

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. L. LAURO

Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

## PROGETTO ESECUTIVO

**ITINERARIO NAPOLI – BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO  
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO  
2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO**

RELAZIONE

OPERE D'ARTE VIABILITÀ

IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865

Relazione di calcolo spalle

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO  Ing. M. FERRONI		-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I F 2 R 2 2 E Z Z C L I V 0 3 0 0 0 0 2 C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE	M. IMPECIATI	23/06/21	G. D'ANGELO	24/06/21	L. BRUZZONE	24/06/21	IL PROGETTISTA F. DIUOLLO  29/11/21
B	REVISIONE A SEGUITO RDV	M. IMPECIATI	29/10/21	G. D'ANGELO	30/10/21	L. BRUZZONE	30/10/21	
C	REVISIONE A SEGUITO RDV	M. IMPECIATI	27/11/21	G. D'ANGELO	28/11/21	L. BRUZZONE	28/11/21	

File: IF2R.2.2.E.ZZ.CL.IV.03.0.0.002.C

n. Elab.:

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>																	
PROGETTAZIONE: Mandatario:            Mandante: <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IV.03.0.0.002</td> <td>C</td> <td>2 di 80</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	2 di 80
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	2 di 80													
<b>IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865</b> Relazione di calcolo spalle																		

## INDICE

<b>1</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'OPERA .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....</b>	<b>7</b>
3.1	CALCESTRUZZO .....	7
3.2	ACCIAIO DA C.A.....	8
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>SPALLE .....</b>	<b>9</b>
5.1	DESCRIZIONE.....	9
5.2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	10
5.3	SCHEMATIZZAZIONE DELLE AZIONI AGENTI GLOBALMENTE SULLA SPALLA .....	14
5.4	SCHEMATIZZAZIONE DELLE AZIONI AGENTI SUGLI ELEMENTI STRUTTURALI DELLA SPALLA .....	14
5.5	SPINTA DEL TERRENO.....	16
5.6	COMBINAZIONE DELLE AZIONI.....	18
5.7	VERIFICHE GLOBALI DELLA SPALLA .....	23
5.8	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI DELLA SPALLA.....	24
5.9	SISTEMA DI RIFERIMENTO .....	27
5.10	UNITÀ MISURA.....	28
5.11	MATERIALI .....	28
5.12	GEOMETRIA SPALLA .....	29
5.13	AZIONI CARATTERISTICHE IMPALCATO.....	31
5.14	AZIONI CARATTERISTICHE SPALLA .....	32
5.15	AZIONI SISMICHE IMPALCATO .....	32

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI          RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO          II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO          2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865</b> Relazione di calcolo spalle	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IV.03.0.0.002</td> <td>C</td> <td>3 di 80</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	3 di 80
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	3 di 80								

5.16	COEFFICIENTI SISMICI.....	33
5.17	COEFFICIENTI DI SPINTA ATTIVA .....	33
5.18	COEFFICIENTI DI SPINTA ATTIVA IN SISMA – ANALISI MODALE .....	34
5.19	AZIONI CARATTERISTICHE IMPALCATO.....	35
5.20	AZIONI CARATTERISTICHE PESO PROPRIO .....	36
5.21	AZIONI CARATTERISTICHE TERRENO .....	37
5.22	AZIONI SISMA MODALE IMPALCATO .....	38
5.23	AZIONI SISMA PESO PROPRIO .....	39
5.24	AZIONI SISMA MODALE TERRENO .....	40
5.25	COMBINAZIONI SLU AL BARICENTRO PALIFICATA .....	41
5.26	SOLLECITAZIONI SLU SUI PALI DI FONDAZIONE .....	42
5.27	VERIFICA STRUTTURALE SLU PALO .....	43
5.28	VERIFICA GEOTECNICA SLU PALO .....	45
5.29	VERIFICA SLU PLATEA DI FONDAZIONE – UNGHIA ANTERIORE.....	49
5.30	VERIFICA SLU PLATEA DI FONDAZIONE – UNGHIA POSTERIORE.....	50
5.31	COMBINAZIONI SLE TENSIONALI AL BARICENTRO PALIFICATA .....	52
5.32	SOLLECITAZIONI SLE TENSIONALI SUI PALI DI FONDAZIONE .....	53
5.33	VERIFICA SLE TENSIONALE PALO .....	54
5.34	VERIFICA GEOTECNICA SLE PALO .....	55
5.35	VERIFICA SLE TENSIONALI PLATEA DI FONDAZIONE – UNGHIA ANTERIORE .....	56
5.36	VERIFICA SLE TENSIONALI PLATEA DI FONDAZIONE – UNGHIA POSTERIORE .....	57
5.37	COMBINAZIONI SLE FESSURAZIONE AL BARICENTRO PALIFICATA .....	59
5.38	SOLLECITAZIONI SLE FESSURAZIONE SUI PALI DI FONDAZIONE .....	59
5.39	VERIFICA SLE FESSURAZIONE PALO.....	60

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865</b> Relazione di calcolo spalle	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IV.03.0.0.002</td> <td>C</td> <td>4 di 80</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	4 di 80
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	4 di 80								

5.40	VERIFICA SLE FESSURAZIONE PLATEA DI FONDAZIONE – UNGHIA ANTERIORE.....	61
5.41	VERIFICA SLE FESSURAZIONE PLATEA DI FONDAZIONE – UNGHIA POSTERIORE.....	62
5.42	VERIFICA SLU SPICCATO MURO FRONTALE .....	63
5.43	VERIFICA SLU SPICCATO MURO PARAGHIAIA.....	66
5.44	VERIFICA SLE TENSIONALI SPICCATO MURO FRONTALE .....	68
5.45	VERIFICA SLE TENSIONALI SPICCATO MURO PARAGHIAIA.....	69
5.46	VERIFICA SLE FESSURAZIONE SPICCATO MURO FRONTALE .....	70
5.47	VERIFICA SLE FESSURAZIONE SPICCATO MURO PARAGHIAIA.....	71
5.48	VERIFICA SLU MURO RISVOLTO – INCASTRO CON ZATTERA.....	72
5.49	VERIFICA SLU MURO RISVOLTO – INCASTRO CON MURO FRONTALE .....	73
5.50	VERIFICA SLE TENSIONALI MURO RISVOLTO – INCASTRO CON ZATTERA.....	74
5.51	VERIFICA SLE TENSIONALI MURO RISVOLTO – INCASTRO CON MURO FRONTALE .....	75
5.52	VERIFICA SLE FESSURAZIONE MURO RISVOLTO – INCASTRO CON ZATTERA.....	76
5.53	VERIFICA SLE FESSURAZIONE MURO RISVOLTO – INCASTRO CON MURO FRONTALE .....	76
<b>6</b>	<b>INCIDENZE.....</b>	<b>77</b>
6.1	PALI.....	77
6.2	FONDAZIONI.....	78
6.3	MURO FRONTALE .....	78
6.4	MURO PARAGHIAIA.....	79
6.5	MURI ANDATORI .....	80

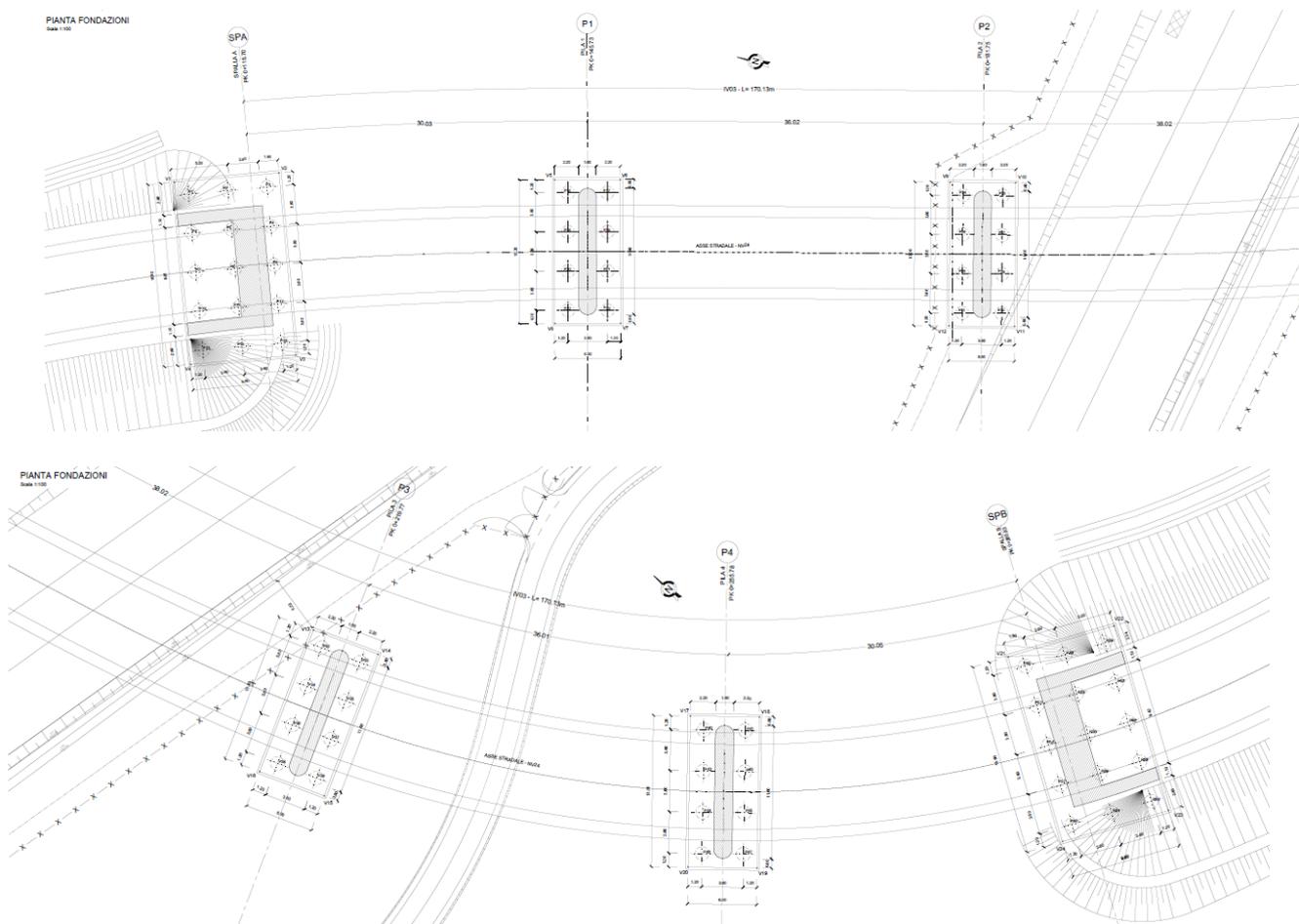
APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV.03.0.0.002	REV. C	FOGLIO 5 di 80

## 1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il presente documento costituisce la relazione di calcolo delle sottostrutture (spalle) del cavalcaferrovia IV03 previsto nell'ambito del progetto esecutivo del raddoppio della tratta Cancello - Benevento.

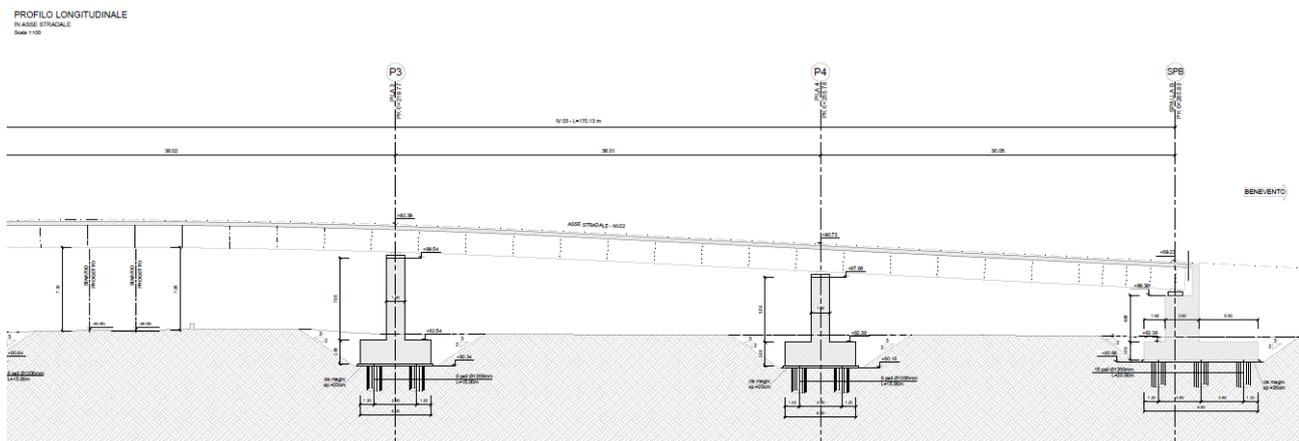
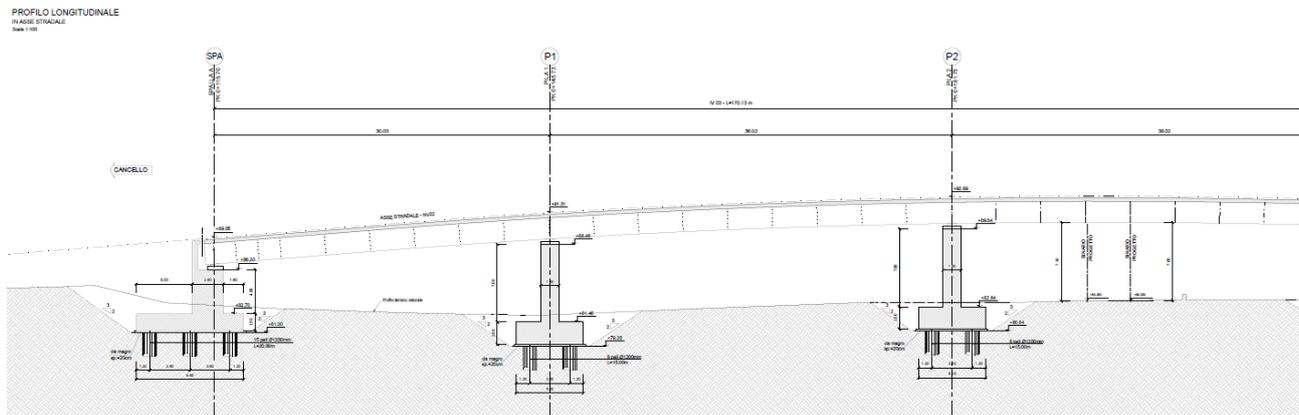
Il cavalcaferrovia si sviluppa per una lunghezza di 170.0 m su cinque campate aventi luce 30.0+36.0+38.0+36.0+30.0m; le spalle sono di tipo tradizionale fondate su 15 pali  $\phi 1200$  mm di lunghezza pari a 20.0 m.

La vita nominale  $V_N$  dell'opera è posta pari a 100 anni; la classe d'uso è la IV.



**Pianta fondazioni**

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SWS Engineering S.p.A.</b> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865</b> <b>Relazione di calcolo spalle</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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IV.03.0.0.002</td> <td>C</td> <td>6 di 80</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	6 di 80
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	6 di 80								



**Profilo longitudinale**

## 2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

- [1] *Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni»*
- [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»*

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C 7 di 80

- [3] *Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture*
- [4] *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*

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

#### 3.1 Calcestruzzo

##### Calcestruzzo Elevazione

###### CALCESTRUZZO ELEVAZIONE SPALLE (compresi baggioli e ritegni)

Classe	C32/40		
$R_{ck} =$	40.00	$N/mm^2$	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	32.00	$N/mm^2$	resistenza caratteristica cilindrica
$\gamma_M =$	1.5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	18.13	$N/mm^2$	resistenza di progetto
$c =$	45	mm	copriferro minimo
	XC4	-	Classe di esposizione

##### Calcestruzzo Fondazione

###### CALCESTRUZZO FONDAZIONE SPALLE

Classe	C28/35		
$R_{ck} =$	35.00	$N/mm^2$	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	28.00	$N/mm^2$	resistenza caratteristica cilindrica
$\gamma_M =$	1.5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	15.87	$N/mm^2$	resistenza di progetto
$c =$	40	mm	copriferro minimo
	XC2	-	Classe di esposizione

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>						
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>						
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	8 di 80
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle								

## Calcestruzzo Pali

### CALCESTRUZZO PALI

Classe	C25/30		
$R_{ck} =$	30.00	N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	25.00	N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica cilindrica
$\gamma_M =$	1.5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	14.17	N/mm <sup>2</sup>	resistenza di progetto
$c =$	40	mm	copriferro minimo
	XC2	-	Classe di esposizione

## 3.2 Acciaio da C.A

### ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE

B 450 C			controllato in stabilimento
$f_{yk} \geq$	450.0	N/mm <sup>2</sup>	tensione caratteristica di snervamento
$\gamma_M =$	1.15	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU elastico
$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>	resistenza di progetto
$E_s =$	210000	N/mm <sup>2</sup>	modulo elastico

## 4 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Per l'inquadramento geotecnico dell'opera si rimanda agli elaborati specifici.



