

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. L. LACOPPO

Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

PROGETTO ESECUTIVO

**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO**

RELAZIONE

VIABILITÀ

NV30 – VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO AL KM 45+080

MURI DI SOSTEGNO - RELAZIONE DI CALCOLO

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

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

I F 2 R 3 2 E Z Z C L N V 3 0 0 0 0 0 1 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE	F. TRAPANESE	23/06/21	G. MARTUSCELLI	24/06/21	L. BRUZZONE	24/06/21	 Dott. Ing. FRANCESCO DI NUNNO 15/10/21
B	EMISSIONE PER RdV	F. TRAPANESE	13/10/21	G. MARTUSCELLI	14/10/21	L. BRUZZONE	14/10/21	

File: IF2R.3.2.E.ZZ.CL.NV.30.0.0.001.A.doc

n. Elab.:

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
						REV. B
						FOGLIO 2 di 239

1	PREMESSA.....	6
2	DESCRIZIONE DELL'OPERA	7
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	16
4	MATERIALI	17
4.1	CALCESTRUZZO PER ELEVAZIONI (C30/37).....	17
4.2	CALCESTRUZZO PER PALI DI FONDAZIONE (C25/30)	17
4.3	ACCIAIO B450C	18
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	19
5.1	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO	19
6	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	20
7	VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI.....	22
7.1	VERIFICHE SLE.....	23
7.1.1	Verifiche alle tensioni	23
7.1.2	Verifiche a fessurazione	24
7.2	VERIFICHE ALLO SLU	25
7.2.1	Pressoflessione.....	25
7.2.2	Taglio.....	26
8	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	29
8.1	CARICO LIMITE.....	29
8.2	VERIFICA A SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA	32
8.3	CRITERIO DI VERIFICA A RIBALTAMENTO.....	32

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
			REV.			FOGLIO
			B			3 di 239

8.4	CRITERIO DI VERIFICA A STABILITÀ GLOBALE.....	33
9	ANALISI E VERIFICA DELLE OPERE DI SOSTEGNO	36
9.1	SCHEMATIZZAZIONE DELLE STRUTTURE.....	36
9.2	DICHIARAZIONE AI SENSI DEL PAR. 10.2 DEL D.M. 2018.....	36
9.3	CONTROLLO DI AFFIDABILITA'	36
9.4	MURO DIRETTO TIPO H=2.0 M	37
9.4.1	<i>Analisi dei carichi.....</i>	38
9.4.2	<i>Combinazioni di carico SLU.....</i>	42
9.4.3	<i>Combinazione di carico SLE.....</i>	43
9.4.4	<i>Verifiche agli stati limite ultimi</i>	44
9.4.5	<i>Verifiche agli Stati Limite di Esercizio</i>	63
9.4.6	<i>Incidenze armature</i>	69
9.5	MURO TIPO DIRETTO H=3.0 M	70
9.5.1	<i>Analisi dei carichi.....</i>	71
9.5.2	<i>Combinazioni di carico SLU.....</i>	75
9.5.3	<i>Combinazione di carico SLE.....</i>	76
9.5.4	<i>Verifiche agli stati limite ultimi</i>	77
9.5.5	<i>Verifiche agli Stati Limite di Esercizio</i>	96
9.5.6	<i>Incidenze armature</i>	102
9.6	MURO DIRETTO TIPO H=4.0 M	103
9.6.1	<i>Analisi dei carichi.....</i>	104
9.6.2	<i>Combinazioni di carico SLU.....</i>	108

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO					
Mandataria:	Mandante:							
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo			COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 4 di 239

9.6.3	Combinazione di carico SLE	109
9.6.4	Verifiche agli stati limite ultimi	110
9.6.5	Verifiche agli Stati Limite di Esercizio	129
9.6.6	Incidenze armature	135
9.7	MURO SU PALI TIPO H=6.0 M	136
9.7.1	Analisi dei carichi	138
9.7.2	Combinazioni di carico SLU	142
9.7.3	Combinazione di carico SLE	143
9.7.4	Verifiche agli stati limite ultimi	144
9.7.5	Verifiche agli Stati Limite di Esercizio	163
9.7.6	Incidenze armature	169
9.8	MURO SU PALI TIPO H=6.5 M	170
9.8.1	Analisi dei carichi	172
9.8.2	Combinazioni di carico SLU	176
9.8.3	Combinazione di carico SLE	177
9.8.4	Verifiche agli stati limite ultimi	178
9.8.5	Verifiche agli Stati Limite di Esercizio	198
9.8.6	Incidenze armature	204
9.9	MURO SU PALI TIPO H=7.0 M	205
9.9.1	Analisi dei carichi	207
9.9.2	Combinazioni di carico SLU	211
9.9.3	Combinazione di carico SLE	212

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 5 di 239

9.9.4	<i>Verifiche agli stati limite ultimi</i>	213
9.9.5	<i>Verifiche agli Stati Limite di Esercizio</i>	233
9.9.6	<i>Incidenze armature</i>	239

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all’area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 6 di 239

1 **PREMESSA**

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

Le Analisi e Verifiche nel seguito esposte fanno in particolare riferimento ai muri di sostegno di adeguamento viabilità di accesso all’area di soccorso al km 45+080.

Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento delle strutture è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza e deformabilità richiesti alle opere.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	7 di 239

2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Le opere in questione presentano le principali caratteristiche geometriche riassunte nella tabella seguente (per maggiori dettagli ed una descrizione più completa delle opere si rimanda agli elaborati grafici di riferimento):

Hparam [m]	FONDAZIONE		PALI				SEZ. TIPO	
	h [m]	Lf [m]	Disp. Pali	n°pali trasv.	l _{trav} [m]	l _{long} [m]		D [m]
2.00	0.70	3.00	NON PREVISTI				Diretto H=2.0m	
3.00	0.80	4.25	NON PREVISTI				Diretto H=3.0m	
4.00	0.80	4.50	NON PREVISTI				Diretto H=4.0m	
6.00	1.20	5.80	Quinconce 2.10x2.40		2.10	2.40	0.80	Su pali H=6.0m
7.00	1.30	6.40	Allineati	3	2.40	2.40	0.80	Su pali H=7.0m
6.50	1.20	5.80	Quinconce 2.10x2.40		2.10	2.40	0.80	Su pali H=6.5m

Il muro di sostegno in DX lungo il Tratto 2 della viabilità si sviluppa a partire dalla Progr. **0+009.30** fino alla Progr. **0+061.00**.

Il muro di sottoscarpa in DX (L=32m) lungo il Tratto 1 della viabilità si sviluppa a partire dalla Progr. **0+589.57** fino alla Progr. **0+624.39**.

