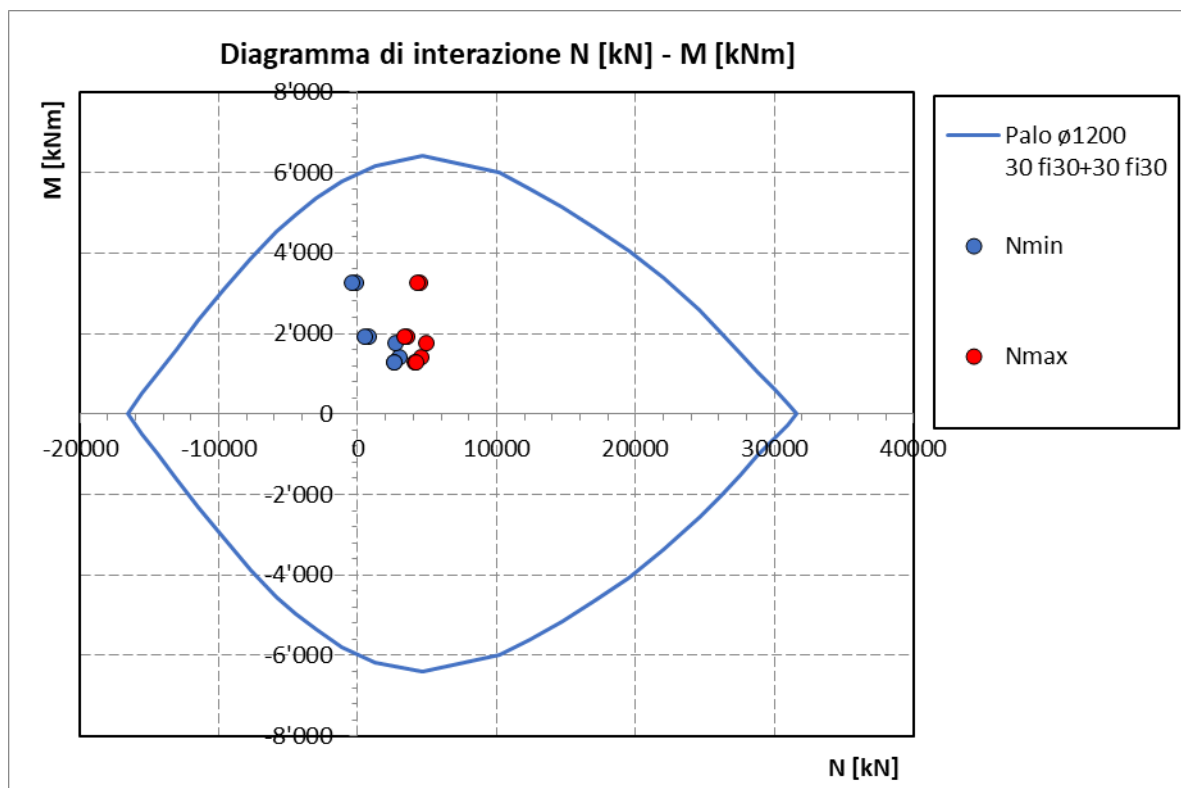
Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	154 di 158

### 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	VI0204 001	A	155 di 158

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 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	
	$As_w / s_w$	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	$V_{Ed}$	1489	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	1.13	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	156 di 158

### 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

Rck	30	MPa				
fck	24.9	MPa				
fyk	450	MPa				
$\sigma_c$	-4.5	MPa	<	0.55 fck =	-13.70	MPa VERO
$\sigma_s$	37	MPa	<	0.75 fyk =	337.5	MPa VERO
x	717	mm				1

Le verifiche sono soddisfatte.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0204 001	A	157 di 158

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	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	1.08E-04	-
	pos. baric. 1° strato	$c_1$	87	mm	distanza max fessure		
	diametro barre 1° strato	$\phi_1$	30	mm	$S_{r,max}$	414	mm
	numero barre 1° strato	$n_1$	7.904		ampiezza fessure:		
	pos. baric. 2° strato	$c_2$	138	mm	$w_k$	0.045	mm
	diametro barre 2° strato	$\phi_2$	30	mm	$w_{lim}$	0.300	mm
	numero barre 2° strato	$n_2$	7.904		La verifica è soddisfatta.		
	distanza lembo compresso-lembo teso della sezione	$d$	1088	mm			
		$b_{eff}$	127	mm			
	posizione asse neutro da lembo compresso	$x$	717	mm			
	Tensione massima barre 1° strato	$\sigma_{s,max1}$	37	Mpa			
	Tensione massima barre 2° strato	$\sigma_{s,max2}$	37	Mpa			
	altezza efficace	$h_{c,eff}$	161	mm			
	area efficace relativamente ad una singola barre	$A_{c,eff}$	20369	mm <sup>2</sup>			
	percentuale di armatura relativa a $A_{c,eff}$	$\rho_{p,eff}$	0.069				
	(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	VI0204 001	A	158 di 158

## **12. INCIDENZE**

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