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV.03.0.0.002	REV. C	FOGLIO 10 di 80

## 5.2 Normative di riferimento

- D.M. 14/01/2008 “ Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.”
- Eurocodice 2: UNI EN 1992-1-1 “Progettazione delle strutture di calcestruzzo”

### Materiali

#### Stati limite ultimi

- + Coeff. parziale cls  $\gamma_{m,c}$ : 1.5
- + Coeff. parziale acciaio  $\gamma_{m,s}$ : 1.15
- + Deformazione di rottura cls: 0.35%
- + Deformazione plasticizzazione cls: 0.20%
- + Deformazione rottura acciaio: 1.0%
- + Coeff. riduzione resistenza cls per azioni di lunga durata  $\alpha$ : 0.85

#### Stati limite esercizio

- + Coeff. parziale cls combinazioni rare  $\gamma_{m,c}$ : 0.6
- + Coeff. parziale cls combinazioni quasi permanenti  $\gamma_{m,c}$ : 0.45
- + Coeff. parziale acciaio  $\gamma_{m,s}$ : 0.8

### Combinazioni di carico

#### + Tabella 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

Gruppo di azioni	Carichi sulla carreggiata					Carichi sui marciapiedi
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale	Veicoli speciali	Folla	Frenatura	Forza centrifuga	Carico uniforme
1	Valore caratt.					Schema 5 - 2.5 kN/m <sup>2</sup>
2a	Valore frequente			Valore caratt.		
2b	Valore frequente				Valore caratt.	

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle						FOGLIO 11 di 80

**+ Tabella 5.1.V - Coefficienti parziali relativi alle azioni (SLU)**

Parametro		Coeff. parziali $\gamma_f$		
		A1 STR	A2 GEO	EQU
Permanente	G-	1.35	1.00	1.10
	G+	1.00	1.00	0.90
Variabile sfavorevole Q-	accidentali	1.35	1.15	1.35
	vento	1.50	1.30	1.50
	ritiro, ...	1.20	1.00	1.20
Variabile favorevole Q+	accidentali	0.00	0.00	0.00
	vento	0.00	0.00	0.00
	ritiro, ...	0.00	0.00	0.00

**+ Tabella 5.1.VI - Coefficienti  $\psi$  per azioni variabili (SLU)**

	Coeff. $\psi$		
	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Accidentali - tandem	0.75	0.75	0
Accidentali - carico ripartito	0.4	0.4	0
Vento ponte scarico	0.6	0.2	0
Vento ponte carico	0.6	0	0
Temperatura	0.6	0.6	0.5

**+ Coeff. sismico  $\psi_2$  per accidentali sismici**

E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>
1.0	0.3	0.3

**+ Coeff. combinazione azioni accidentali sismiche  $\psi_2$ : 0.2**

**+ Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

	Coeff. parziali $\gamma_m$	
	M1	M2
tan $\phi'$	1.00	1.25
c'	1.00	1.25
c <sub>u</sub>	1.00	1.40
$\gamma$	1.00	1.00

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI          RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO          II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO          2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865</b> Relazione di calcolo spalle	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IV.03.0.0.002</td> <td>C</td> <td>12 di 80</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	12 di 80
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	12 di 80								

**+ Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali per fondazioni superficiali**

	Coeff. parziali $\gamma_r$		
	R1	R2	R3
Capacità portante	1.00	1.80	2.30
Scorrimento	1.00	1.10	1.10

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	13 di 80
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle							

## Carichi mobili

- + Larghezza corsia: 3 m
- + Peso asse carico: 300 kN
- + Interasse: 1.2 m
- + Numero assi: 2
- + Carico ripartito: 27 kN/m
- + Carico area rimanente: 2.5 kN/m<sup>2</sup>
- + Carico folla: 5 kN/ m<sup>2</sup>
- + Coefficiente dinamico: 1
- +Coefficienti intensità corsie

	Assi	Car. rip.
corsia 1	1	1
corsia 2	2/3	2/7
corsia 3	1/3	2/7
rimanenti	0	2/7

## Frenamento

- + Coefficiente assi: 0.6
- + Coefficiente carico ripartito: 0.1
- + Forza frenamento minima: 180 kN
- + Forza frenamento massima: 900 kN

## Vento

- + **Tabella 3.3.I- Parametri per il calcolo di  $v_{\phi}$**

Zona	$v_{ref,0}$ (m/s)	$a_0$ (m)	$k_a$ (1/s)
1	25	1000	0.010
2	25	750	0.015
3	27	500	0.020
4	28	500	0.020
5	28	750	0.015
6	28	500	0.020
7	28	1000	0.015
8	30	1500	0.010
9	31	500	0.020

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo spalle		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C
						FOGLIO
						14 di 80

### + Tabella 3.3.II- Parametri per il calcolo di $c_g$

Categoria	$k_r$	$z_0$ (m)	$z_{min}$ (m)
1	0.17	0.01	2
2	0.19	0.05	4
3	0.2	0.10	5
4	0.22	0.30	8
5	0.23	0.70	12

## 5.3 Schematizzazione delle azioni agenti globalmente sulla spalla

### Azioni statiche

Le azioni statiche considerate agenti sono:

- il peso proprio di tutti gli elementi strutturali
- la spinta statica trasmessa dal terreno esterno alla spalla attraverso l'interfaccia con il terreno di riempimento e con la platea di fondazione
- i carichi trasmessi dall'impalcato
- le reazioni del terreno o dei pali, a seconda del tipo di fondazione considerata

### Azioni sismiche

Le azioni sismiche considerate agenti sono:

- la forza d'inerzia dovuta al peso proprio di tutti gli elementi strutturali
- la forza d'inerzia dovuta al peso proprio del terreno di riempimento
- la sovraspinta sismica trasmessa dal terreno esterno alla spalla attraverso l'interfaccia con il terreno di riempimento e con la platea di fondazione
- i carichi sismici trasmessi dall'impalcato
- le reazioni sismiche del terreno o dei pali, a seconda del tipo di fondazione considerata

## 5.4 Schematizzazione delle azioni agenti sugli elementi strutturali della spalla

### Azioni statiche

Per tutti gli elementi strutturali della spalla (muro frontale, muro paraghiaia, muri di risvolto, ...) le azioni statiche considerate agenti sono:

- il peso proprio
- la spinta attiva trasmessa dal terreno
- gli eventuali carichi trasmessi dall'impalcato

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865</b> Relazione di calcolo spalle	<b>COMMESSA</b> <b>IF2R</b>	<b>LOTTO</b> <b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CODIFICA</b> <b>CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>IV.03.0.0.002</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>15 di 80</b>

## Azioni sismiche

Per tutti gli elementi strutturali della spalla (muro frontale, muro paraghiaia, muri di risvolto, ...) le azioni sismiche considerate agenti sono:

- la forza d'inerzia dovuta al peso proprio
- la sovraspinta attiva sismica trasmessa dal terreno
- gli eventuali carichi sismici trasmessi dall'impalcato

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV.03.0.0.002	REV. C	FOGLIO 16 di 80

## 5.5 Spinta del terreno

Come spinta del terreno è stata considerata la spinta attiva, in considerazione dei modesti valori di spostamento in testa muro che sono sufficienti a mobilitarla.

Il coefficiente di spinta attiva viene ricavato dalla relazione di Coulomb, qui riportata nella formulazione di Mononobe-Okabe estesa al caso sismico.

$$\varepsilon \leq \phi' - \theta \quad \Rightarrow \quad K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi' - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi - \theta - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi' + \delta) \sin(\phi' - \varepsilon - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \sin(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

$$\varepsilon > \phi' - \theta \quad \Rightarrow \quad K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi' - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

in cui risulta

- $\phi'$  angolo di attrito interno del terreno
- $\delta$  angolo di attrito muro - terreno
- $\psi$  inclinazione del paramento rispetto all'orizzontale
- $\theta = \tan^{-1} \left[ \frac{k_h}{1 \pm k_v} \right]$ , con  $k_h$  coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  coefficiente sismico verticale
- $\varepsilon$  inclinazione sull'orizzontale del terreno

Il coefficiente di spinta così calcolato viene poi diviso nelle sue due componenti orizzontale e verticale

$$K_a^h = K_a \cdot \cos \delta \qquad K_a^v = K_a \cdot \sin \delta$$

### Spinta statica

In condizioni statiche nella relazione di Mononobe-Okabe si pone

$$k_h = k_v = 0 \quad \Rightarrow \quad \theta = 0$$

riducendosi così al valore del coefficiente di spinta attiva derivato dalla teoria di Coulomb.

La spinta attiva del terreno sul paramento risulta essere linearmente crescente con la profondità (diagramma triangolare) e pari a

$$S_a^h = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot K_a^h \cdot H^2 \qquad S_a^v = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot K_a^v \cdot H^2$$

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV.03.0.0.002	REV. C	FOGLIO 17 di 80

con  $\gamma_t$  peso specifico del terreno e  $H$  altezza del paramento. Tale spinta risulta dunque applicata ad una quota  $1/3H$  dallo spiccato del paramento.

La spinta attiva derivante da un carico uniformemente distribuito  $q$  a tergo del paramento risulta invece essere costante con la profondità (diagramma rettangolare) e pari a

$$S_a^k = q \cdot K_a^k \cdot H \quad S_a^v = q \cdot K_a^v \cdot H$$

Tale spinta risulta dunque applicata ad una quota  $1/2H$  dallo spiccato del paramento.

### Sovrappinta sismica

La spinta attiva del terreno in condizioni sismiche si calcola a partire dalla relazione di Mononobe-Okabe, con coefficienti sismici

$$k_h, k_v \neq 0 \Rightarrow \theta \neq 0.$$

Per la spinta attiva sismica del terreno risulta allora

$$S_a^k = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot (1 \pm k_v) \cdot K_a^k \cdot H^2 \quad S_a^v = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot (1 \pm k_v) \cdot K_a^v \cdot H^2$$

La sovrappinta sismica si calcola poi come differenza tra la spinta in condizioni sismiche e la corrispondente spinta in condizioni statiche

$$\Delta S_a^k = S_a^{k,sisma} - S_a^{k,statica} \quad \Delta S_a^v = S_a^{v,sisma} - S_a^{v,statica}$$

Tale sovrappinta risulta essere linearmente decrescente con la profondità (diagramma triangolare inverso), e risulta dunque applicata ad una quota  $2/3H$  dallo spiccato del paramento.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV.03.0.0.002	REV. C	FOGLIO 18 di 80

## 5.6 Combinazione delle azioni

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

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica (rara), impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, quali le verifiche tensionali

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, quali le verifiche a fessurazione

$$G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{12} \cdot Q_{k2} + \psi_{13} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) che descrivono effetti a lungo termine, quali le verifiche tensionali e a fessurazione

$$G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU) connessi all'azione sismica  $E$

$$E + G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

I coefficienti parziali  $\gamma_F$  e i coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili impiegati sono quelli riportati dal DM 2008 nel capitolo riguardante i ponti:

- Tabella 5.1.V: Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU
- Tabella 5.1.VI: Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Ai fini della determinazione dei valori caratteristici delle azioni dovute al traffico, si considerano le combinazioni riportate nella Tabella 5.1.IV (Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico).

### Stati limite ultimi

Nelle verifiche agli stati limite ultimi si distinguono:

- **STR – stati ultimi strutturali:** stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione. Nelle verifiche vengono utilizzati i coefficienti parziali  $\gamma_F$  di tipo A1 per le azioni e di tipo M1 per il terreno
- **GEO – stati ultimi geotecnici:** stato limite di resistenza del terreno. Nelle verifiche vengono utilizzati i coefficienti parziali  $\gamma_F$  di tipo A2 per le azioni e di tipo M2 per il terreno
- **EQU:** stato limite di equilibrio come corpo rigido. Nelle verifiche vengono utilizzati i coefficienti parziali  $\gamma_F$  di tipo EQU per le azioni e di tipo M2 per il terreno

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV.03.0.0.002	REV. C	FOGLIO 19 di 80

Tabella dei coefficienti  $\Psi$

Comb SLU	Peso proprio	Perm.	Ritiro	Attrito	Assi max N	Car. rip. Max N	Assi max $M_t$	Car. rip. Max $M_t$	Frena-mento	Forza centrifuga	Vento imp. scarico	Vento imp. carico	Gradiente termico
1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	$\Psi_0$	$\Psi_0$
2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	$\Psi_0$	$\Psi_0$
3	1	1	1	1	$\Psi_0$	$\Psi_0$	0	0	0	0	0	1	$\Psi_0$
4	1	1	1	1	$\Psi_0$	$\Psi_0$	0	0	0	0	0	1	$\Psi_0$
5	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	$\Psi_0$	$\Psi_0$
6	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	$\Psi_0$	$\Psi_0$
7	1	1	1	1	0	0	$\Psi_0$	$\Psi_0$	0	0	0	1	$\Psi_0$
8	1	1	1	1	0	0	$\Psi_0$	$\Psi_0$	0	0	0	1	$\Psi_0$
9	1	1	1	1	$\Psi_1$	$\Psi_1$	0	0	1	0	0	$\Psi_0$	$\Psi_0$
10	1	1	1	1	$\Psi_1$	$\Psi_1$	0	0	1	0	0	$\Psi_0$	$\Psi_0$
11	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	$\Psi_0$
12	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	$\Psi_0$
13	1	1	1	1	0	0	$\Psi_1$	$\Psi_1$	1	0	0	$\Psi_0$	$\Psi_0$
14	1	1	1	1	0	0	$\Psi_1$	$\Psi_1$	1	0	0	$\Psi_0$	$\Psi_0$
15	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	$\Psi_0$
16	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	$\Psi_0$
17	1	1	1	1	$\Psi_1$	$\Psi_1$	0	0	0	1	0	$\Psi_0$	$\Psi_0$
18	1	1	1	1	$\Psi_1$	$\Psi_1$	0	0	0	1	0	$\Psi_0$	$\Psi_0$
19	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	$\Psi_0$
20	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	$\Psi_0$

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	20 di 80

21	1	1	1	1	0	0	$\Psi_1$	$\Psi_1$	0	1	0	$\Psi_0$	$\Psi_0$
22	1	1	1	1	0	0	$\Psi_1$	$\Psi_1$	0	1	0	$\Psi_0$	$\Psi_0$
23	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	$\Psi_0$
24	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	$\Psi_0$
25	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	$\Psi_0$
26	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	$\Psi_0$

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV.03.0.0.002	REV. C	FOGLIO 21 di 80

Tabella dei coefficienti  $\gamma$

Comb SLU	Peso proprio	Perm.	Ritiro	Attrito	Assi max N	Car. rip. Max N	Assi max M <sub>t</sub>	Car. rip. Max M <sub>t</sub>	Frenamento	Forza centrifuga	Vento imp. scarico	Vento imp. carico	Gradiente termico
1	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	0	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$
2	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	0	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$
3	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	0	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$
4	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	0	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$
5	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$
6	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$
7	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$
8	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$
9	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	$\gamma_{sfav}$	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$
10	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	$\gamma_{sfav}$	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$
11	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	0	0	0	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$
12	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	0	0	0	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$
13	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$
14	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$
15	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	0	0	0	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$
16	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	0	0	0	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$
17	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	0	$\gamma_{sfav}$	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$
18	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	0	$\gamma_{sfav}$	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$
19	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	0	0	0	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$
20	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	0	0	0	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865</b> Relazione di calcolo spalle	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV.03.0.0.002	REV. C	FOGLIO 22 di 80

21	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	0	$\gamma_{sfav}$	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$
22	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	0	$\gamma_{sfav}$	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$
23	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	0	0	0	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$
24	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	0	0	0	0	0	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$
25	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{fav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	0	0	0	0	$\gamma_{sfav}$	0	$\gamma_{sfav}$
26	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	$\gamma_{sfav}$	0	0	0	0	0	0	$\gamma_{sfav}$	0	$\gamma_{sfav}$

APPALTATORE:	 <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>			
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	23 di 80

## 5.7 Verifiche globali della spalla

### Calcolo delle sollecitazioni in testa pali

Le sollecitazioni agenti in testa palo vengono calcolate nell'ipotesi di platea di fondazione infinitamente rigida, attraverso la relazione

$$R(x, y) = \frac{N}{n} + \frac{M_l}{J_l} \cdot y + \frac{M_t}{J_t} \cdot x$$

dove  $N, M_l, M_t$  sono lo sforzo normale e i momenti flettenti longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata,  $n$  è il numero di pali e  $J_l, J_t$  sono le inerzie longitudinale e trasversale della palificata

$$J_l = \sum x_i^2 \qquad J_t = \sum y_i^2$$

Per quanto riguarda le sollecitazioni orizzontali in testa palo, si assume che le azioni di taglio di ripartiscano uniformemente tra i pali, risultando

$$T(x, y) = \frac{\sqrt{H_l^2 + H_t^2}}{n}$$

dove  $H_l, H_t$  sono le forze orizzontali longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata.