Il muro di sottoscarpa in DX (L=29m) lungo il Tratto 1 della viabilità si sviluppa a partire dalla Progr. **0+501.00** fino alla Progr. **0+530.00**.

APPALTATORE:

TELESE S.c.a r.l.
Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata

PROGETTAZIONE:

Mandatario:

Mandante:

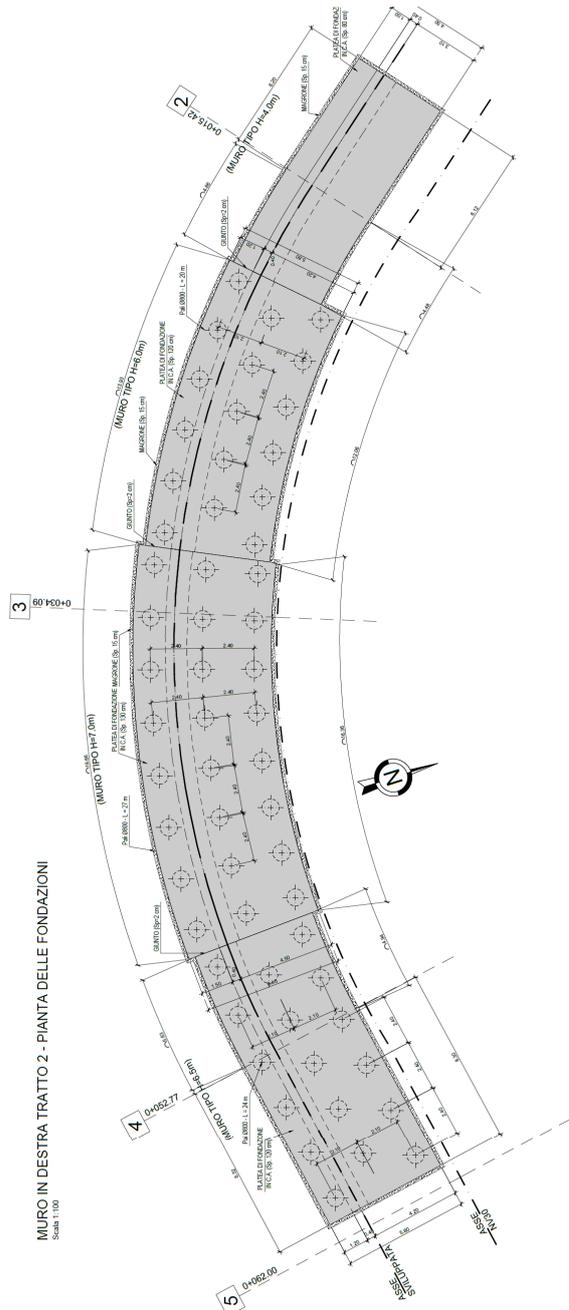
SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.

NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080
Muri di sostegno - Relazione di calcolo

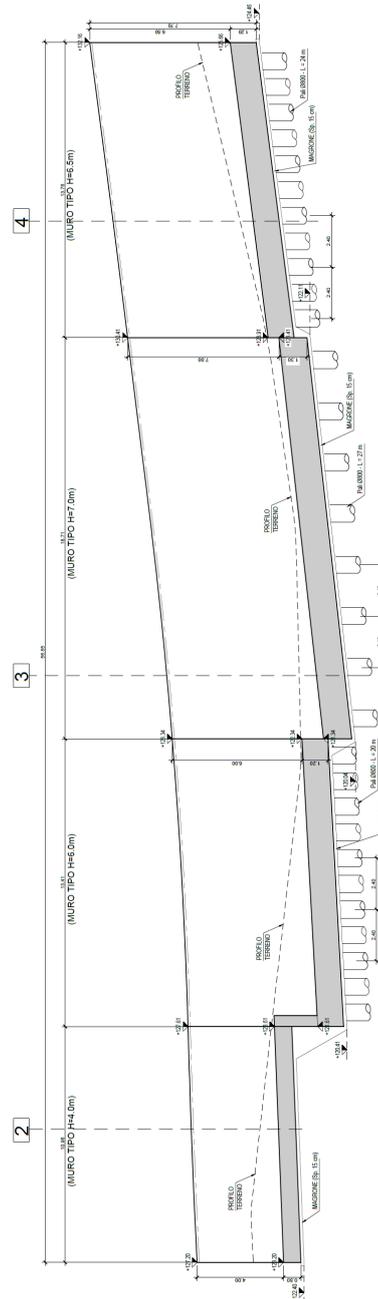
ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO

PROGETTO ESECUTIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	8 di 239



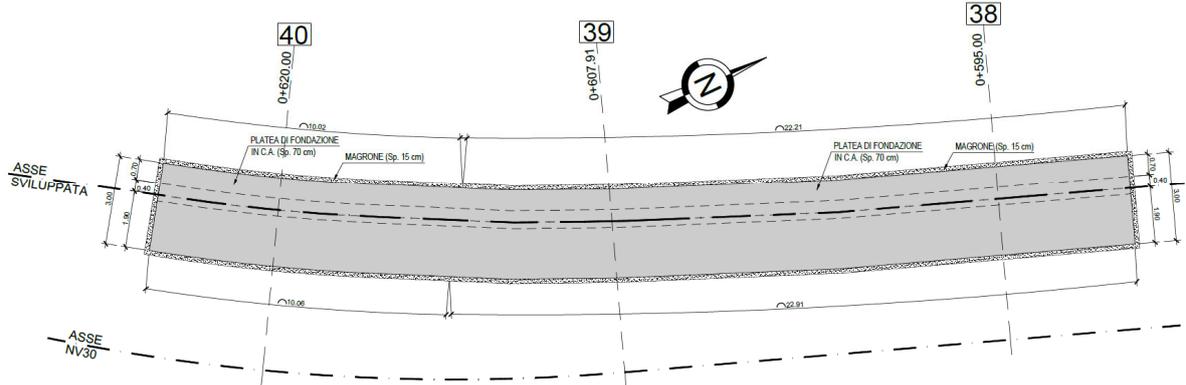
MURO IN DESTRA TRATTO 2 - SVILUPPATA IN CORRISPONDENZA FILO INTERNO PARAMENTO
Scala: 1:100