Le sollecitazioni in testa palo vengono calcolate secondo l'approccio STR (A1+M1) per le verifiche strutturali del palo e secondo l'approccio GEO (A2+M2) per le verifiche di capacità portante verticale e orizzontale del terreno.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV.03.0.0.002	REV. C	FOGLIO 24 di 80

## 5.8 Verifiche degli elementi strutturali della spalla

Per tutti gli elementi strutturali della spalla (muro frontale, muro paraghiaia, muri di risvolto, ...) vengono svolte le seguenti verifiche:

- verifiche a rottura (pressoflessione e taglio) per le combinazioni allo stato limite ultimo (SLU). Le caratteristiche di sollecitazione di verifica vengono calcolate utilizzando l'approccio STR (A1+M1)
- verifiche tensionali per le combinazioni rare e quasi permanenti (SLE)
- verifiche a fessurazione per le combinazioni frequenti e quasi permanenti (SLE)

### Pali

Viene verificata la sezione di incastro con la platea di fondazione.

Il momento flettente agente in testa palo viene derivato dal taglio in testa palo nell'ipotesi di elasticità lineare sia per il palo che per il terreno. Risulta

$$M = T \cdot \frac{L_0}{2}$$

con  $L_0$  lunghezza elastica del palo, funzione del modulo di Winkler del terreno  $K_w$ , della larghezza di influenza  $b$  del palo e dei moduli di elasticità e di inerzia del palo  $E_{palo}$  e  $J_{palo}$

$$L_0 = \left[ \frac{4E_{palo}J_{palo}}{K_w b} \right]^{1/4}$$

Le verifiche del palo vengono condotte nei riguardi delle condizioni di massimo momento flettente, con sforzo normale minimo e massimo associato, e di minimo sforzo normale, con momento flettente associato.

### Unghia anteriore platea fondazione

Viene verificata la sezione di incastro con il muro frontale.

Per ciascun palo sollecitante l'unghia viene operata una diffusione a 45° del momento flettente  $N \cdot e_{palo}$  su detta sezione di incastro. I singoli valori di momento flettente così ottenuti vengono poi cumulati sulle rispettive larghezze di diffusione, ottenendo per sovrapposizione dei singoli contributi una distribuzione di momento flettente complessivo sulla sezione di verifica.

APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>						
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>						
Mandatario:	Mandante:							
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle			COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV.03.0.0.002	REV. C	FOGLIO 25 di 80

## Unghia posteriore platea fondazione

L'unghia posteriore viene considerata come una piastra incastrata su tre lati (in presenza di entrambi i muri di risvolto), su due lati (in presenza di un solo muro di risvolto) o come una mensola (in assenza di muri di risvolto).

In considerazione degli usuali spessori della platea di fondazione, del diametro dei pali e dell'interasse tra gli stessi, le aree di influenza sulla fibra media della platea dei pali adiacenti risultano praticamente sempre sovrapposte. E' dunque possibile considerare le reazioni dei pali interni all'unghia posteriore come un carico distribuito, anziché come una somma di carichi concentrati.

Trascurando allora il contributo del momento trasversale, il carico agente sull'unghia posteriore può essere riguardato come somma di un carico uniforme  $q_u$  dovuto agli effetti del solo sforzo normale  $N$  agente al baricentro della fondazione, e di un carico triangolare  $q_t$  (massimo all'incastro con il muro frontale) dovuto agli effetti del solo momento flettente longitudinale  $M_t$ .  
Risulta, con  $R_i$  reazione del palo  $i$ -esimo,  $n$  numero di pali della fondazione e  $n_{unghia}$  numero di pali all'interno dell'unghia posteriore

$$\bar{R} = \frac{1}{n_{platea}} \sum R_i \Rightarrow \bar{N}_{unghia} = \bar{R} \cdot n_{unghia}$$

$$N_{unghia} = \sum_{unghia} R_i \quad \Delta N_{unghia} = N_{unghia} - \bar{N}_{unghia}$$

$$\Delta N_{unghia} \leq 0 \Rightarrow q_u = -\frac{\bar{N}_{unghia}}{A_{unghia}} \quad q_t = 2 \frac{\Delta N_{unghia}}{A_{unghia}} \quad \text{momento ribaltante}$$

$$\Delta N_{unghia} > 0 \Rightarrow q_u = -\left[ \frac{\bar{N}_{unghia}}{A_{unghia}} + 2 \frac{\Delta N_{unghia}}{A_{unghia}} \right] \quad q_t = 2 \frac{\Delta N_{unghia}}{A_{unghia}} \quad \text{momento stabilizzante}$$

Nel caso di una singola fila di pali sollecitanti l'unghia posteriore, per meglio descrivere gli effetti dell'eccentricità dei pali alla somma dei due detti carichi agenti sull'intera unghia posteriore si sostituisce un carico uniforme agente sulla sola fascia di influenza della fila di pali.

Una volta ottenuti i carichi distribuiti equivalenti agenti sull'unghia, i momenti flettenti di verifica all'incastro con il muro frontale, all'incastro con i muri di risvolto e a centro piastra (longitudinale e trasversale) si ottengono, in corrispondenza del rapporto  $\hat{\gamma}$  cercato tra i lati della piastra, mediante

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo spalle			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C
							FOGLIO
							26 di 80

interpolazione spline cubica dei valori riportati nelle tabelle pubblicate da Richard Bares per vari valori di detto rapporto  $\gamma$ .

### Muro frontale

Viene verificata la sezione di incastro con la platea di fondazione.

Nella determinazione dei momenti flettenti di verifica il muro frontale viene considerato come una mensola incastrata nella platea di fondazione, trascurando a favore di sicurezza gli effetti dovuti alla eventuale presenza dei muri di risvolto.

### Muro paraghiaia

Viene verificata la sezione di incastro con lo spiccato del muro frontale.

Nella determinazione dei momenti flettenti di verifica il muro paraghiaia viene considerato come una mensola incastrata allo spiccato del muro frontale, trascurando a favore di sicurezza gli effetti dovuti alla eventuale presenza dei muri di risvolto.

### Muro risvolto

Il muro di risvolto viene considerato come una piastra incastrata su due lati (il muro frontale e la platea di fondazione).

Il carico agente sul muro di risvolto viene riguardato come somma di un carico uniforme  $q_u$  e di un carico triangolare  $q_t$  (massimo allo spiccato del muro), agenti sull'intera superficie del muro.

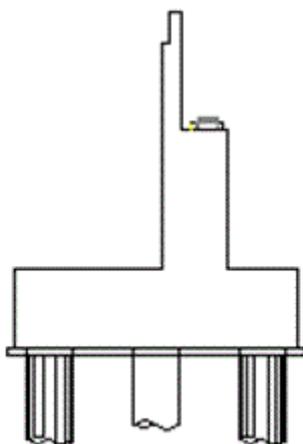
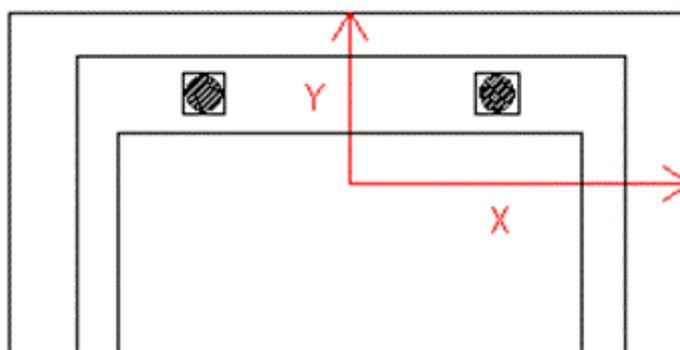
Risulta infatti

- Spinta attiva statica terreno:  $q_t = \gamma_t \cdot K_a^k \cdot H_{muro}$
- Sovraccarico:  $q_u = q_s \cdot K_a^k$
- Sovrappinta sismica terreno:  $\Delta q_u = \gamma_t \cdot [(1 \pm k_v) K_a^{k,sisma} - K_a^{k,statica}] \cdot H_{muro}$   
 $\Delta q_t = -\gamma_t \cdot [(1 \pm k_v) K_a^{k,sisma} - K_a^{k,sismica}] \cdot H_{muro}$
- Inerzia peso proprio muro:  $\Delta q_u = \gamma_{csb} \cdot s_{muro} \cdot k_k$

Una volta ottenuti i carichi distribuiti equivalenti agenti sul muro, i momenti flettenti di verifica all'incastro con il muro frontale e con la platea di fondazione si ottengono, in corrispondenza del rapporto  $\hat{\gamma}$  cercato tra i lati della piastra, mediante interpolazione spline cubica dei valori riportati nelle tabelle pubblicate da Richard Bares per vari valori di detto rapporto  $\gamma$ .

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865</b> Relazione di calcolo spalle	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IV.03.0.0.002</td> <td>C</td> <td>27 di 80</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	27 di 80
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	27 di 80								

## 5.9 Sistema di riferimento



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV.03.0.0.002	REV. C	FOGLIO 28 di 80

## 5.10 Unità misura

Forze kN  
Tensioni MPa

## 5.11 Materiali

### Calcestruzzo

Pali	Rck	30
	Classe esposizione	XC2

Fondazione	Rck	35
	Classe esposizione	XC2

Elevazione	Rck	40
	Classe esposizione	XC4

Peso specifico 25

### Acciaio

--- Tipo B450C

Modulo elastico 2.06E+05

### Terreno

Peso specifico terreno  $\gamma_t =$  18  
Angolo di attrito interno  $\phi' =$  35  
Angolo di attrito muro-terreno  $\delta =$  20

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865</b> Relazione di calcolo spalle	<b>COMMESSA</b> <b>IF2R</b>	<b>LOTTO</b> <b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CODIFICA</b> <b>CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>IV.03.0.0.002</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>29 di 80</b>

## 5.12 Geometria spalla

### Muro frontale

Spessore	2.8	m
Larghezza trasversale	11.6	m
Altezza	4.65	m
Distanza longitudinale bar. appoggi - paraghiaia	1.5	m
Distanza trasversale bar. appoggi - bar. muro	0	m

### Muro paraghiaia

Spessore	0.5	m
Altezza	2.5	m

### Muri risolto

Spessore in testa	1.1	m
Spessore allo spiccato	1.1	m
Lunghezza	5	m
Altezza	7.15	m
Muro risolto sx presente	Sì	
Muro risolto dx presente	Sì	

### Platea di fondazione

Altezza zattera	1.5	m
Dimensione longitudinale	9.6	m
Dimensione trasversale	16.8	m
Lunghezza unghia anteriore	1.8	m

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865</b> Relazione di calcolo spalle	<b>COMMESSA</b> <b>IF2R</b>	<b>LOTTO</b> <b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CODIFICA</b> <b>CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>IV.03.0.0.002</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>30 di 80</b>

## Palificata

Pali	x m	y m
1	7.2	3.6
2	3.6	3.6
3	0	3.6
4	-3.6	3.6
5	-7.2	3.6
6	7.2	0
7	3.6	0
8	0	0
9	-3.6	0
10	-7.2	0
11	7.2	-3.6
12	3.6	-3.6
13	0	-3.6
14	-3.6	-3.6
15	-7.2	-3.6

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	31 di 80

### 5.13 Azioni caratteristiche impalcato

Altezza punto applicazione H rispetto ad appoggi		0	m			
		<b>N</b>	<b>H<sub>i</sub></b>	<b>H<sub>t</sub></b>	<b>M<sub>t</sub></b>	
	Peso impalcato	2102	0	0	897	G
	Ritiro	0	0	0	0	G
	Grad. termico	138	0	0	0	Q
Accidentali	assi	1843	0	0	2795	Q
max N	ripartito	0	0	0	0	Q
Accidentali	assi	1293	0	0	4019	Q
max M <sub>t</sub>	ripartito	0	0	0	0	Q
	Forza centrifuga	0	0	0	0	Q
	Vento impalcato scarico	0	0	87	209	Q
	Vento impalcato carico	0	0	179	623	Q

### Frenamento

Frenamento presente      Sì

Lunghezza complessiva campate collegate      15      m

### Resistenza parassita dei vincoli – isolatori in gomma armata

Rigidità orizzontale dell'isolatore k	1650	
Distanza appoggi da asse simmetria long. viadotto d	85	m
Coeff. dilatazione termica cls $\alpha$	1E-05	
Variazione termica impalcato $\Delta T$	25	variazione uniforme
Variazione termica impalcato equiv. ritiro $\Delta T_r$	7	variazione uniforme
Variazione termica impalcato equiv. viscosità $\Delta T_v$	0	variazione uniforme
n° appoggi sul pulvino	4	

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	32 di 80
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle							

## 5.14 Azioni caratteristiche spalla

### Vento

Zona	3		
Altitudine	80	m	
Periodo di ritorno $T_R$	100	anni	
Coeff. topografia $c_t$	1		
Coeff. forma $c_p$	1.4		
Coeff. dinamico $c_d$	1		
Categoria esposizione sito	2		
Coeff. pressione esterna superfici sopravento	1.4		
Coeff. pressione esterna superfici sottovento	0.4		
Altezza esposta al vento impalcato scarico	--	m	
Altezza esposta al vento impalcato carico	--	m	

### Sovraccarico accidentale sul terreno

$Q_s$  20

### Terreno di riempimento

Terreno spingente True

## 5.15 Azioni sismiche impalcato

### Analisi modale

#### Spettro elastico

	N	$H_l$	$H_t$	$M_l$	$M_t$
sisma x	135	1285	524	0	1339
sisma y	83	723	1007	0	3123
sisma z	911	0	0	0	4974

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					FOGLIO
Relazione di calcolo spalle						33 di 80

## Azioni sismiche terreno

Per la determinazione dei parametri sismici si rimanda alla relazione di calcolo sismica.

$a_g/g$	0.4450
$F_0$	2.4290
$T_c^*$	0.4200
Coeff. amplificazione topografica $S_t$	1
Categoria suolo di fondazione	B
Spostamenti relativi spalla terreno ammessi	No

## 5.16 Coefficienti sismici

Coefficiente sismico orizzontale	$K_h$	0.445
Coefficiente sismico verticale	$K_v$	0.223

## 5.17 Coefficienti di spinta attiva

		0.230	STR
		0.296	GEO
Coefficiente spinta attiva orizzontale	$K_a^h$	0.296	EQU
		0.084	STR
		0.086	GEO
Coefficiente spinta attiva verticale	$K_a^v$	0.086	EQU

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	34 di 80
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865							
Relazione di calcolo spalle							

## 5.18 Coefficienti di spinta attiva in sisma – analisi modale

### Sisma orizzontale

Il coefficiente di spinta attivo viene calcolato per la condizione

	$k_h \neq 0$	$k_v = 0$		
			0.641	STR
			0.817	GEO
Coefficiente spinta attiva orizzontale		$K_a^h$	0.817	EQU
			0.233	STR
			0.238	GEO
Coefficiente spinta attiva verticale		$K_a^v$	0.238	EQU

### Sisma verticale

Il coefficiente di spinta attivo viene calcolato per la condizione

	$k_h = 0$	$k_v \neq 0$		
			0.230	STR
			0.296	GEO
Coefficiente spinta attiva orizzontale		$K_a^h$	0.296	EQU
			0.084	STR
			0.086	GEO
Coefficiente spinta attiva verticale		$K_a^v$	0.086	EQU

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	35 di 80

## 5.19 Azioni caratteristiche impalcato

### Baricentro zattera

	N	H <sub>i</sub>	H <sub>t</sub>	M <sub>i</sub>	M <sub>t</sub>
Peso impalcato	2102.00	0.00	0.00	-4624.40	897.00
Ritiro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Grad. termico	138.00	0.00	0.00	-303.60	0.00
Accidentali assi	1843.00	1843.00	0.00	0.00	-4054.60
max N ripartito	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Accidentali assi	1293.00	1293.00	0.00	0.00	-2844.60
max M <sub>t</sub> ripartito	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Forza centrifuga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento impalcato scarico	0.00	0.00	0.00	0.00	87.00
Vento impalcato carico	0.00	0.00	0.00	0.00	179.00
Frenamento	0.00	400.50	0.00	-2463.08	0.00
Attrito vincoli	0.00	179.52	0.00	-1104.05	0.00

### Baricentro spiccato muro frontale

	N	H <sub>i</sub>	H <sub>t</sub>	M <sub>i</sub>	M <sub>t</sub>
Peso impalcato	2102.00	0.00	0.00	-1261.20	897.00
Ritiro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Grad. termico	138.00	0.00	0.00	-82.80	0.00
Accidentali assi	1843.00	1843.00	0.00	0.00	-1105.80
max N ripartito	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Accidentali assi	1293.00	1293.00	0.00	0.00	-775.80
max M <sub>t</sub> ripartito	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Forza centrifuga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento impalcato scarico	0.00	0.00	0.00	0.00	87.00
Vento impalcato carico	0.00	0.00	0.00	0.00	179.00
Frenamento	0.00	400.50	0.00	-1862.33	0.00
Attrito vincoli	0.00	179.52	0.00	-834.77	0.00

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle						FOGLIO 36 di 80

## 5.20 Azioni caratteristiche peso proprio

### Baricentro zattera

N	H <sub>l</sub>	H <sub>t</sub>	M <sub>l</sub>	M <sub>t</sub>
12111.30	0.00	0.00	-2193.78	0.00

### Baricentro spiccato muro frontale

N	H <sub>l</sub>	H <sub>t</sub>	M <sub>l</sub>	M <sub>t</sub>
4422.50	0.00	0.00	416.88	0.00

### Baricentro spiccato muro paraghiaia

N	H <sub>l</sub>	H <sub>t</sub>	M <sub>l</sub>	M <sub>t</sub>
31.25	0.00	0.00	0.00	0.00

### Baricentro spiccato muro risolto

N	H <sub>l</sub>	H <sub>t</sub>	M <sub>l</sub>	M <sub>t</sub>
962.50	0.00	0.00	0.00	0.00

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865						FOGLIO
Relazione di calcolo spalle						C 37 di 80

## 5.21 Azioni caratteristiche terreno

### Baricentro zattera

		N	H <sub>i</sub>	H <sub>t</sub>	M <sub>i</sub>	M <sub>t</sub>
SLU strutturale	terreno	10343.21	2604.90	0.00	18648.84	0.00
	sovraccarico	1703.57	669.21	0.00	1632.81	0.00
SLU geotecnica	terreno	10343.21	2604.90	0.00	18648.84	0.00
	sovraccarico	1703.57	669.21	0.00	1632.81	0.00
SLU equilibrio	terreno	10371.50	3353.28	0.00	16626.80	0.00
	sovraccarico	1710.84	861.47	0.00	836.17	0.00
SLE	terreno	10343.21	2604.90	0.00	18648.84	0.00
	sovraccarico	1703.57	669.21	0.00	1632.81	0.00

### Baricentro spiccato muro frontale

		N	H <sub>i</sub>	H <sub>t</sub>	M <sub>i</sub>	M <sub>t</sub>
SLU strutturale	terreno	447.29	1228.91	0.00	-2302.70	0.00
	sovraccarico	139.02	381.95	0.00	-1170.83	0.00
SLU geotecnica	terreno	460.63	1581.97	0.00	-3125.48	0.00
	sovraccarico	143.16	491.68	0.00	-1557.32	0.00
SLU equilibrio	terreno	460.63	1581.97	0.00	-3125.48	0.00
	sovraccarico	143.16	491.68	0.00	-1557.32	0.00
SLE	terreno	447.29	1228.91	0.00	-2302.70	0.00
	sovraccarico	139.02	381.95	0.00	-1170.83	0.00

### Baricentro spiccato muro paragliaia

		N	H <sub>i</sub>	H <sub>t</sub>	M <sub>i</sub>	M <sub>t</sub>
SLU strutturale	terreno	4.71	12.95	0.00	-9.61	0.00
	sovraccarico	4.19	34.91	0.00	-63.73	0.00
SLU geotecnica	terreno	4.85	16.67	0.00	-12.68	0.00
	sovraccarico	4.32	38.22	0.00	-67.84	0.00
SLU equilibrio	terreno	4.85	16.67	0.00	-12.68	0.00
	sovraccarico	4.32	38.22	0.00	-67.84	0.00
SLE	terreno	4.71	12.95	0.00	-9.61	0.00
	sovraccarico	4.19	34.91	0.00	-63.73	0.00

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario:	Mandante:					
<b>SYSTRA S.A.</b>	<b>SWS Engineering S.p.A.</b>	<b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>				
<b>IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865</b>						
Relazione di calcolo spalle						
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	<b>IF2R</b>	<b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV.03.0.0.002</b>	<b>C</b>	<b>38 di 80</b>

### Baricentro spiccato muro risolto

		<b>N</b>	<b>H<sub>i</sub></b>	<b>H<sub>t</sub></b>	<b>M<sub>i</sub></b>	<b>M<sub>t</sub></b>
SLU strutturale	terreno	184.79	0.00	507.71	0.00	1286.29
	sovraccarico	58.66	0.00	161.18	0.00	596.39
SLU geotecnica	terreno	190.31	0.00	653.57	0.00	1629.67
	sovraccarico	60.41	0.00	207.48	0.00	759.42
SLU equilibrio	terreno	190.31	0.00	653.57	0.00	1629.67
	sovraccarico	60.41	0.00	207.48	0.00	759.42
SLE	terreno	184.79	0.00	507.71	0.00	1286.29
	sovraccarico	58.66	0.00	161.18	0.00	596.39

### 5.22 Azioni sisma modale impalcato

#### Baricentro zattera

	<b>N</b>	<b>H<sub>i</sub></b>	<b>H<sub>t</sub></b>	<b>M<sub>i</sub></b>	<b>M<sub>t</sub></b>
Sisma X	135.00	1285.00	524.00	-8199.75	4561.60
Sisma Y	83.00	723.00	1007.00	-4629.05	9316.05
Sisma Z	911.00	0.00	0.00	-2004.20	4974.00

#### Baricentro spiccato muro frontale

	<b>N</b>	<b>H<sub>i</sub></b>	<b>H<sub>t</sub></b>	<b>M<sub>i</sub></b>	<b>M<sub>t</sub></b>
Sisma X	135.00	1285.00	524.00	-5988.75	3775.60
Sisma Y	83.00	723.00	1007.00	-3370.25	7805.55
Sisma Z	911.00	0.00	0.00	-91.10	4974.00

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	39 di 80

## 5.23 Azioni sisma peso proprio

### Baricentro zattera

	N	H <sub>i</sub>	H <sub>t</sub>	M <sub>i</sub>	M <sub>t</sub>
Sisma X	0.00	0.00	5389.53	0.00	13922.24
Sisma Y	0.00	5389.53	0.00	-13922.24	0.00
Sisma Z+	2694.76	0.00	0.00	-395.36	0.00
Sisma Z-	-2694.76	0.00	0.00	395.36	0.00

### Baricentro spiccato muro frontale

	N	H <sub>i</sub>	H <sub>t</sub>	M <sub>i</sub>	M <sub>t</sub>
Sisma X	0.00	0.00	1841.54	0.00	4858.28
Sisma Y	0.00	1841.54	0.00	-4858.28	0.00
Sisma Z+	920.77	0.00	0.00	92.75	0.00
Sisma Z-	-920.77	0.00	0.00	-92.75	0.00

### Baricentro spiccato muro paragliaia

	N	H <sub>i</sub>	H <sub>t</sub>	M <sub>i</sub>	M <sub>t</sub>
Sisma X	0.00	0.00	13.91	0.00	17.38
Sisma Y	0.00	13.91	0.00	-17.38	0.00
Sisma Z+	6.95	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma Z-	-6.95	0.00	0.00	0.00	0.00

### Baricentro spiccato muro risolto

	N	H <sub>i</sub>	H <sub>t</sub>	M <sub>i</sub>	M <sub>t</sub>
Sisma X	0.00	0.00	428.31	0.00	1499.09
Sisma Y	0.00	428.31	0.00	-1499.09	0.00
Sisma Z+	214.16	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma Z-	-214.16	0.00	0.00	0.00	0.00

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	40 di 80

## 5.24 Azioni sisma modale terreno

### Baricentro zattera

		N	H <sub>i</sub>	H <sub>t</sub>	M <sub>i</sub>	M <sub>t</sub>
SLU strutturale	Sisma X	0.00	0.00	4180.82	0.00	21217.66
	Sisma Y	2276.71	8835.63	0.00	-30421.52	0.00
	Sisma Z+	2301.36	1246.05	0.00	431.34	0.00
	Sisma Z-	-2301.36	86.87	0.00	-6196.24	0.00
SLU geotecnica	Sisma X	0.00	0.00	4180.82	0.00	21217.66
	Sisma Y	2276.71	8835.63	0.00	-30421.52	0.00
	Sisma Z+	2301.36	1246.05	0.00	431.34	0.00
	Sisma Z-	-2301.36	86.87	0.00	-6196.24	0.00

### Baricentro spiccato muro frontale

		N	H <sub>i</sub>	H <sub>t</sub>	M <sub>i</sub>	M <sub>t</sub>
SLU strutturale	Sisma Y	797.18	2190.24	0.00	-6714.06	0.00
	Sisma Z+	99.52	273.43	0.00	-838.19	0.00
	Sisma Z-	99.52	-273.43	0.00	1116.85	0.00
SLU geotecnica	Sisma Y	808.36	2776.18	0.00	-8793.13	0.00
	Sisma Z+	102.49	351.99	0.00	-1114.87	0.00
	Sisma Z-	102.49	-351.99	0.00	1401.85	0.00

### Baricentro spiccato muro paragliaia

		N	H <sub>i</sub>	H <sub>t</sub>	M <sub>i</sub>	M <sub>t</sub>
SLU strutturale	Sisma Y Z+	8.38	23.01	0.00	-26.67	0.00
	Sisma Y Z-	-10.04	27.58	0.00	-36.98	0.00
SLU geotecnica	Sisma Y Z+	8.17	28.08	0.00	-33.05	0.00
	Sisma Y Z-	-15.43	52.99	0.00	-70.10	0.00

### Baricentro spiccato muro risolto

		N	H <sub>i</sub>	H <sub>t</sub>	M <sub>i</sub>	M <sub>t</sub>
SLU strutturale	Sisma X Z+	328.35	0.00	902.15	0.00	3338.11
	Sisma X Z-	-393.48	0.00	1081.08	-4000.20	0.00
SLU geotecnica	Sisma X Z+	320.46	0.00	1100.56	0.00	4028.22
	Sisma X Z-	-604.87	0.00	2077.34	-7603.37	0.00

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario:	Mandante:					
<b>SYSTRA S.A.</b>	<b>SWS Engineering S.p.A.</b>	<b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>				
<b>IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo spalle		<b>IF2R</b>	<b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV.03.0.0.002</b>	<b>C</b>
						FOGLIO <b>41 di 80</b>

## 5.25 Combinazioni SLU al baricentro palificata

<b>Esercizio - A1+M1</b>					
<b>COMB.</b>	<b>N</b>	<b>H<sub>i</sub></b>	<b>H<sub>t</sub></b>	<b>M<sub>i</sub></b>	<b>M<sub>t</sub></b>
1	29443.74	3723.76	161.10	7017.79	6221.72
2	38038.52	4635.48	161.10	11158.52	6535.67
3	27441.83	3181.70	268.50	7063.64	6312.71
4	36036.61	4093.42	268.50	11204.37	6626.66
5	28701.24	3723.76	161.10	8651.30	7874.12
6	37296.02	4635.48	161.10	12792.03	8188.07
7	26884.96	3181.70	268.50	8288.77	7552.01
8	35479.74	4093.42	268.50	12429.50	7865.96
9	27441.83	3722.38	161.10	3738.49	5278.40
10	36036.61	4634.09	161.10	7879.22	5592.35
11	24655.87	2820.33	268.50	10287.21	3482.78
12	33250.64	3732.04	268.50	14427.94	3796.73
13	26884.96	3722.38	161.10	4963.62	6517.70
14	35479.74	4634.09	161.10	9104.35	6831.65
15	24655.87	2820.33	268.50	10287.21	3482.78
16	33250.64	3732.04	268.50	14427.94	3796.73
17	27441.83	3181.70	161.10	7063.64	5278.40
18	36036.61	4093.42	161.10	11204.37	5592.35
19	24655.87	2820.33	268.50	10287.21	3482.78
20	33250.64	3732.04	268.50	14427.94	3796.73
21	26884.96	3181.70	161.10	8288.77	6517.70
22	35479.74	4093.42	161.10	12429.50	6831.65
23	24655.87	2820.33	268.50	10287.21	3482.78
24	33250.64	3732.04	268.50	14427.94	3796.73
25	24655.87	2820.33	130.50	10287.21	2013.08
26	33250.64	3732.04	130.50	14427.94	2327.03

<b>Sisma - A1+M1</b>					
<b>COMB.</b>	<b>N</b>	<b>H<sub>i</sub></b>	<b>H<sub>t</sub></b>	<b>M<sub>i</sub></b>	<b>M<sub>t</sub></b>
1	27171.56	8748.17	10396.45	-11651.41	44885.52
2	23627.28	8400.41	10396.45	-12199.94	41901.11
3	28728.85	18312.38	4035.30	-40192.55	23615.70
4	25184.57	17964.62	4035.30	-40741.09	20631.30
5	31212.05	8720.90	3330.41	-7289.34	20576.27
6	19397.79	7561.72	3330.41	-9117.79	10628.27

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865						FOGLIO
Relazione di calcolo spalle						42 di 80

## 5.26 Sollecitazioni SLU sui pali di fondazione

<b>Esercizio - A1+M1</b>			
<b>COMB.</b>	<b>N<sub>max</sub></b>	<b>N<sub>min</sub></b>	<b>V<sub>max</sub></b>
1	2273.07	1652.76	248.48
2	2966.89	2104.91	309.22
3	2142.57	1516.34	212.87
4	2836.39	1968.49	273.48
5	2299.55	1527.29	248.48
6	2993.37	1979.44	309.22
7	2162.43	1422.24	212.87
8	2856.25	1874.39	273.48
9	2031.05	1627.86	248.39
10	2724.87	2080.01	309.13
11	1993.98	1293.47	188.87
12	2687.80	1745.62	249.45
13	2050.91	1533.75	248.39
14	2744.73	1985.91	309.13
15	1993.98	1293.47	188.87
16	2687.80	1745.62	249.45
17	2123.42	1535.50	212.39
18	2817.24	1987.65	273.11
19	1993.98	1293.47	188.87
20	2687.80	1745.62	249.45
21	2143.27	1441.39	212.39
22	2837.09	1893.54	273.11
23	1993.98	1293.47	188.87
24	2687.80	1745.62	249.45
25	1966.76	1320.69	188.22
26	2660.58	1772.84	248.95

<b>Sisma - A1+M1</b>			
<b>COMB.</b>	<b>N<sub>max</sub></b>	<b>N<sub>min</sub></b>	<b>V<sub>max</sub></b>
1	2966.30	656.57	905.82
2	2689.99	460.32	891.07
3	3469.04	361.47	1250.11
4	3192.73	165.21	1227.48
5	2664.33	1497.28	622.35
6	1743.28	843.09	550.84

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865						FOGLIO
Relazione di calcolo spalle						43 di 80

Sintesi		
	Esercizio A1+M1	Sisma A1+M1
$N_{max}$	2993.37	3469.04
$N_{min}$	1293.47	165.21
$V_{max}$	309.22	1250.11

## 5.27 Verifica strutturale SLU palo

### Pressoflessione

Il momento sollecitante agente in testa palo è stato determinato nell'ipotesi di "sommità palo impedita di ruotare" mediante la relazione  $M_0 = \alpha \cdot V$  dove  $\alpha = 1.996$

**Condizione  $M_{max}$**

	Esercizio	Sisma
$V_{max}$	309.22	1250.11
$M_{max}$	617.25	2495.43
$N_{max}(M_{max})$	2993.37	3469.04
$N_{min}(M_{max})$	1979.44	361.47

**Condizione  $N_{min}$**

	Esercizio	Sisma
$V_{max}(N_{min})$	188.87	1227.48
$M_{max}(N_{min})$	377.02	2450.26
$N_{min}$	1293.47	165.21