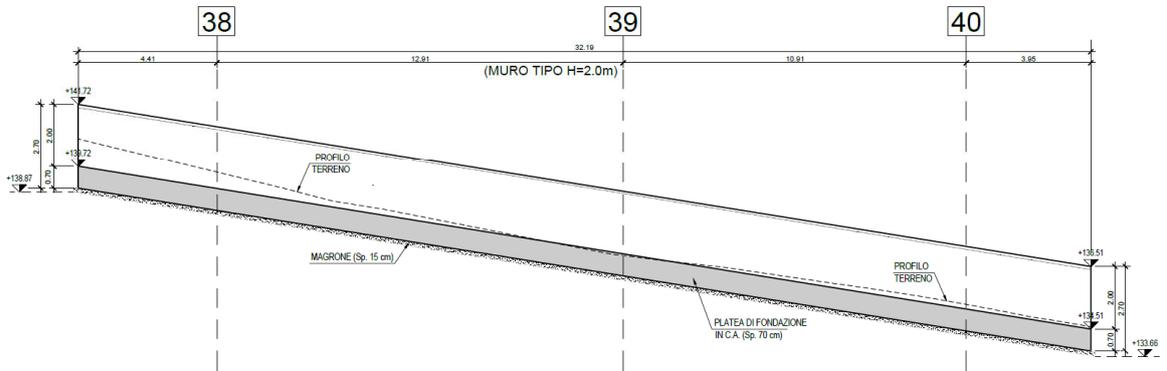
Muro di sostegno in DX Tratto 2 – Pianta delle fondazioni e sviluppata

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 9 di 239

MURO DI SOTTOSCARPA IN DX L=32m - PIANTA DELLE FONDAZIONI
Scala 1:100



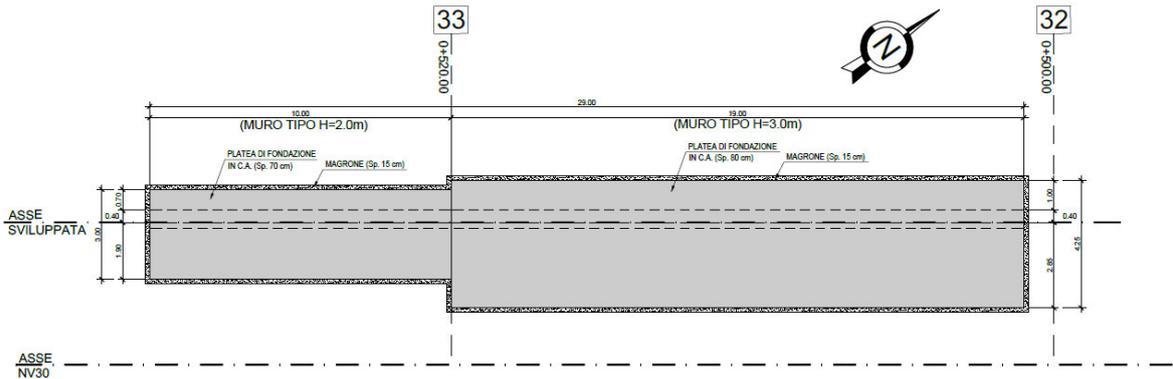
MURO DI SOTTOSCARPA IN DX L=32m - SVILUPPATA IN CORRISPONDENZA FILO INTERNO PARAMENTO
Scala 1:100



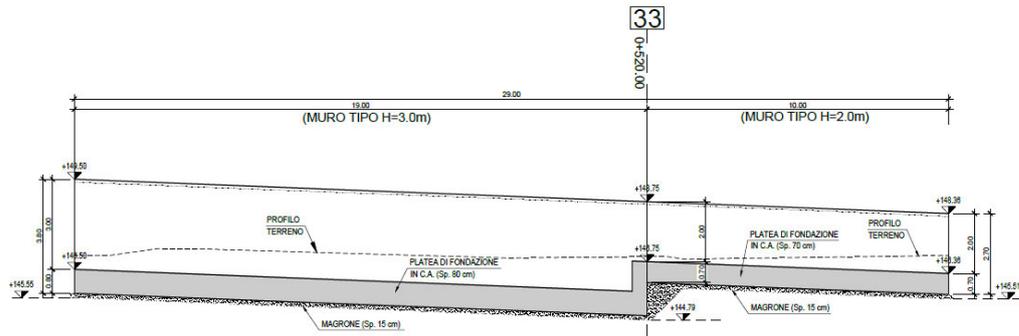
Muro di sottoscarpa in DX L=32m – Pianta delle fondazioni e sviluppata

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
						REV. B
						FOGLIO 10 di 239