Diametro barre 30 mm  
n° barre 56  
Copriferro 9.1 cm

Esercizio		N	M	$M_u$	C.s. $\eta$
		$N_{max}(M_{max})$	2993.37		
	$N_{min}(M_{max})$	1979.44	617.25	6304.17	10.21

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865						FOGLIO
Relazione di calcolo spalle						44 di 80

	$N_{min}$	1293.47	377.02	6207.04	16.46
<b>Sisma</b>	$N_{max}(M_{max})$	3469.04	2495.43	6476.90	2.60
	$N_{min}(M_{max})$	361.47	2495.43	6048.42	2.42
	$N_{min}$	165.21	2450.26	6012.75	2.45

## Taglio

Diametro staffe 16 mm  
Numero braccia staffe 2  
Passo staffe 10 cm

		N	V
<b>Esercizio</b>	$V_{max}$	1979.44	309.22
	$N_{min}$	1293.47	188.87
<b>Sisma</b>	$V_{max}$	361.47	1250.11
	$N_{min}$	165.21	1227.48

$V_{Rd\ no\ staffe}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	C.s. $\eta$
892	2415	2415	3.27
800	2364	2364	3.76
578	2219	2219	1.61
578	2219	2219	1.7

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>						
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>						
Mandatario:	Mandante:							
<b>SYSTRA S.A.</b>	<b>SWS Engineering S.p.A.</b>	<b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>						
<b>IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865</b>	<b>Relazione di calcolo spalle</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
			<b>IF2R</b>	<b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV.03.0.0.002</b>	<b>C</b>	<b>45 di 80</b>

## 5.28 Verifica geotecnica SLU palo

### Capacità portante verticale

Per la lunghezza di progetto dei pali, L=20m, risulta:

- Compressione SLU:  $N_{max} = 3469kN < Q_d = 6664kN$
- Trazione SLU:  $N_{min} = 165 > Q_d = -3472kN$

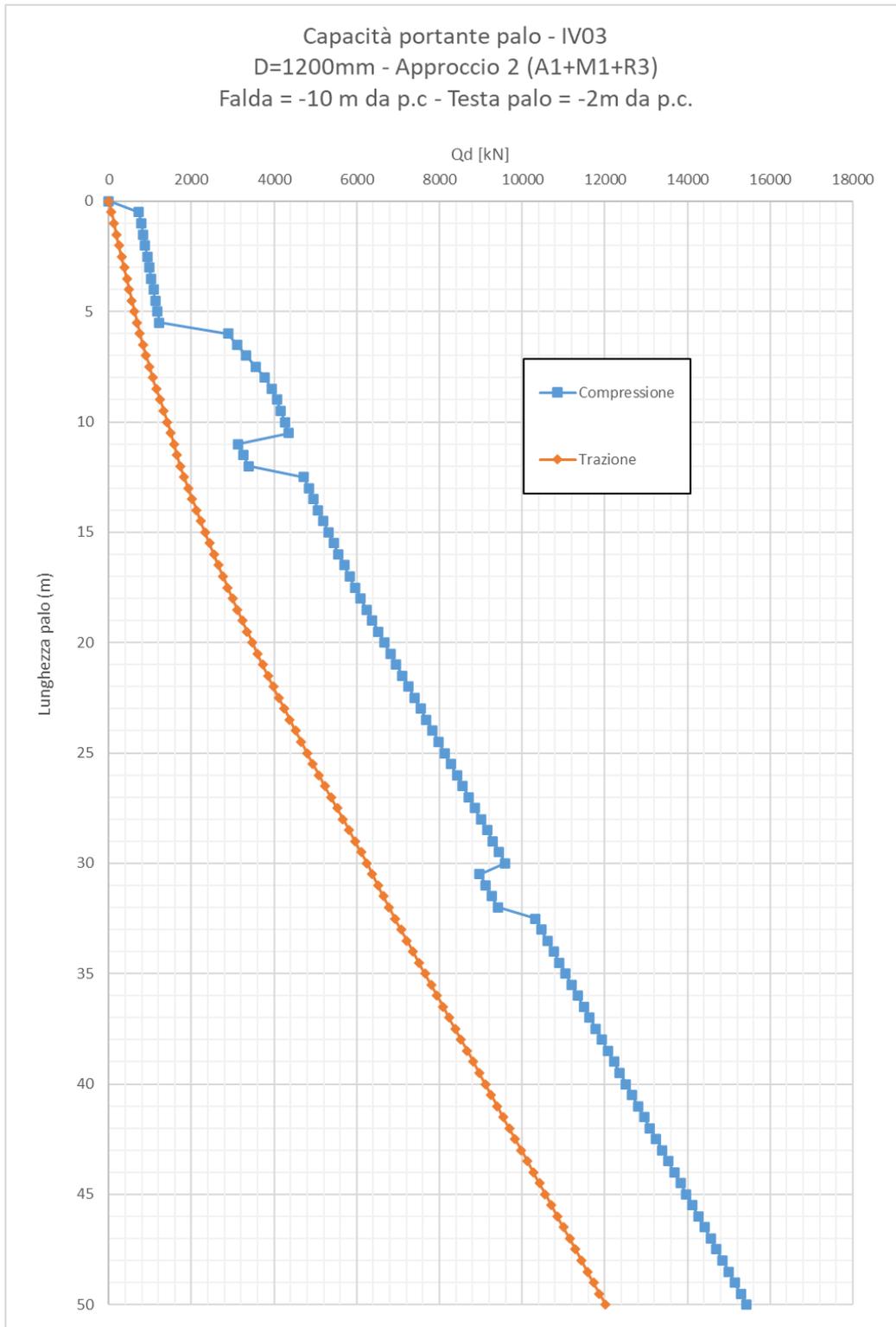
Qp (m) =	2.0	quota testa palo da piano campagna (+ verso il basso)
Qf (m) =	10.0	quota falda da piano campagna (+ verso il basso)
Dp (m) =	1.2	diametro del palo
Ap (m <sup>2</sup> ) =	1.13	area del palo
γp (kN/m <sup>3</sup> ) =	25.00	peso specifico del palo
γp_c (kN/m <sup>3</sup> ) =	5.00	peso specifico del palo per verifica a compressione (peso specifico del palo - peso specifico medio del terreno)
γp_t (kN/m <sup>3</sup> ) =	15.00	peso specifico del palo per verifica a trazione (peso specifico del palo - peso specifico dell'acqua)
FSL_c =	1.9	fattore di sicurezza per resistenza laterale a compressione
FSL_t =	2.1	fattore di sicurezza per resistenza laterale a trazione
FSB =	2.2	fattore di sicurezza per capacità portante di base

Depth From Pile Head (m)	Elevation (m)	Skin Friction Capacity (kN)	End Bearing Capacity (kN)	Ultimate Capacity (kN)	FSL_c	FSL_t	FSB	COMPRESSIONE			
								QI/FS (kN)	Qb/FS (kN)	Wp (kN)	Qd_c (kN)
0	-2	0	0	0	1.898	2.06	2.23	0	0	0	0
0.5	-2.5	98.96016859	1526.81403	1625.774198	1.898	2.06	2.23	52.15292	685.4384	2.83	734.76
1	-3	197.9203174	1526.81403	1724.734347	1.898	2.06	2.23	104.3058	685.4384	5.65	784.0894
1.5	-3.5	296.8805058	1526.81403	1823.694535	1.898	2.06	2.23	156.4588	685.4384	8.48	833.4149
2	-4	395.8404368	1526.81403	1922.654466	1.898	2.06	2.23	208.6116	685.4384	11.31	882.74
2.5	-4.5	494.800645	1526.81403	2021.614675	1.898	2.06	2.23	260.7645	685.4384	14.14	932.0657
3	-5	593.7607938	1526.81403	2120.574823	1.898	2.06	2.23	312.9174	685.4384	16.96	981.3912
3.5	-5.5	692.7209822	1526.81403	2219.535012	1.898	2.06	2.23	365.0703	685.4384	19.79	1030.717
4	-6	791.6807945	1526.81403	2318.494824	1.898	2.06	2.23	417.2231	685.4384	22.62	1080.042
4.5	-6.5	890.6409235	1526.81403	2417.454953	1.898	2.06	2.23	469.376	685.4384	25.45	1129.367
5	-7	989.6010921	1526.81403	2516.415122	1.898	2.06	2.23	521.5289	685.4384	28.27	1178.693
5.5	-7.5	1088.561261	1526.81403	2615.37529	1.898	2.06	2.23	573.6818	685.4384	31.10	1228.018
6	-8	1225.422722	5066.760632	6292.183354	1.898	2.06	2.23	645.8091	2274.64	33.93	2886.52
6.5	-8.5	1371.113693	5383.433171	6754.546865	1.898	2.06	2.23	722.5896	2416.805	36.76	3102.638
7	-9	1525.634748	5700.105711	7225.740459	1.898	2.06	2.23	804.0236	2558.97	39.58	3323.41
7.5	-9.5	1688.986075	6016.77825	7705.764326	1.898	2.06	2.23	890.1112	2701.135	42.41	3548.835
8	-10	1861.166593	6333.45079	8194.617383	1.898	2.06	2.23	980.852	2843.3	45.24	3778.913
8.5	-10.5	2040.011633	6494.795449	8534.807081	1.898	2.06	2.23	1075.105	2915.733	48.07	3942.772
9	-11	2223.354999	6559.645461	8783.00046	1.898	2.06	2.23	1171.729	2944.846	50.89	4065.681
9.5	-11.5	2411.197372	6559.645461	8970.842832	1.898	2.06	2.23	1270.723	2944.846	53.72	4161.848
10	-12	2603.538497	6559.645461	9163.183958	1.898	2.06	2.23	1372.089	2944.846	56.55	4260.387
10.5	-12.5	2800.375908	6559.645461	9360.021369	1.898	2.06	2.23	1475.824	2944.846	59.38	4361.294
11	-13	2961.980878	3650.759371	6612.740249	1.898	2.06	2.23	1560.991	1638.949	62.20	3137.737
11.5	-13.5	3127.194799	3731.431701	6858.6265	1.898	2.06	2.23	1648.061	1675.166	65.03	3258.195
12	-14	3296.019342	3812.10403	7108.123373	1.898	2.06	2.23	1737.033	1711.382	67.86	3380.556
12.5	-14.5	3510.854089	6559.645461	10070.49955	1.898	2.06	2.23	1850.252	2944.846	70.69	4724.413
13	-15	3730.188047	6559.645461	10289.83351	1.898	2.06	2.23	1965.844	2944.846	73.51	4837.177
13.5	-15.5	3954.020467	6559.645461	10513.66593	1.898	2.06	2.23	2083.805	2944.846	76.34	4952.311
14	-16	4182.351973	6559.645461	10741.99743	1.898	2.06	2.23	2204.138	2944.846	79.17	5069.816
14.5	-16.5	4415.182424	6559.645461	10974.82788	1.898	2.06	2.23	2326.842	2944.846	82.00	5189.693
15	-17	4652.510736	6559.645461	11212.1562	1.898	2.06	2.23	2451.916	2944.846	84.82	5311.94
15.5	-17.5	4894.339343	6559.645461	11453.9848	1.898	2.06	2.23	2579.362	2944.846	87.65	5436.558
16	-18	5140.665648	6559.645461	11700.31111	1.898	2.06	2.23	2709.178	2944.846	90.48	5563.547
16.5	-18.5	5391.491913	6559.645461	11951.13737	1.898	2.06	2.23	2841.366	2944.846	93.31	5692.907
17	-19	5646.816182	6559.645461	12206.46164	1.898	2.06	2.23	2975.924	2944.846	96.13	5824.638
17.5	-19.5	5906.63842	6559.645461	12466.28388	1.898	2.06	2.23	3112.853	2944.846	98.96	5958.739
18	-20	6170.960136	6559.645461	12730.6056	1.898	2.06	2.23	3252.153	2944.846	101.79	6095.212
18.5	-20.5	6439.780318	6559.645461	12999.42578	1.898	2.06	2.23	3393.824	2944.846	104.62	6234.055
19	-21	6713.098741	6559.645461	13272.7442	1.898	2.06	2.23	3537.865	2944.846	107.44	6375.269
19.5	-21.5	6990.91695	6559.645461	13550.56241	1.898	2.06	2.23	3684.278	2944.846	110.27	6518.854
20	-22	7272.697504	6559.645461	13832.34296	1.898	2.06	2.23	3832.779	2944.846	113.10	6664.528

APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	46 di 80

Depth From Pile Head (m)	Elevation (m)	Skin Friction Capacity (kN)	End Bearing Capacity (kN)	Ultimate Capacity (kN)	FSL,c	FSL,t	FSB	TRAZIONE		
								QI/FS (kN)	Wp (kN)	Qd,t (kN)
0	-2	0	0	0	1.898	2.06	2.23	0	0	0
0.5	-2.5	98.96016859	1526.81403	1625.774198	1.898	2.06	2.23	47.98069	14.13717	62.11785
1	-3	197.9203174	1526.81403	1724.734347	1.898	2.06	2.23	95.96137	28.27433	124.2357
1.5	-3.5	296.8805058	1526.81403	1823.694535	1.898	2.06	2.23	143.9421	42.4115	186.3536
2	-4	395.8404368	1526.81403	1922.654466	1.898	2.06	2.23	191.9226	56.54867	248.4713
2.5	-4.5	494.800645	1526.81403	2021.614675	1.898	2.06	2.23	239.9033	70.68583	310.5892
3	-5	593.7607938	1526.81403	2120.574823	1.898	2.06	2.23	287.884	84.823	372.707
3.5	-5.5	692.7209822	1526.81403	2219.535012	1.898	2.06	2.23	335.8647	98.96017	434.8249
4	-6	791.6807945	1526.81403	2318.494824	1.898	2.06	2.23	383.8452	113.0973	496.9426
4.5	-6.5	890.6409235	1526.81403	2417.454953	1.898	2.06	2.23	431.8259	127.2345	559.0604
5	-7	989.6010921	1526.81403	2516.415122	1.898	2.06	2.23	479.8066	141.3717	621.1783
5.5	-7.5	1088.561261	1526.81403	2615.37529	1.898	2.06	2.23	527.7873	155.5088	683.2961
6	-8	1202.612478	5066.760632	6269.37311	1.898	2.06	2.23	583.0848	169.646	752.7308
6.5	-8.5	1324.021621	5383.433171	6707.454793	1.898	2.06	2.23	641.9499	183.7832	825.733
7	-9	1452.789167	5700.105711	7152.894877	1.898	2.06	2.23	704.3826	197.9203	902.303
7.5	-9.5	1588.915273	6016.77825	7605.693523	1.898	2.06	2.23	770.3832	212.0575	982.4407
8	-10	1732.399038	6333.45079	8065.849828	1.898	2.06	2.23	839.951	226.1947	1066.146
8.5	-10.5	1881.436571	6494.795449	8376.232019	1.898	2.06	2.23	912.2117	240.3318	1152.544
9	-11	2034.222709	6559.645461	8593.86817	1.898	2.06	2.23	986.2898	254.469	1240.759
9.5	-11.5	2190.75802	6559.645461	8750.403481	1.898	2.06	2.23	1062.186	268.6062	1330.792
10	-12	2351.042291	6559.645461	8910.687752	1.898	2.06	2.23	1139.899	277.0885	1416.988
10.5	-12.5	2515.073467	6559.645461	9074.718927	1.898	2.06	2.23	1219.43	285.5708	1505
11	-13	2648.902587	3650.759371	6299.661958	1.898	2.06	2.23	1284.316	294.0531	1578.369
11.5	-13.5	2785.720365	3731.431701	6517.152066	1.898	2.06	2.23	1350.652	302.5354	1653.188
12	-14	2925.52819	3812.10403	6737.63222	1.898	2.06	2.23	1418.438	311.0177	1729.456
12.5	-14.5	3104.557146	6559.645461	9664.202607	1.898	2.06	2.23	1505.24	319.5	1824.74
13	-15	3287.335443	6559.645461	9846.980904	1.898	2.06	2.23	1593.86	327.9823	1921.842
13.5	-15.5	3473.862461	6559.645461	10033.50792	1.898	2.06	2.23	1684.297	336.4646	2020.762
14	-16	3664.138715	6559.645461	10223.78418	1.898	2.06	2.23	1776.552	344.9469	2121.499
14.5	-16.5	3858.164091	6559.645461	10417.80955	1.898	2.06	2.23	1870.625	353.4292	2224.054
15	-17	4055.937684	6559.645461	10615.58314	1.898	2.06	2.23	1966.515	361.9115	2328.427
15.5	-17.5	4257.461524	6559.645461	10817.10698	1.898	2.06	2.23	2064.224	370.3938	2434.618
16	-18	4462.733444	6559.645461	11022.37891	1.898	2.06	2.23	2163.75	378.8761	2542.626
16.5	-18.5	4671.755332	6559.645461	11231.40079	1.898	2.06	2.23	2265.093	387.3584	2652.452
17	-19	4884.525557	6559.645461	11444.17102	1.898	2.06	2.23	2368.255	395.8407	2764.095
17.5	-19.5	5101.044088	6559.645461	11660.68955	1.898	2.06	2.23	2473.233	404.323	2877.556
18	-20	5321.312185	6559.645461	11880.95765	1.898	2.06	2.23	2580.03	412.8053	2992.835
18.5	-20.5	5545.329003	6559.645461	12104.97446	1.898	2.06	2.23	2688.644	421.2876	3109.932
19	-21	5773.094355	6559.645461	12332.73982	1.898	2.06	2.23	2799.076	429.7699	3228.846
19.5	-21.5	6004.60953	6559.645461	12564.25499	1.898	2.06	2.23	2911.326	438.2522	3349.578
20	-22	6239.87336	6559.645461	12799.51882	1.898	2.06	2.23	3025.393	446.7345	3472.128

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SWS Engineering S.p.A.</b> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865</b> Relazione di calcolo spalle	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IV.03.0.0.002</td> <td>C</td> <td>47 di 80</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	47 di 80
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	47 di 80								



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV.03.0.0.002	REV. C	FOGLIO 48 di 80

## Capacità portante orizzontale (Broms)

Si riporta la verifica di capacità portante orizzontale del palo utilizzando la teoria di Broms, estesa per tenere conto della reale stratigrafia del terreno di fondazione. La soluzione viene cercata iterativamente imponendo l'equilibrio alla traslazione e alla rotazione del palo intorno alla seconda cerniera plastica (di profondità a priori incognita).