MURO DI SOTTOSCARPA IN DX L=29m - PIANTA DELLE FONDAZIONI
Scala 1:100

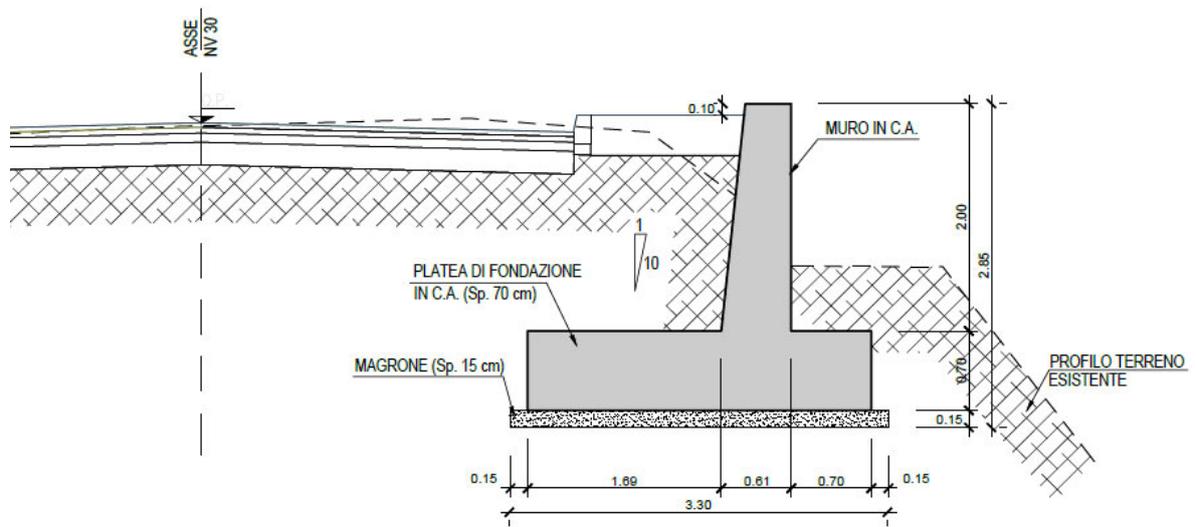


MURO DI SOTTOSCARPA IN DX L=29m - SVILUPPATA IN CORRISPONDENZA FILO INTERNO PARAMENTO
Scala 1:100

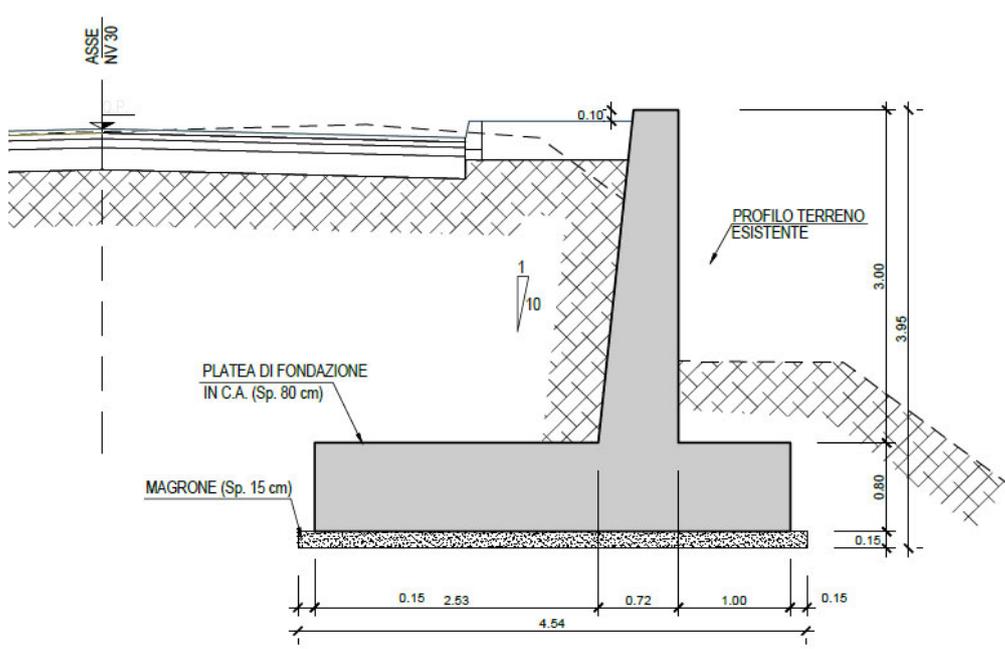


Muro di sottoscampa in DX L=29m – Pianta delle fondazioni e sviluppata

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 3.2.E.ZZ CL NV.30.0.0.001 B 11 di 239
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	