The screenshot shows the Broms solver interface with the following data:

**Pile parameters:**  
Diameter (m): 1.20  
Pile head depth (m): 2.50  
Top plastic hinge (kN\*m): 6.235E3  
Bottom plastic hinge (kN\*m): 6.235E3  
Influence width factor: 3.00

**Distributed load at ground level:**  
Load (kN/m2): 0.000

**Water table depth:**  
Depth (m): 10.00

**Soil layers:**  
Layers number: 3

	gamma (kN/m3)	fi' (deg)	c'/cu (kN/m2)	h (m)
Layer 1	20.000	35.000	0.000	2.000
Layer 2	20.000	0.000	150.000	5.500
Layer 3	20.000	38.000	0.000	5.000

**Broms bearing capacity results:**  
Computation succeeded  
+ Horizontal bearing capacity of the pile: 3855.548kN  
+ Plastic hinges distance: 5.241m  
+ Nonlinear iterative solution norm: 0.013E-09

**Layers results:**  
+ Layer 1: Hl=0.000 zgl=0.000  
+ Layer 2: Hl=3300.000 zgl=5.417  
+ Layer 3: Hl=555.548 zgl=7.621

L'azione di progetto in testa palo viene incrementata del 25% per tenere conto dell'effetto gruppo in direzione orizzontale (efficienza palificata 0.8), come da esplicita richiesta della committenza.

<b>n° verticali indagate</b>	<b>2.00</b>	
$\xi_3$	1.65	R3
$\gamma\tau$	1.30	R3
<b>Capacità portante orizzontale ultima <math>H_u</math></b>	<b>3885</b>	<b>kN</b>
<b>Capacità portante orizzontale di calcolo <math>H_d</math></b>	<b>1811.19</b>	<b>kN</b>
<b>Taglio agente in testa palo</b>	<b>1250.00</b>	
<b>Taglio agente in testa palo con effetto gruppo</b>	<b>1562.500</b>	<b>kN</b>
<b>Coeff. sicurezza</b>	<b>1.159</b>	<b>kN</b>

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	49 di 80
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle							

## 5.29 Verifica SLU platea di fondazione – unghia anteriore

### Armatura corrente longitudinale

Diametro barre armatura inferiore	26	mm
Passo armatura inferiore	20	cm
Copriferro armatura inferiore	5	cm
Diametro barre armatura superiore	26	mm
Passo armatura superiore	20	cm
Copriferro armatura superiore	5	cm

### Armatura corrente trasversale

Diametro barre armatura inferiore	26	mm
Passo armatura inferiore	20	cm
Copriferro armatura inferiore	5	cm
Diametro barre armatura superiore	26	mm
Passo armatura superiore	20	cm
Copriferro armatura superiore	5	cm

## Pressoflessione

	N	Traz.
Esercizio	0.00	498.03
Sisma	0.00	736.14

Traz. U	C.s. $\eta$	Meccanismo resistente
1038.77	2.09	Biella - catena
1038.77	1.41	Biella - catena

APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865						FOGLIO
Relazione di calcolo spalle						C 50 di 80

### 5.30 Verifica SLU platea di fondazione – unghia posteriore

#### Pressoflessione incastro muro frontale

		N	M	$M_u$	C.s. $\eta$
Esercizio	$M_{max}$	0.00	-82.04	1460.92	17.81
	$M_{min}$	0.00	-230.77	1460.92	6.33
Sisma	$M_{max}$	0.00	-157.63	1460.92	9.27
	$M_{min}$	0.00	-655.00	1460.92	2.23

#### Pressoflessione incastro muro risvolto

		N	M	$M_u$	C.s. $\eta$
Esercizio	$M_{max}$	0.00	84.17	1460.92	17.36
	$M_{min}$	0.00	-99.41	1460.92	14.70
Sisma	$M_{max}$	0.00	-44.07	1460.92	33.15
	$M_{min}$	0.00	-472.37	1460.92	3.09

#### Pressoflessione centro piastra ferri longitudinali

		N	M	$M_u$	C.s. $\eta$
Esercizio	$M_{max}$	0.00	168.64	1460.92	8.66
	$M_{min}$	0.00	-38.54	1460.92	37.91
Sisma	$M_{max}$	0.00	192.65	1460.92	7.58
	$M_{min}$	0.00	-169.70	1460.92	8.61

#### Pressoflessione centro piastra ferri trasversali

		N	M	$M_u$	C.s. $\eta$
Esercizio	$M_{max}$	0.00	28.46	1460.92	51.34
	$M_{min}$	0.00	-38.54	1460.92	37.91
Sisma	$M_{max}$	0.00	192.65	1460.92	7.58
	$M_{min}$	0.00	-0.82	1460.92	1773.41

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865</b> Relazione di calcolo spalle	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IV.03.0.0.002</td> <td>C</td> <td>51 di 80</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	51 di 80
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	51 di 80								

## Punzonamento

	Palo	V	V <sub>Rd,c</sub>	C.s. $\eta$
Esercizio	13	2845.86	7452.78	2.62
Sisma	13	1878.32	7452.78	3.97

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario:	Mandante:					
<b>SYSTRA S.A.</b>	<b>SWS Engineering S.p.A.</b>	<b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>				
<b>IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865</b>						
Relazione di calcolo spalle						
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	52 di 80

### 5.31 Combinazioni SLE tensionali al baricentro palificata

Combinazioni rare					
COMB.	N	H <sub>i</sub>	H <sub>t</sub>	M <sub>i</sub>	M <sub>t</sub>
1	28185.88	3453.63	107.40	8122.66	4726.31
2	26702.99	3052.11	179.00	8156.62	4717.10
3	27635.88	3453.63	107.40	9332.66	5950.31
4	26290.49	3052.11	179.00	9064.12	5635.10
5	26702.99	3452.61	107.40	5693.55	4027.56
6	24639.31	2784.42	179.00	10544.45	2620.85
7	26290.49	3452.61	107.40	6601.05	4945.56
8	24639.31	2784.42	179.00	10544.45	2620.85
9	26702.99	3052.11	107.40	8156.62	4027.56
10	24639.31	2784.42	179.00	10544.45	2620.85
11	26290.49	3052.11	107.40	9064.12	4945.56
12	24639.31	2784.42	179.00	10544.45	2620.85
13	24639.31	2784.42	87.00	10544.45	1641.05

Combinazioni quasi permanenti					
COMB.	N	H <sub>i</sub>	H <sub>t</sub>	M <sub>i</sub>	M <sub>t</sub>
1	24625.51	2784.42	0.00	10574.81	897.00

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle						FOGLIO 53 di 80

### 5.32 Sollecitazioni SLE tensionali sui pali di fondazione

Combinazioni rare			
COMB.	N <sub>max</sub>	N <sub>min</sub>	V <sub>max</sub>
1	2192.21	1565.91	230.35
2	2094.13	1466.27	203.82
3	2211.82	1472.96	230.35
4	2108.83	1396.56	203.82
5	2012.94	1547.46	230.29
6	1984.06	1301.19	186.01
7	2027.65	1477.75	230.29
8	1984.06	1301.19	186.01
9	2081.36	1479.04	203.60
10	1984.06	1301.19	186.01
11	2096.07	1409.33	203.60
12	1984.06	1301.19	186.01
13	1965.91	1319.33	185.72

Combinazioni quasi permanenti			
COMB.	N <sub>max</sub>	N <sub>min</sub>	V <sub>max</sub>
1	1952.06	1331.35	185.63

	Sintesi	
	Rare	Q. perm.
N <sub>max</sub>	2211.82	1952.06
N <sub>min</sub>	1301.19	1331.35
V <sub>max</sub>	230.35	185.63

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865						FOGLIO
Relazione di calcolo spalle						54 di 80

### 5.33 Verifica SLE tensionale palo

	comb. rare	14.94
Tensione ammissibile cls	comb. q. perm.	11.21
	Tensione ammissibile acciaio	360.00

### Pressoflessione

Condizione $M_{max}$		
	Rare	Q. perm.
$V_{max}$	230.35	185.63
$M_{max}$	459.82	370.54
$N_{max}(M_{max})$	2211.82	1952.06
$N_{min}(M_{max})$	1472.96	1331.35

Condizione $N_{min}$		
	Rare	Q. perm.
$V_{max}(N_{min})$	230.35	185.63
$M_{max}(N_{min})$	459.82	370.54
$N_{min}$	2211.82	1952.06

Diametro barre	30	mm
n° barre	36	
Copriferro	9.1	cm

		N	M	C.s. min $\eta$
Comb. rare	$N_{max}(M_{max})$	2211.82	459.82	5.68
	$N_{min}(M_{max})$	1472.96	459.82	6.73
	$N_{min}$	1301.19	371.31	8.08
Comb. q. perm.	$N_{max}(M_{max})$	1952.06	370.54	5.03
	$N_{min}(M_{max})$	1331.35	370.54	6.02
	$N_{min}$	1331.35	370.54	6.02

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	55 di 80	

## 5.34 Verifica geotecnica SLE palo

### Capacità portante verticale

Per la lunghezza di progetto dei pali, L=20m, risulta:

- Compressione SLE:  $N_{max} = 2211kN < Q_{II}/1.25 = 5818kN$

Qp (m) =	2.0	quota testa palo da piano campagna (+ verso il basso)
Qf (m) =	10.0	quota falda da piano campagna (+ verso il basso)
Dp (m) =	1.2	di diametro del palo
Ap (m <sup>2</sup> ) =	1.13	area del palo
γp (kN/m <sup>3</sup> ) =	25.00	peso specifico del palo
γp_c (kN/m <sup>3</sup> ) =	5.00	peso specifico del palo per verifica a compressione (peso specifico del palo - peso specifico medio del terreno)
γp_t (kN/m <sup>3</sup> ) =	15.00	peso specifico del palo per verifica a trazione (peso specifico del palo - peso specifico dell'acqua)
FSL_c =	1.9	fattore di sicurezza per resistenza laterale a compressione
FSL_t =	2.1	fattore di sicurezza per resistenza laterale a trazione
FSB =	2.2	fattore di sicurezza per capacità portante di base

Depth From Pile Head (m)	Elevation (m)	Skin Friction Capacity (kN)	End Bearing Capacity (kN)	Ultimate Capacity (kN)	FSL_c	FSL_t	FSB	COMPRESSIONE			
								QI/FS (kN)Qb/FS (kN)	Wp (kN)	Qd.c (kN)	
0	-2	0	0	0	1.898	2.06	2.23	0	0	0	0
0.5	-2.5	98.96016859	1526.81403	1625.774198	1.898	2.06	2.23	52.15292	685.4384	2.83	734.76
1	-3	197.9203174	1526.81403	1724.734347	1.898	2.06	2.23	104.3058	685.4384	5.65	784.0894
1.5	-3.5	296.8805058	1526.81403	1823.694535	1.898	2.06	2.23	156.4588	685.4384	8.48	833.4149
2	-4	395.8404368	1526.81403	1922.654466	1.898	2.06	2.23	208.6116	685.4384	11.31	882.74
2.5	-4.5	494.800645	1526.81403	2021.614675	1.898	2.06	2.23	260.7645	685.4384	14.14	932.0657
3	-5	593.7607938	1526.81403	2120.574823	1.898	2.06	2.23	312.9174	685.4384	16.96	981.3912
3.5	-5.5	692.7209822	1526.81403	2219.535012	1.898	2.06	2.23	365.0703	685.4384	19.79	1030.717
4	-6	791.6807945	1526.81403	2318.494824	1.898	2.06	2.23	417.2231	685.4384	22.62	1080.042
4.5	-6.5	890.6409235	1526.81403	2417.454953	1.898	2.06	2.23	469.376	685.4384	25.45	1129.367
5	-7	989.6010921	1526.81403	2516.415122	1.898	2.06	2.23	521.5289	685.4384	28.27	1178.693
5.5	-7.5	1088.561261	1526.81403	2615.37529	1.898	2.06	2.23	573.6818	685.4384	31.10	1228.018
6	-8	1225.422722	5066.760632	6292.183354	1.898	2.06	2.23	645.8091	2274.64	33.93	2286.52
6.5	-8.5	1371.113693	5383.433171	6754.546865	1.898	2.06	2.23	722.5896	2416.805	36.76	3102.638
7	-9	1525.634748	5700.105711	7225.740459	1.898	2.06	2.23	804.0236	2558.97	39.58	3323.41
7.5	-9.5	1688.986075	6016.77825	7705.764326	1.898	2.06	2.23	890.1112	2701.135	42.41	3548.835
8	-10	1861.166593	6333.45079	8194.617383	1.898	2.06	2.23	980.852	2843.3	45.24	3778.913
8.5	-10.5	2040.011633	6494.795449	8534.807081	1.898	2.06	2.23	1075.105	2915.733	48.07	3942.772
9	-11	2223.354999	6559.645461	8783.00046	1.898	2.06	2.23	1171.729	2944.846	50.89	4065.681
9.5	-11.5	2411.197372	6559.645461	8970.842832	1.898	2.06	2.23	1270.723	2944.846	53.72	4161.848
10	-12	2603.538497	6559.645461	9163.183958	1.898	2.06	2.23	1372.089	2944.846	56.55	4260.387
10.5	-12.5	2800.375908	6559.645461	9360.021369	1.898	2.06	2.23	1475.824	2944.846	59.38	4361.294
11	-13	2961.980878	3650.759371	6612.740249	1.898	2.06	2.23	1560.991	1638.949	62.20	3137.737
11.5	-13.5	3127.194799	3731.431701	6858.6265	1.898	2.06	2.23	1648.061	1675.166	65.03	3258.195
12	-14	3296.019342	3812.10403	7108.123373	1.898	2.06	2.23	1737.033	1711.382	67.86	3380.556
12.5	-14.5	3510.854089	6559.645461	10070.49955	1.898	2.06	2.23	1850.252	2944.846	70.69	4724.413
13	-15	3730.188047	6559.645461	10289.83351	1.898	2.06	2.23	1965.844	2944.846	73.51	4837.177
13.5	-15.5	3954.020467	6559.645461	10513.66593	1.898	2.06	2.23	2083.805	2944.846	76.34	4952.311
14	-16	4182.351973	6559.645461	10741.99743	1.898	2.06	2.23	2204.138	2944.846	79.17	5069.816
14.5	-16.5	4415.182424	6559.645461	10974.82788	1.898	2.06	2.23	2326.842	2944.846	82.00	5189.693
15	-17	4652.510736	6559.645461	11212.1562	1.898	2.06	2.23	2451.916	2944.846	84.82	5311.94
15.5	-17.5	4894.339343	6559.645461	11453.9848	1.898	2.06	2.23	2579.362	2944.846	87.65	5436.558
16	-18	5140.665648	6559.645461	11700.31111	1.898	2.06	2.23	2709.178	2944.846	90.48	5563.547
16.5	-18.5	5391.491913	6559.645461	11951.13737	1.898	2.06	2.23	2841.366	2944.846	93.31	5692.907
17	-19	5646.816182	6559.645461	12206.46164	1.898	2.06	2.23	2975.924	2944.846	96.13	5824.638
17.5	-19.5	5906.63842	6559.645461	12466.28388	1.898	2.06	2.23	3112.853	2944.846	98.96	5958.739
18	-20	6170.960136	6559.645461	12730.6056	1.898	2.06	2.23	3252.153	2944.846	101.79	6095.212
18.5	-20.5	6439.780318	6559.645461	12999.42578	1.898	2.06	2.23	3393.824	2944.846	104.62	6234.055
19	-21	6713.098741	6559.645461	13272.7442	1.898	2.06	2.23	3537.865	2944.846	107.44	6375.269
19.5	-21.5	6990.91695	6559.645461	13550.56241	1.898	2.06	2.23	3684.278	2944.846	110.27	6518.854
20	-22	7272.697504	6559.645461	13832.34296	1.898	2.06	2.23	3832.779	2944.846	113.10	6664.528

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV.03.0.0.002	REV. C	FOGLIO 56 di 80

### 5.35 Verifica SLE tensionali platea di fondazione – unghia anteriore

	comb. rare	17.43
<b>Tensione ammissibile cls</b>	comb. q. perm.	13.07

**Tensione ammissibile acciaio** 360.00

#### Armatura corrente longitudinale

Diametro barre armatura inferiore	26	mm
Passo armatura inferiore	20	cm
Copriferro armatura inferiore	5	cm
Diametro barre armatura superiore	26	mm
Passo armatura superiore	20	cm
Copriferro armatura superiore	5	cm

#### Armatura corrente trasversale

Diametro barre armatura inferiore	26	mm
Passo armatura inferiore	20	cm
Copriferro armatura inferiore	5	cm
Diametro barre armatura superiore	26	mm
Passo armatura superiore	20	cm
Copriferro armatura superiore	5	cm

### Pressoflessione

Diametro barre armatura inferiore aggiuntiva	0	mm
Passo armatura inferiore aggiuntiva	0	cm

	N	Traz
<b>Comb. rare</b>	0.00	357.24
<b>Comb. q. perm.</b>	0.00	280.00

Cls		Acciaio	
$\sigma_{max}$	$\sigma_{min}$	$\sigma_{max}$	C.s. min $\eta$
--	--	134.57	2.68
--	--	105.48	3.41

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865						FOGLIO
Relazione di calcolo spalle						C 57 di 80

### 5.36 Verifica SLE tensionali platea di fondazione – unghia posteriore

Tensione ammissibile cls	comb. rare	17.43
	comb. q. perm.	13.07
Tensione ammissibile acciaio		360.00

#### Pressoflessione incastro muro frontale

		N	M
Comb. rare	M <sub>max</sub>	0.00	-79.89
	M <sub>min</sub>	0.00	-172.14
Comb. q. perm.	M <sub>max</sub>	0.00	-79.92
	M <sub>min</sub>	0.00	-79.92

Cls		Acciaio	
σ <sub>max</sub>	σ <sub>min</sub>	σ <sub>max</sub>	C.s. min η
0.34	0.00	22.03	16.34
0.74	0.00	47.46	7.59
0.34	0.00	22.03	16.34
0.34	0.00	22.03	16.34

#### Pressoflessione incastro muro risolto

		N	M
Comb. rare	M <sub>max</sub>	0.00	61.18
	M <sub>min</sub>	0.00	-74.23
Comb. q. perm.	M <sub>max</sub>	0.00	61.15
	M <sub>min</sub>	0.00	-41.78

Cls		Acciaio	
σ <sub>max</sub>	σ <sub>min</sub>	σ <sub>max</sub>	C.s. min η
0.26	0.00	16.87	21.34
0.32	0.00	20.47	17.59
0.26	0.00	16.86	21.35
0.18	0.00	11.52	31.25

#### Pressoflessione centro piastra ferri longitudinali

		N	M
Comb. rare	M <sub>max</sub>	0.00	124.72
	M <sub>min</sub>	0.00	-28.06
Comb. q. perm.	M <sub>max</sub>	0.00	114.65
	M <sub>min</sub>	0.00	-28.05

Cls		Acciaio	
σ <sub>max</sub>	σ <sub>min</sub>	σ <sub>max</sub>	C.s. min η
0.54	0.00	34.39	10.47
0.12	0.00	7.74	46.53
0.49	0.00	31.61	11.39
0.12	0.00	7.73	46.55

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	58 di 80

### Pressoflessione centro piastra ferri trasversali

		N	M
<b>Comb. rare</b>	$M_{max}$	0.00	21.30
	$M_{min}$	0.00	-28.06
<b>Comb. q. perm.</b>	$M_{max}$	0.00	14.38
	$M_{min}$	0.00	-28.05

Cls		Acciaio	C.s. min $\eta$
$\sigma_{max}$	$\sigma_{min}$	$\sigma_{max}$	
0.09	0.00	5.87	61.29
0.12	0.00	7.74	46.53
0.06	0.00	3.96	90.81
0.12	0.00	7.73	46.55

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865 Relazione di calcolo spalle		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C 59 di 80

### 5.37 Combinazioni SLE fessurazione al baricentro palificata

Combinazioni frequenti					
COMB.	N	H <sub>l</sub>	H <sub>t</sub>	M <sub>l</sub>	M <sub>t</sub>
1	26689.19	3052.11	0.00	8186.98	2993.25
2	26276.69	3052.11	0.00	9094.48	3911.25
3	24625.51	2784.42	0.00	10574.81	897.00
4	24625.51	2784.42	0.00	10574.81	897.00
5	24625.51	2784.42	0.00	10574.81	897.00
6	24625.51	2784.42	0.00	10574.81	897.00
7	24625.51	2784.42	17.40	10574.81	1045.81

Combinazioni quasi permanenti					
COMB.	N	H <sub>l</sub>	H <sub>t</sub>	M <sub>l</sub>	M <sub>t</sub>
1	24625.51	2784.42	0.00	10574.81	897.00

### 5.38 Sollecitazioni SLE fessurazione sui pali di fondazione

Combinazioni frequenti			
COMB.	N <sub>max</sub>	N <sub>min</sub>	V <sub>max</sub>
1	2062.13	1496.43	203.47
2	2076.83	1426.72	203.47
3	1952.06	1331.35	185.63
4	1952.06	1331.35	185.63
5	1952.06	1331.35	185.63
6	1952.06	1331.35	185.63
7	1954.81	1328.59	185.63

Combinazioni quasi permanenti			
COMB.	N <sub>max</sub>	N <sub>min</sub>	V <sub>max</sub>
1	1952.06	1331.35	185.63

Sintesi		
	Frequenti	Q. perm.
N <sub>max</sub>	203.47	185.63
N <sub>min</sub>	406.17	370.54
V <sub>max</sub>	1426.72	1331.35

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	60 di 80
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865							
Relazione di calcolo spalle							

### 5.39 Verifica SLE fessurazione palo

#### Fessurazione

#### Condizione $M_{max}$

	Frequenti	Q. perm.
$V_{max}$	371.45	339.14
$M_{max}$	846.28	772.66
$N_{min}(M_{max})$	1629.32	1510.78

#### Condizione $N_{min}$

	Frequenti	Q. perm.
$V_{max}(N_{min})$	339.14	339.14
$M_{max}(N_{min})$	772.67	772.66
$N_{min}$	1507.91	1510.78

Diametro barre 30 mm  
n° barre 36  
Copriferro 9.1 cm

		N	M
<b>Comb. frequenti</b>	$M_{max}$	1426.72	406.17
	$N_{min}$	1328.59	370.55
<b>Comb. q. perm.</b>	$M_{max}$	1331.35	370.54
	$N_{min}$	1331.35	370.54

$w_d$	$w_{d,lim}$		Verificato
0.00	$w_d =$	0.20	Si
0.00	$w_d =$	0.20	Si
0.00	$w_d =$	0.20	Si
0.00	$w_d =$	0.20	Si

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	61 di 80
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865							
Relazione di calcolo spalle							

#### 5.40 Verifica SLE fessurazione platea di fondazione – unghia anteriore

##### Armatura corrente longitudinale

Diametro barre armatura inferiore	26	mm
Passo armatura inferiore	20	cm
Copriferro armatura inferiore	5	cm
Diametro barre armatura superiore	26	mm
Passo armatura superiore	20	cm
Copriferro armatura superiore	5	cm

##### Armatura corrente trasversale

Diametro barre armatura inferiore	26	mm
Passo armatura inferiore	20	cm
Copriferro armatura inferiore	5	cm
Diametro barre armatura superiore	26	mm
Passo armatura superiore	20	cm
Copriferro armatura superiore	5	cm

#### Fessurazione

	N	M
Comb. frequenti	0.00	0.00
Comb. q. perm.	0.00	0.00

w <sub>d</sub>	w <sub>d,lim</sub>		Verificato
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Sì
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Sì

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865						FOGLIO
Relazione di calcolo spalle					C	62 di 80

#### 5.41 Verifica SLE fessurazione platea di fondazione – unghia posteriore

##### Fessurazione incastro muro frontale

		N	M
<b>Comb. frequenti</b>	<b>M<sub>max</sub></b>	0.00	-79.92
	<b>M<sub>min</sub></b>	0.00	-116.89
<b>Comb. q. perm.</b>	<b>M<sub>max</sub></b>	0.00	-79.92
	<b>M<sub>min</sub></b>	0.00	-79.92

<b>w<sub>d</sub></b>	<b>w<sub>d,lim</sub></b>		<b>Verificato</b>
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si

##### Fessurazione incastro muro risvolto

		N	M
<b>Comb. frequenti</b>	<b>M<sub>max</sub></b>	0.00	61.15
	<b>M<sub>min</sub></b>	0.00	-47.81
<b>Comb. q. perm.</b>	<b>M<sub>max</sub></b>	0.00	61.15
	<b>M<sub>min</sub></b>	0.00	-41.78

<b>w<sub>d</sub></b>	<b>w<sub>d,lim</sub></b>		<b>Verificato</b>
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si

##### Fessurazione centro piastra ferri longitudinali

		N	M
<b>Comb. frequenti</b>	<b>M<sub>max</sub></b>	0.00	118.89
	<b>M<sub>min</sub></b>	0.00	-28.05
<b>Comb. q. perm.</b>	<b>M<sub>max</sub></b>	0.00	114.65
	<b>M<sub>min</sub></b>	0.00	-28.05

<b>w<sub>d</sub></b>	<b>w<sub>d,lim</sub></b>		<b>Verificato</b>
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si

##### Fessurazione centro piastra ferri trasversali

		N	M
<b>Comb. frequenti</b>	<b>M<sub>max</sub></b>	0.00	14.81
	<b>M<sub>min</sub></b>	0.00	-28.05
<b>Comb. q. perm.</b>	<b>M<sub>max</sub></b>	0.00	14.38
	<b>M<sub>min</sub></b>	0.00	-28.05

<b>w<sub>d</sub></b>	<b>w<sub>d,lim</sub></b>		<b>Verificato</b>
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si

APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					FOGLIO
Relazione di calcolo spalle						63 di 80

## 5.42 Verifica SLU spiccato muro frontale

### Pressoflessione

Diametro barre armatura controterra	26	mm
Passo armatura controterra	13.33	cm
Copriferro armatura controterra	5	cm
Diametro barre armatura fuori terra	26	mm
Passo armatura fuori terra	20	cm
Copriferro armatura fuori terra	5	cm

Esercizio				
COMB.	N	M <sub>I</sub>	M <sub>u</sub>	C.s. η
1	815.75	-627.74	5238.27	8.34
2	1017.53	-722.70	5495.28	7.60
3	752.42	-513.81	5157.31	10.04
4	954.20	-608.77	5414.76	8.89
5	751.74	-589.34	5156.45	8.75
6	953.52	-684.29	5413.90	7.91
7	704.41	-485.01	5095.86	10.51
8	906.19	-579.96	5353.63	9.23
9	752.42	-730.55	5157.31	7.06
10	954.20	-825.50	5414.76	6.56
11	585.08	-362.79	4942.82	13.62
12	786.86	-457.74	5201.35	11.36
13	704.41	-701.75	5095.86	7.26
14	906.19	-796.70	5353.63	6.72
15	585.08	-362.79	4942.82	13.62
16	786.86	-457.74	5201.35	11.36
17	752.42	-513.81	5157.31	10.04
18	954.20	-608.77	5414.76	8.89
19	585.08	-362.79	4942.82	13.62
20	786.86	-457.74	5201.35	11.36
21	704.41	-485.01	5095.86	10.51
22	906.19	-579.96	5353.63	9.23
23	585.08	-362.79	4942.82	13.62
24	786.86	-457.74	5201.35	11.36
25	585.08	-362.79	4942.82	13.62
26	786.86	-457.74	5201.35	11.36

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865						FOGLIO
Relazione di calcolo spalle						64 di 80

Sisma				
COMB.	N	M <sub>I</sub>	M <sub>u</sub>	C.s. η
1	660.86	-1468.28	5040.08	3.43
2	566.12	-1318.85	4918.45	3.73
3	705.83	-1951.14	5097.69	2.61
4	611.09	-1801.71	4976.20	2.76
5	769.26	-1139.40	5178.85	4.55
6	453.44	-641.30	4773.42	7.44

## Taglio

Diametro staffe	16	mm
Numero braccia staffe	2.5	
Passo staffe	40	cm

Esercizio						
COMB.	N	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	C.s. η
1	815.75	168.96	--	3024	7873	17.90
2	1017.53	206.04	--	3024	7873	14.68
3	752.42	142.29	--	3024	7873	21.25
4	954.20	179.37	--	3024	7873	16.86
5	751.74	168.96	--	3024	7873	17.90
6	953.52	206.04	--	3024	7873	14.68
7	704.41	142.29	--	3024	7873	21.25
8	906.19	179.37	--	3024	7873	16.86
9	752.42	188.90	--	3024	7873	16.01
10	954.20	225.98	--	3024	7873	13.38
11	585.08	124.51	--	3024	7873	24.29
12	786.86	161.59	--	3024	7873	18.71
13	704.41	188.90	--	3024	7873	16.01
14	906.19	225.98	--	3024	7873	13.38
15	585.08	124.51	--	3024	7873	24.29
16	786.86	161.59	--	3024	7873	18.71
17	752.42	142.29	--	3024	7873	21.25
18	954.20	179.37	--	3024	7873	16.86
19	585.08	124.51	--	3024	7873	24.29
20	786.86	161.59	--	3024	7873	18.71
21	704.41	142.29	--	3024	7873	21.25

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865						FOGLIO
Relazione di calcolo spalle						65 di 80

22	906.19	179.37
23	585.08	124.51
24	786.86	161.59
25	585.08	124.51
26	786.86	161.59

--	3024	7873	16.86
--	3024	7873	24.29
--	3024	7873	18.71
--	3024	7873	24.29
--	3024	7873	18.71

Sisma		
COMB.	N	V
1	660.86	346.76
2	566.12	332.61
3	705.83	556.14
4	611.09	542.00
5	769.26	285.71
6	453.44	238.57

V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Red</sub>	C.s. η
--	3024	7873	8.72
--	3024	7873	9.09
--	3024	7873	5.44
--	3024	7873	5.58
--	3024	7873	10.58
--	3024	7873	12.68

APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865						FOGLIO
Relazione di calcolo spalle						C 66 di 80

### 5.43 Verifica SLU spiccato muro paraghiaia

#### Pressoflessione

Diametro barre armatura controterra	24	mm
Passo armatura controterra	20	cm
Copriferro armatura controterra	5	cm
Diametro barre armatura fuori terra	16	mm
Passo armatura fuori terra	20	cm
Copriferro armatura fuori terra	5	cm

Esercizio		
COMB.	N	M <sub>I</sub>
1	98.06	-160.93
2	110.65	-164.30

M <sub>u</sub>	C.s. η
394.45	2.45
397.01	2.42

Sisma		
COMB.	N	M <sub>I</sub>
1	46.43	-53.67
2	23.84	-63.98

M <sub>u</sub>	C.s. η
383.87	7.15
379.22	5.93

#### Taglio

Diametro staffe	12	mm
Numero braccia staffe	2.5	
Passo staffe	40	cm

Esercizio			V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	C.s. η
COMB.	N	V				
1	98.06	83.01	--	280.05	1280.83	3.37
2	110.65	87.55	--	280.05	1280.83	3.20