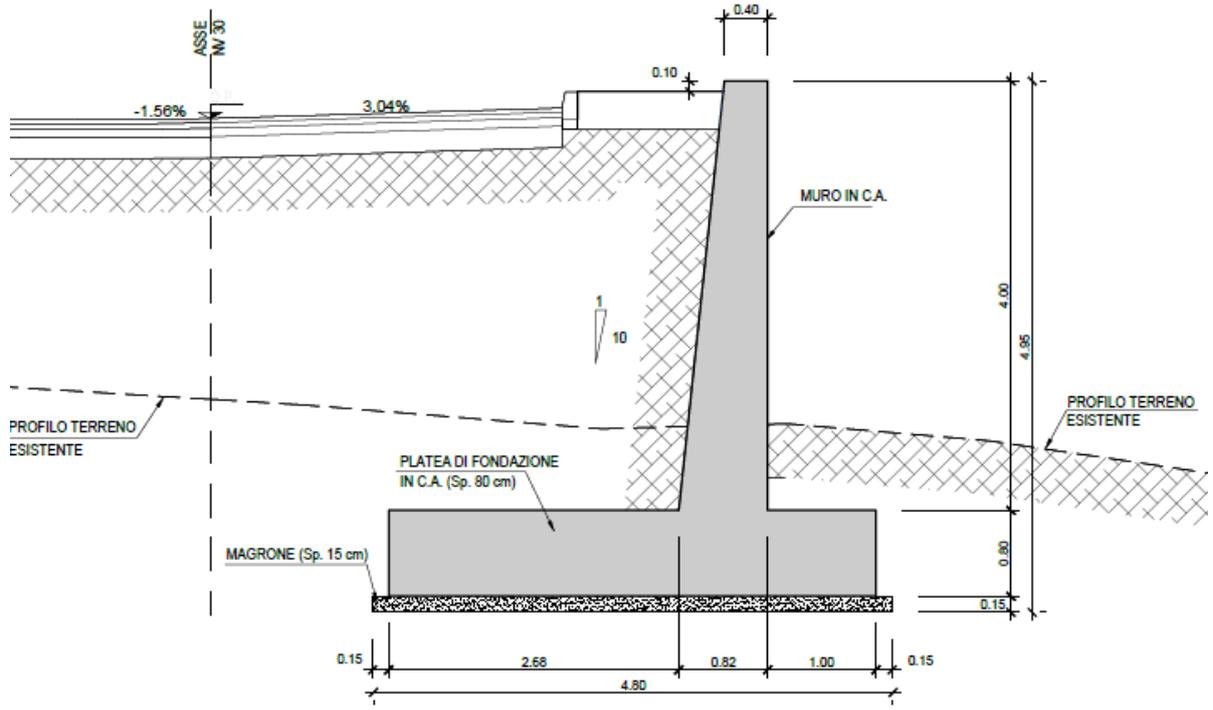


Sezione su muro tipo H=2.00m



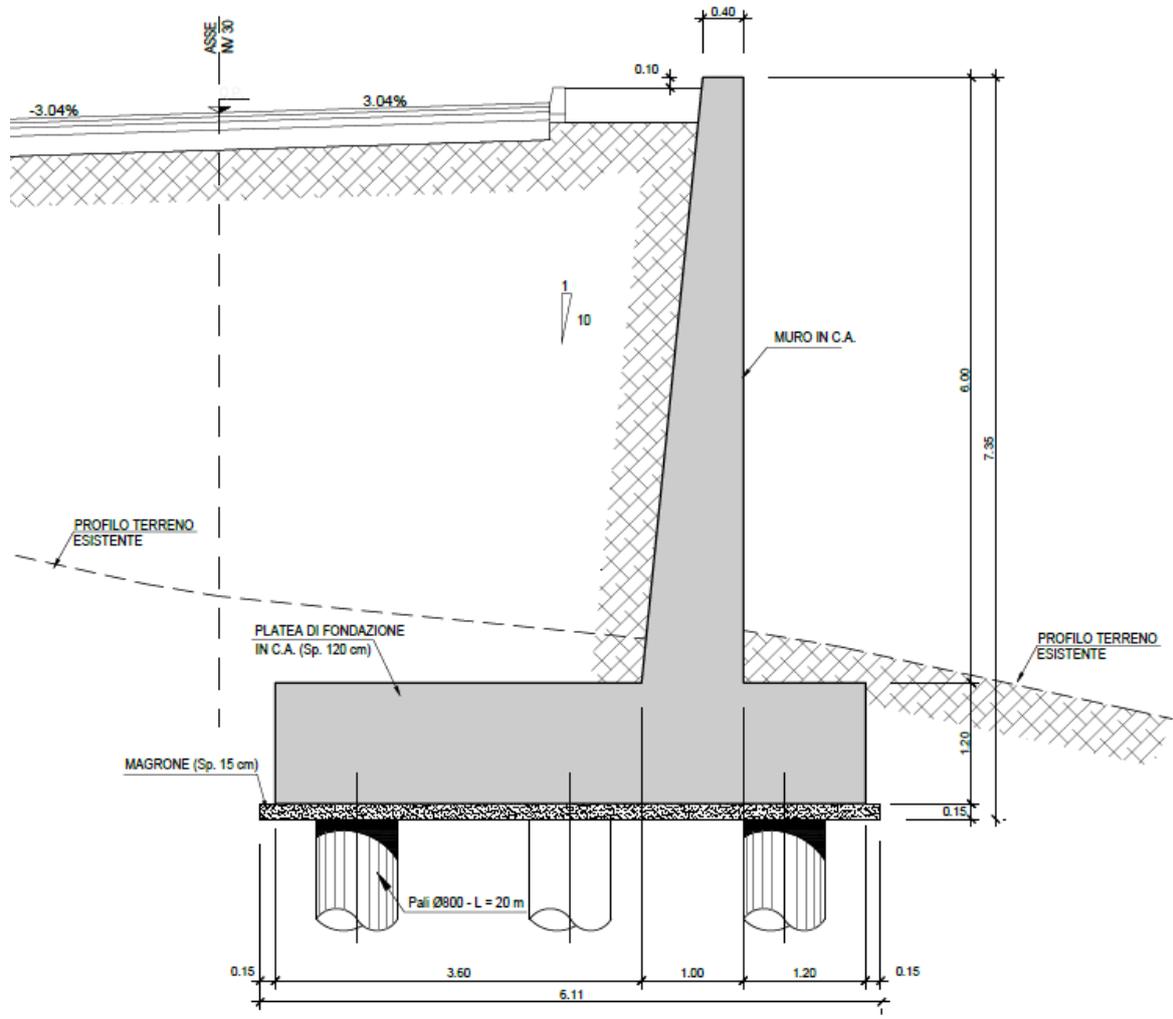
Sezione su muro tipo H=3.00m

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 3.2.E.ZZ CL NV.30.0.0.001 B 12 di 239
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	



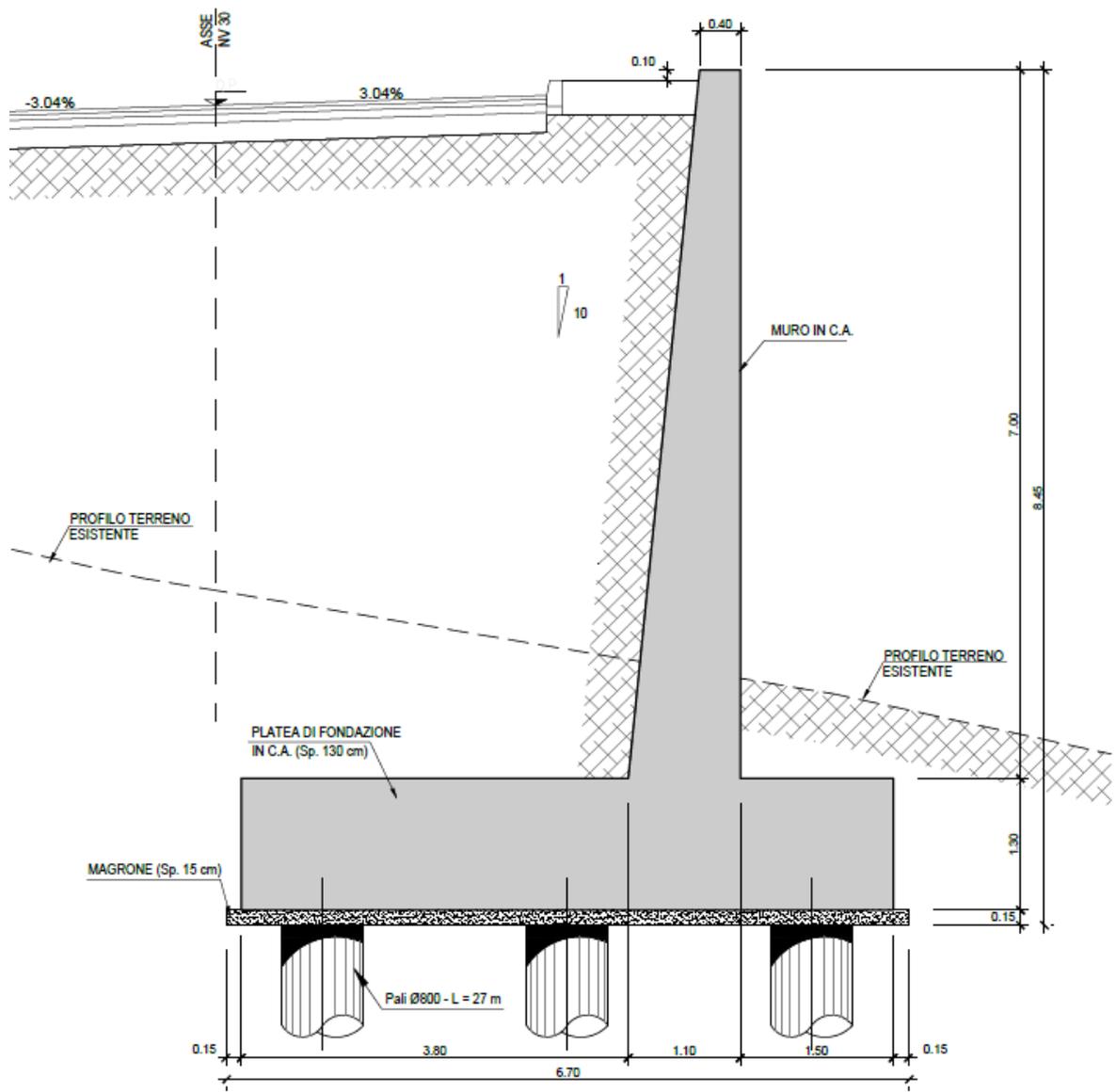
Sezione su muro tipo H=4.00m

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 3.2.E.ZZ CL NV.30.0.0.001 B 13 di 239
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	



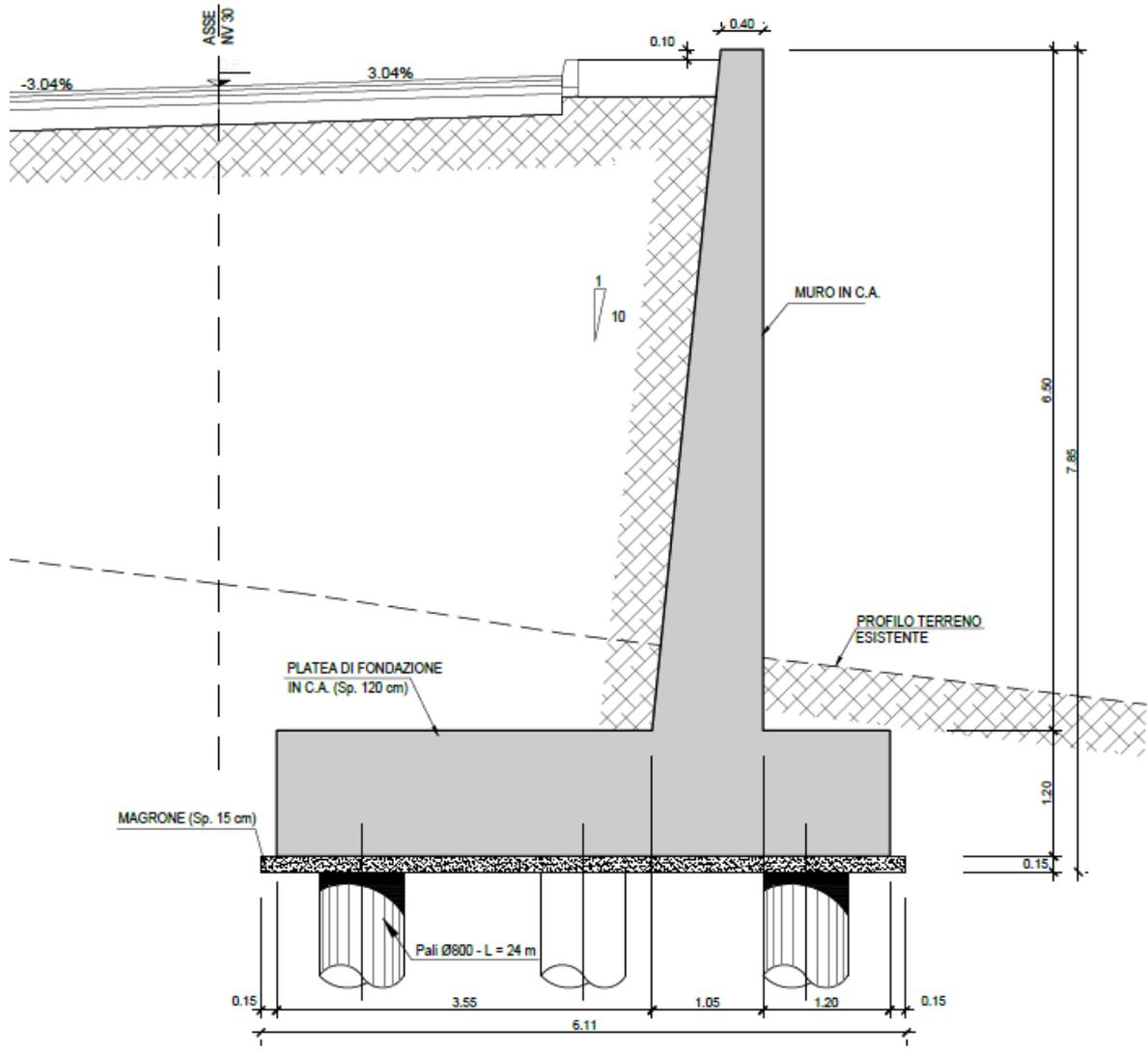
Sezione su muro tipo H=6.00m

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 14 di 239



Sezione su muro tipo H=7.00m

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	15 di 239



Sezione su muro tipo H=6.50m

Per ulteriori dettagli geometrici si rimanda agli elaborati progettuali specifici.

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 16 di 239

3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- Legge 5-1-1971 n° 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica”;
- Legge. 2 febbraio 1974, n. 64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008);
- Circolare applicativa delle NTC2008 n.617 del 02/02/2009: Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
- 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;
- RFI DTC SI MA IFS 001 A - Manuale di progettazione delle opere civili;
- RFI DTC INC CS SP IFS 001 A Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
						REV. B
						FOGLIO 17 di 239

4 MATERIALI

Il calcestruzzo adottato corrisponde alla Classe C30/37 per le elevazioni e le platee di fondazione dei muri, ed alla Classe C25/30 per i pali, mentre l'acciaio in barre ad aderenza migliorata corrisponde alla classe B450C. Di seguito vengono elencate le specifiche.

4.1 CALCESTRUZZO PER ELEVAZIONI (C30/37)

Modulo di elasticità longitudinale	$E_C =$	33019	[MPa]
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha =$	10×10^{-6}	[C ⁻¹]
Coefficiente di Poisson	$\nu =$	0.20	[-]
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_c =$	1.50	[-]
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} =$	0.85	[-]
Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck} =$	37.0	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck} =$	30.7	[MPa]
Resistenza media cilindrica a compressione	$f_{cm} =$	38.7	[MPa]
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm} =$	2.94	[MPa]
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk} =$	2.06	[MPa]
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctfm} =$	3.53	[MPa]
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	$f_{ctfk} =$	2.47	[MPa]
Resistenza caratteristica tangenziale per aderenza	$f_{bk} =$	4.63	[MPa]
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} =$	17.4	[MPa]
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} =$	1.37	[MPa]
Resistenza di calcolo a trazione per flessione	$f_{ctfd} =$	1.65	[MPa]
Resistenza di calcolo tangenziale per aderenza	$f_{bd} =$	3.09	[MPa]

4.2 CALCESTRUZZO PER PALI DI FONDAZIONE (C25/30)

Modulo di elasticità longitudinale	$E_C =$	31447	[MPa]
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha =$	10×10^{-6}	[C ⁻¹]
Coefficiente di Poisson	$\nu =$	0.20	[-]
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_c =$	1.50	[-]
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} =$	0.85	[-]
Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck} =$	30.0	[MPa]

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	18 di 239

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck} =$	24.9	[MPa]
Resistenza media cilindrica a compressione	$f_{cm} =$	32.9	[MPa]
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm} =$	2.56	[MPa]
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk} =$	1.79	[MPa]
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctfm} =$	3.07	[MPa]
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	$f_{ctfk} =$	2.15	[MPa]
Resistenza caratteristica tangenziale per aderenza	$f_{bk} =$	4.03	[MPa]
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} =$	14.1	[MPa]
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} =$	1.19	[MPa]
Resistenza di calcolo a trazione per flessione	$f_{ctfd} =$	1.43	[MPa]
Resistenza di calcolo tangenziale per aderenza	$f_{bd} =$	2.69	[MPa]