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865</b> Relazione di calcolo spalle	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IV.03.0.0.002</td> <td>C</td> <td>67 di 80</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	67 di 80
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	67 di 80								

Sisma			$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Red}$	$C.s. \eta$
COMB.	N	V	--	280.05	1280.83	5.62
1	46.43	49.87	--	280.05	1280.83	5.14
2	23.84	54.44				

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865						
Relazione di calcolo spalle						FOGLIO 68 di 80

#### 5.44 Verifica SLE tensionali spiccato muro frontale

	comb. rare	19.92
<b>Tensione ammissibile cls</b>	comb. q. perm.	14.94
<b>Tensione ammissibile acciaio</b>		360.00

#### Pressoflessione

Diametro barre armatura controterra	26	mm
Passo armatura controterra	20	cm
Copriferro armatura controterra	5	cm
Diametro barre armatura fuori terra	26	mm
Passo armatura fuori terra	20	cm
Copriferro armatura fuori terra	5	cm

Comb. rare		
COMB.	N	M <sub>I</sub>
1	754.52	-543.80
2	707.61	-459.41
3	707.10	-515.35
4	672.05	-438.07
5	707.61	-619.96
6	583.65	-347.54
7	672.05	-598.62
8	583.65	-347.54
9	707.61	-459.41
10	583.65	-347.54
11	672.05	-438.07
12	583.65	-347.54
13	583.65	-347.54

Cls		Acciaio	C.s. min η
σ <sub>max</sub>	σ <sub>min</sub>	σ <sub>max</sub>	
0.67	0.00	2.58	29.55
0.58	0.00	1.40	34.19
0.64	0.00	2.55	31.24
0.56	0.00	1.36	35.89
0.76	0.00	5.60	26.22
0.45	0.00	0.65	43.98
0.73	0.00	5.68	27.13
0.45	0.00	0.65	43.98
0.58	0.00	1.40	34.19
0.45	0.00	0.65	43.98
0.56	0.00	1.36	35.89
0.45	0.00	0.65	43.98
0.45	0.00	0.65	43.98

Comb. quasi permanenti		
COMB.	N	M <sub>I</sub>
1	582.46	-346.83

Cls		Acciaio	C.s. min η
σ <sub>max</sub>	σ <sub>min</sub>	σ <sub>max</sub>	
0.45	0.00	0.65	44.07

APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865						FOGLIO
Relazione di calcolo spalle						C 69 di 80

#### 5.45 Verifica SLE tensionali spiccato muro paraghiaia

	comb. rare	19.92
<b>Tensione ammissibile cls</b>	comb. q. perm.	14.94
	<b>Tensione ammissibile acciaio</b>	360.00

#### Pressoflessione

Diametro barre armatura controterra	24	mm
Passo armatura controterra	20	cm
Copriferro armatura controterra	5	cm
Diametro barre armatura fuori terra	16	mm
Passo armatura fuori terra	20	cm
Copriferro armatura fuori terra	5	cm

Comb. rare		
COMB.	N	M <sub>I</sub>
1	83.01	-137.63

Cls		Acciaio	
$\sigma_{max}$	$\sigma_{min}$	$\sigma_{max}$	C.s. min $\eta$
4.51	0.00	133.90	2.69

Comb. quasi permanenti		
COMB.	N	M <sub>I</sub>
1	35.96	-9.61

Cls		Acciaio	
$\sigma_{max}$	$\sigma_{min}$	$\sigma_{max}$	C.s. min $\eta$
0.34	0.00	4.15	59.44

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	70 di 80
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865							
Relazione di calcolo spalle							

## 5.46 Verifica SLE fessurazione spiccato muro frontale

### Fessurazione

Diametro barre armatura controterra	26	mm
Passo armatura controterra	20	cm
Copriferro armatura controterra	5	cm
Diametro barre armatura fuori terra	26	mm
Passo armatura fuori terra	20	cm
Copriferro armatura fuori terra	5	cm

Comb. frequenti		
COMB.	N	M <sub>I</sub>
1	706.42	-458.70
2	670.86	-437.36
3	582.46	-346.83
4	582.46	-346.83
5	582.46	-346.83
6	582.46	-346.83
7	582.46	-346.83

w <sub>d</sub>	w <sub>d,lim</sub>		Verificato
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si

Comb. quasi permanenti		
COMB.	N	M <sub>I</sub>
1	582.46	-346.83

w <sub>d</sub>	w <sub>d,lim</sub>		Verificato
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865						FOGLIO
Relazione di calcolo spalle						71 di 80

## 5.47 Verifica SLE fessurazione spiccato muro paraghiaia

### Fessurazione

Diametro barre armatura controterra	24	mm
Passo armatura controterra	20	cm
Copriferro armatura controterra	5	cm
Diametro barre armatura fuori terra	16	mm
Passo armatura fuori terra	20	cm
Copriferro armatura fuori terra	5	cm

Comb. frequenti		
COMB.	N	M <sub>I</sub>
1	69.78	-83.32

w <sub>d</sub>	w <sub>d,lim</sub>		Verificato
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si

Comb. quasi permanenti		
COMB.	N	M <sub>I</sub>
1	35.96	-9.61

w <sub>d</sub>	w <sub>d,lim</sub>		Verificato
0.00	w <sub>d</sub> =	0.20	Si

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865						FOGLIO
Relazione di calcolo spalle						C 72 di 80

## 5.48 Verifica SLU muro risolto – incastro con zattera

### Pressoflessione

Diametro barre armatura controterra	26	mm
Passo armatura controterra	20	cm
Copriferro armatura controterra	5	cm
Diametro barre armatura fuori terra	26	mm
Passo armatura fuori terra	20	cm
Copriferro armatura fuori terra	5	cm

	N	M	M <sub>u</sub>	C.s. $\eta$
<b>Esercizio</b>	192.50	221.82	1146.95	5.17
	205.35	436.99	1153.31	2.64
<b>Sisma</b>	179.65	281.08	1140.61	4.06

### Taglio

Diametro staffe	12	mm
Numero braccia staffe	2.5	
Passo staffe	20	cm

	N	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	C.s. $\eta$
<b>Esercizio</b>	206.25	376.11	--	1306.9	2985.0	6.65
	220.02	765.03	--	1306.9	2985.0	3.74
<b>Sisma</b>	192.48	525.91	--	1306.9	2985.0	5.55

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	IV.03.0.0.002	C	73 di 80
IV03 - CAVALCAFERROVIA S.S. 106 al km 38+865							
Relazione di calcolo spalle							

#### 5.49 Verifica SLU muro risvolto – incastro con muro frontale

##### Pressoflessione

Diametro barre armatura controterra	24	mm
Passo armatura controterra	20	cm
Copriferro armatura controterra	5	cm
Diametro barre armatura fuori terra	24	mm
Passo armatura fuori terra	20	cm
Copriferro armatura fuori terra	5	cm

	N	M		M <sub>u</sub>	C.s. η
<b>Esercizio</b>	6.65	6.65	6.65	6.65	6.65
	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74
<b>Sisma</b>	5.55	5.55	5.55	5.55	5.55

## 5.50 Verifica SLE tensionali muro risolto – incastro con zattera

	comb. rare	19.92
<b>Tensione ammissibile cls</b>	comb. q. perm.	14.94
	<b>Tensione ammissibile acciaio</b>	360.00

### Pressoflessione

Diametro barre armatura controterra	26	mm
Passo armatura controterra	20	cm
Copriferro armatura controterra	5	cm
Diametro barre armatura fuori terra	16	mm
Passo armatura fuori terra	20	cm
Copriferro armatura fuori terra	5	cm

	<b>N</b>	<b>M</b>
<b>Comb. rare</b>	962.50	164.31
<b>Comb. q. perm</b>	962.50	120.67

<b>Cls</b>		<b>Acciaio</b>	
$\sigma_{max}$	$\sigma_{min}$	$\sigma_{max}$	<b>C.s. min <math>\eta</math></b>
1.51	0.13	2.82	13.22
1.32	0.31	5.32	15.05



### 5.52 Verifica SLE fessurazione muro risolto – incastro con zattera

#### Fessurazione

Diametro barre armatura controterra	26	mm
Passo armatura controterra	20	cm
Copriferro armatura controterra	5	cm
Diametro barre armatura fuori terra	16	mm
Passo armatura fuori terra	20	cm
Copriferro armatura fuori terra	5	cm

	N	M
Comb. frequenti	962.50	138.13
Comb. q. perm.	962.50	120.67

$w_d$	$w_{d,lim}$		Verificato
0.00	$w_d =$	0.20	Sì
0.00	$w_d =$	0.20	Sì

### 5.53 Verifica SLE fessurazione muro risolto – incastro con muro frontale

#### Fessurazione

Diametro barre armatura controterra	24	mm
Passo armatura controterra	20	cm
Copriferro armatura controterra	5	cm
Diametro barre armatura fuori terra	16	mm
Passo armatura fuori terra	20	cm
Copriferro armatura fuori terra	5	cm

	N	M
Comb. frequenti	0	92.84
Comb. q. perm.	0	64.04

$w_d$	$w_{d,lim}$		Verificato
0.00	$w_d =$	0.20	Sì
0.00	$w_d =$	0.20	Sì

## 6 INCIDENZE

### 6.1 Pali

#### Prima gabbia

Si prevedono 56fi30 come armatura longitudinale e 1fi16/10 come armatura a taglio; risulta dunque

$$A_{palo}=1.131m^2 \quad P_{palo}=3.393m$$

$$\gamma_{barre}=7850kg/m^2$$

$$A_{barra\_30}=7.07cm^2 \rightarrow 7.07*56*(7850/100^2) / 1.131=274.79kg/m^3$$

$$A_{barra\_16}=2.01cm^2 \rightarrow 2.01*3.393 * 10*(7850/100^2) / 1.131=47.33kg/m^3$$

$$I_{prima\_gabbia}=274.79+47.33=322.13kg/m^3$$

#### Seconda gabbia

Si prevedono 28fi30 come armatura longitudinale e 1fi12/20 come armatura a taglio; risulta dunque

$$A_{palo}=1.131m^2 \quad P_{palo}=3.393m$$

$$\gamma_{barre} =7850kg/m^2$$

$$A_{barra\_30}=7.07cm^2 \rightarrow 7.07*28*(7850/100^2) / 1.131=137.40kg/m^3$$

$$A_{barra\_12}=1.13cm^2 \rightarrow 1.13*3.393 * 5*(7850/100^2) / 1.131=13.30kg/m^3$$

$$I_{seconda\_gabbia}=137.40+13.30=150.70kg/m^3$$

#### Incidenza complessiva

Considerando una lunghezza della prima gabbia di 12m e della seconda gabbia di 20-12=8m, risulta

$$I_{palo}=(322.13*12+150.70*8)/(12+8)=253.56 kg/m^3 \approx \mathbf{255kg/m^3}$$

## 6.2 Fondazioni

Si prevede come armatura corrente 1fi26/20 superiore e 1fi26/20 inferiore in direzione longitudinale e trasversale; per il taglio è invece previsto 1fi16/40x40; risulta dunque

$$s_{\text{fond}}=1.5\text{m}$$

$$\gamma_{\text{barre}}=7850\text{kg/m}^2$$

$$A_{\text{barra}_{26}}=5.31\text{cm}^2 \quad n^{\circ}\text{barra}_{26}=20 \quad \rightarrow \quad 5.31*20*(7850/100^2) / 1.5=55.58\text{kg/m}^3$$

$$A_{\text{barra}_{16}}=2.01\text{cm}^2 \quad l_{\text{spilli}_{16}}=1.9+0.25*2=2.4\text{m} \quad \rightarrow$$

$$2.4 / (0.4*0.4)*2.01*(7850/100^2) / 1.5=15.78\text{kg/m}^3$$

Applicando alle incidenze sopra ottenute un incremento del 30% per tenere conto delle sovrapposizioni e risvolti e del 30% per i ferri di bordo, i ferri interni e i cavallotti, si trova infine

$$I_{\text{fond}}=1.30*1.30*(55.58+15.78) =120.59\text{kg/m}^3 \approx \mathbf{125 \text{ kg/m}^3}$$

## 6.3 Muro frontale

Si prevede come armatura corrente 1fi26/20+1fi26/40 controterra e 1fi26/20 fuoriterra in direzione verticale e 1fi26/20 controterra e fuoriterra in direzione orizzontale; per il taglio è invece previsto 1fi16/40x40; risulta dunque

$$s_{\text{muro}}=2.8\text{m}$$

$$\gamma_{\text{barre}}=7850\text{kg/m}^2$$

$$A_{\text{barra}_{26}}=5.31\text{cm}^2 \quad n^{\circ}\text{barra}_{26}=22.5 \quad \rightarrow \quad 5.31*22.5*(7850/100^2) / 2.8=33.49\text{kg/m}^3$$

$$A_{\text{barra}_{16}}=2.01\text{cm}^2 \quad l_{\text{spilli}_{16}}=2.7+0.25*2=3.2\text{m} \quad \rightarrow$$

$$3.2 / (0.4*0.4)*2.01*(7850/100^2) / 2.8=11.27\text{kg/m}^3$$

Applicando alle incidenze sopra ottenute un incremento del 35% per tenere conto dell'armatura interna, del 35% per sovrapposizioni e risvolti, del 25% per i ferri di ripresa dell'elevazione, si trova infine

$$I_{\text{muro\_frontale}}=1.35*1.35*1.25*(33.49+11.27) =101.96\text{kg/m}^3 \approx \mathbf{110 \text{ kg/m}^3}$$

#### 6.4 Muro paraghiaia

Si prevede come armatura corrente 1fi24/20 controterra e 1fi16/20 fuoriterra in direzione verticale; per il taglio è invece previsto 1fi12/40x40; risulta dunque

$$s_{\text{muro}}=0.5\text{m}$$

$$g_{\text{barre}}=7850\text{kg/m}^2$$

$$A_{\text{barra}_{24}}=4.52\text{cm}^2 \quad n^{\circ}\text{barra}_{24}=5 \rightarrow 4.52*5*(7850/100^2) /0.5=35.48\text{kg/m}^3$$

$$A_{\text{barra}_{16}}=2.01\text{cm}^2 \quad n^{\circ}\text{barra}_{16}=5 \rightarrow 2.01*5*(7850/100^2) /0.5=15.78\text{kg/m}^3$$

$$A_{\text{barra}_{12}}=1.13\text{cm}^2 \quad l_{\text{spilli}_{12}}=0.4+0.25*2=0.9\text{m} \rightarrow$$

$$0.9 / (0.4*0.4)*1.13*(7850/100^2) /0.5=9.97\text{kg/m}^3$$

Applicando alle incidenze sopra ottenute un incremento del 80% dei ferri verticali per tenere conto dei ferri orizzontali e del 20% per tenere conto delle sovrapposizioni, si trova infine

$$I_{\text{muro\_paraghiaia}}=1.10* (1.8*(35.48+15.78)+9.97) =112.46\text{kg/m}^3 \approx \mathbf{110 \text{ kg/m}^3}$$

## 6.5 Muri andatori

Si prevede come armatura corrente 1fi26/20 controterra e 1fi26/20 fuoriterra in direzione verticale e 1fi24/20 controterra e 1fi24/20 fuoriterra in direzione orizzontale; per il taglio è invece previsto 1fi12/20x40; risulta dunque

$$\text{smuro}=1.1\text{m}$$

$$g_{\text{barre}}=7850\text{kg/m}^2$$

$$A_{\text{barra\_26}}=5.31\text{cm}^2 \quad n^{\circ}\text{barra\_26}=10 \quad \rightarrow \quad 5.31 \cdot 10 \cdot (7850/100^2) / 1.1 = 37.89\text{kg/m}^3$$

$$A_{\text{barra\_24}}=4.52\text{cm}^2 \quad n^{\circ}\text{barra\_24}=10 \quad \rightarrow \quad 4.52 \cdot 10 \cdot (7850/100^2) / 1.1 = 32.25\text{kg/m}^3$$

$$A_{\text{barra\_12}}=1.13\text{cm}^2 \quad l_{\text{spilli\_12}}=1.0+0.25 \cdot 2=1.5\text{m} \quad \rightarrow$$

$$1.5 / (0.2 \cdot 0.4) \cdot 1.13 \cdot (7850/100^2) / 1.1 = 15.12\text{kg/m}^3$$

Applicando alle incidenze sopra ottenute un incremento del 15% per tenere conto delle sovrapposizioni e del 10% per i ferri di bordo e i ferri interni, si trova infine

$$I_{\text{muro\_andatore}}=1.15 \cdot 1.10 \cdot (37.89+32.25+15.12) = 107.85\text{kg/m}^3 \approx \mathbf{110 \text{ kg}}$$