4.3 ACCIAIO B450C

Modulo di elasticità longitudinale	$E_s =$	210000	[MPa]
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_s =$	1.15	[-]
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} =$	450	[MPa]
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} =$	540	[MPa]
Allungamento	$A_{gt k} \geq$	7.50%	[-]
Resistenza di calcolo	$f_{yd} =$	391.3	[MPa]

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						19 di 239

5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

5.1 STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Le caratteristiche geotecniche del volume di terreno che interagisce con l'opera sono le seguenti, in funzione delle progressive indicate:

-

Unità	z	γ	c'	φ	C _u	E'=1/10*E ₀
(-)	(m)	(kN/m ³)	(kPa)	(°)	(kPa)	(MPa)
bn1	0.0-7.0	20	0	35	-	50
ALVc	7.0-30	26	35	28	-	350
ALVa	30-40	20	15	23	150	70

Dove:

- Bn1: Ghiaia in matrice sabbiosa e sabbiosa limosa;
- ALVc: Calcari con intercalazioni di calcareniti;
- ALVa: Argille limose e marnose a struttura scagliosa.

Il livello massimo della falda è stato rilevato ad una distanza minima dal p.c. pari a circa 2.00 m.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. <i>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</i>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 20 di 239

6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Il valore dell'accelerazione orizzontale massima in condizioni sismiche è stato definito in accordo alla normativa NTC2008.

Ai fini del calcolo dell'azione sismica secondo il DM 14/01/2008, risultando per l'opera in progetto una vita nominale $V_N \geq 75$ anni ed una classe d'uso $C_u = III$, si ottiene un periodo di riferimento $V_R = V_N \cdot C_u = 75 \cdot 1.5 = 112.5$ anni. A seguito di tale assunzione si ha allo stato limite ultimo SLV in funzione della Latitudine e Longitudine del sito in esame un valore dell'accelerazione pari ad $a_g = 0.360$ g.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE
14.787

LATITUDINE
41.1305

Ricerca per comune

REGIONE
Campania

PROVINCIA
Benevento

COMUNE
Benevento

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta |>

Variabilità dei parametri |>

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri |>

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Dati di input

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						21 di 239

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.097	2.329	0.309
SLD	113	0.127	2.327	0.326
SLV	1068	0.360	2.347	0.394
SLC	2193	0.466	2.442	0.424

Parametri sismici

Ai fini dell'analisi della risposta sismica locale, inoltre occorre definire la Categoria del Suolo di Fondazione, secondo quanto specificato al par. "3.2.2 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE" del DM 14.01.08.

La categoria di suolo di fondazione viene definita, in base al riferimento normativo citato, sulla base della conoscenza di V_{s30} , ricavato dalle indagini sismiche eseguite nelle campagne geognostiche.

In particolare, nel caso in esame, è possibile considerare ai fini progettuali una categoria di suolo di tipo B: "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti".

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	22 di 239

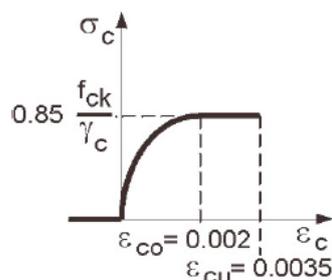
7 VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI

La corretta progettazione di un elemento strutturale deve essere sviluppata considerando tutti gli aspetti dai quali potrebbe dipendere il raggiungimento della crisi (SLU) o che non garantiscano il soddisfacimento di particolari requisiti funzionali (SLE). Appare quindi importante disporre di adeguate regole progettuali che, riferendosi a tutte le eventualità che potrebbero prodursi durante la vita di progetto, conducano ad un'attenta analisi di tutte le parti dell'elemento strutturale, ciascuna delle quali dovrà essere progettata con lo stesso grado di accuratezza.

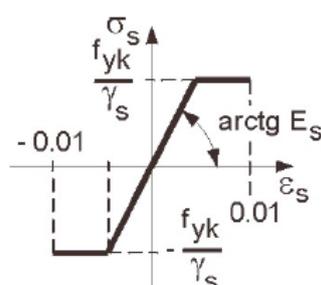
Il calcolo delle caratteristiche della sollecitazione interna e le verifiche di resistenza negli elementi strutturali sono eseguiti con i metodi della Scienza e della Tecnica delle Costruzioni, basati sulle seguenti ipotesi:

1. planarità delle sezioni (ipotesi di Bernoulli);
2. resistenza a trazione del calcestruzzo trascurabile (solo per c.a.);
3. il conglomerato cementizio soggetto a compressione si comporta, nel campo delle tensioni di esercizio, come un materiale elastico, isotropo ed omogeneo (validità della Legge di Hooke);
4. perfetta aderenza acciaio-calcestruzzo;
5. rottura del calcestruzzo determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima a compressione;
6. rottura dell'armatura tesa determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima;
7. utilizzo di modelli rappresentativi del legame costitutivo (σ - ϵ) dei materiali

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	23 di 239



Legame costitutivo cls



Legame costitutivo acciaio

8. nella valutazione delle piccole deformazioni, si fa riferimento alla totale sezione di conglomerato, adottando il modulo elastico E_c del conglomerato compresso;

9. l'acciaio, sia teso che compresso, nel campo delle tensioni di esercizio, è in campo elastico, ossia si ammette anche per esso la validità della Legge di Hooke.

Il metodo di verifica adottato è quello agli Stati Limite Ultimo (SLU) ed agli Stati Limite di Esercizio (SLE), secondo quanto previsto dal D.M. del 14 gennaio 2008.

7.1 VERIFICHE SLE

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

7.1.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel Manuale di RFI, ovvero:

Tensioni di compressione del calcestruzzo

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	24 di 239

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

- Per combinazione di carico caratteristica (rara): $0.55 f_{ck}$;
- Per combinazioni di carico quasi permanente: $0.40 f_{ck}$;
- Per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0.75 f_{yk}$.

Per il caso in esame risulta in particolare:

CALCESTRUZZO

$\sigma_{\text{cmax QP}} = (0.40 f_{ck}) = 13.28 \text{ MPa}$ (Combinazione di Carico Quasi Permanente)

$\sigma_{\text{cmax R}} = (0.55 f_{ck}) = 18.26 \text{ MPa}$ (Combinazione di Carico Caratteristica - Rara)

ACCIAIO

$\sigma_{s \text{ max}} = (0.75 f_{yk}) = 338.00 \text{ MPa}$ (Combinazione di Carico Caratteristica(Rara))

7.1.2 Verifiche a fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico rara. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wd	Stato limite	wd
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI						
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO						
Mandatario:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	25 di 239

		permanente				
c	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤w ₁

Criteria di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali - Tabella 4.1.IV

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

Descrizione delle condizioni ambientali Tabella 4.1.III

Risultando:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dalle specifiche RFI (Requisiti concernenti la fessurazione per strutture in c.a., c.a.p. e miste acciaio-calcestruzzo) secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- Combinazione Caratteristica (Rara) $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

7.2 VERIFICHE ALLO SLU

7.2.1 Pressoflessione

Allo Stato Limite Ultimo le verifiche per tensioni normali vengono condotte confrontando per ogni sezione le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando di conseguenza il corrispondente fattore di sicurezza secondo la nota relazione:

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	26 di 239

$$M_{rd} (N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove:

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

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

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

Il momento resistente M_{rd} è valutato adottando per i materiali i modelli tensionali $\sigma - \varepsilon$.

7.2.2 Taglio

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

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

dove:

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2};$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2;$$

$$\rho_1 = A_{sw}/(b_w \cdot d)$$

d = altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore;

b_w = 1000 mm larghezza utile della sezione ai fini del taglio.

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

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

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

essendo:

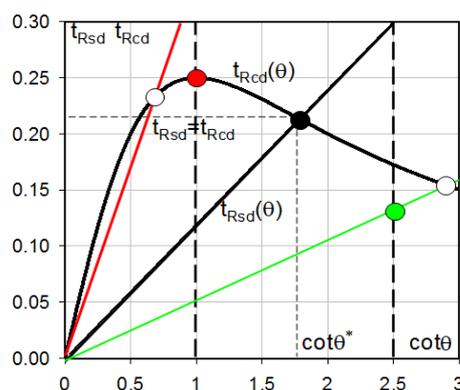
$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2.5$$

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

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080						FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo						27 di 239

punto 4.1.2.1.3 delle NTC08, considerando ai fini delle verifiche, un angolo θ di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione.

$$1 \leq \cot \theta \leq 2.5 \quad 45^\circ \geq \theta \geq 21.8^\circ$$



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

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

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

dove:

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

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

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

α_c coefficiente maggiorativo pari a

1 per membrature non compresse

$1 + \sigma_p / f_{cd}$ per $0 \leq \sigma_{cp} \leq 0.25 f_{cd}$

1.25 per $0.25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5 f_{cd}$

$2.5(1 - \sigma_{cp} / f_{cd})$ per $0.5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

ω_{sw} : percentuale meccanica di armatura trasversale.

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

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 28 di 239

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
						REV. B
						FOGLIO 29 di 239

8 VERIFICHE GEOTECNICHE

8.1 CARICO LIMITE

Il terreno di fondazione di qualsiasi struttura deve essere in grado di sopportare il carico che gli viene trasmesso dalle strutture sovrastanti senza che si verifichi rottura e senza che i cedimenti della struttura siano eccessivi.

Per la valutazione del carico limite delle fondazioni dirette si utilizza il criterio di Brinch-Hansen di cui nel seguito si riporta la relativa trattazione teorica:

Dette:

- c Coesione
- ca Adesione lungo la base della fondazione ($ca \leq c$)
- V Azione tagliante
- φ Angolo d'attrito
- δ Angolo di attrito terreno fondazione
- γ Peso specifico del terreno
- K_p Coefficiente di spinta passiva espresso da $K_p = \tan^2(45^\circ + \varphi/2)$
- B Larghezza della fondazione
- L Lunghezza della fondazione
- D Profondità del piano di posa della fondazione
- η inclinazione piano posa della fondazione
- P Pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione
- q_{ult} Carico ultimo della fondazione

Risulta:

Caso generale

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma$$

Caso di terreno puramente coesivo $\varphi = 0$

$$q_{ult} = 5.14 \cdot c \cdot (1 + s_c + d_c - i_c - g_c - b_c) + q$$

in cui d_c , d_q e d_γ sono i fattori di profondità, s_c , s_q e s_γ sono i fattori di forma, i_c , i_q e i_γ sono i fattori di inclinazione del carico, b_c , b_q e b_γ , sono i fattori di inclinazione del piano di

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	30 di 239

posa e g_c , g_q e g_γ sono fattori che tengono conto del fatto che la fondazione poggia su un terreno in pendenza.

I fattori N_c , N_q , N_γ sono espressi come:

$$N_q = K_p e^{\pi \tan \varphi}$$

$$N_c = (N_c - 1) \operatorname{ctg} \varphi$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \operatorname{tg} \varphi$$

Fattori di forma

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$s_c = 0.2 \frac{B}{L}$	$s_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}$
	$s_q = 1 + \frac{B}{L} \operatorname{tg} \phi$
	$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$

Fattori di profondità

$$k = \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \operatorname{arctg} \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} > 1$$

Fattori inclinazione del carico

Indicando con V e H le componenti del carico rispettivamente perpendicolare e parallela alla base e con A_f l'area efficace della fondazione ottenuta come $A_f = B' \times L'$ (B' e L' sono legate alle dimensioni effettive della fondazione B, L e all'eccentricità del carico e_B , e_L dalle relazioni $B' = B - 2e_B$ $L' = L - 2e_L$) con η l'angolo di inclinazione della fondazione espresso in gradi ($\eta=0$ per fondazione orizzontale).

I fattori di inclinazione del carico si esprimono come:

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080	Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	31 di 239

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$	
$i_c = \frac{1}{2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}} \right)$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$	
	$i_q = \left(1 - \frac{0.5H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$	
	Per $\eta = 0$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$
	Per $\eta > 0$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ / 450^\circ)H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$

Fattori inclinazione del piano di posa della fondazione

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$b_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$	$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$
	$b_q = e^{-2\eta \phi}$
	$b_\gamma = e^{-2.7\eta \phi}$

Fattori di inclinazione del terreno

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$g_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$	$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$
	$g_q = g_\gamma = (1 - 0.5tg\beta)^5$

Per poter applicare la formula di Hansen devono risultare verificate le seguenti condizioni:

$$H < V \operatorname{tg}(\delta) + A_f c_a$$

$$\beta \leq \phi$$

$$i_q, i_\gamma > 0$$

$$\beta + \eta \leq 90^\circ$$

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 32 di 239

8.2 VERIFICA A SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA

La verifica allo scorrimento del muro consiste nell'assicurare la stabilità dell'opera nei confronti di un meccanismo di collasso tale per cui l'intera opera di sostegno va a scorrere sul piano di contatto con il terreno di fondazione. Pertanto essa risulta soddisfatta se la componente delle forze agenti nella direzione parallela al piano di scorrimento risulta inferiore alla forza di attrito che si genera al contatto tra opera e terreno di fondazione. Tale forza risulta proporzionale al peso del muro ed è espressa dalla relazione (per terreni caratterizzati da $\varphi' \neq 0$ e $c' = 0$).

$$R = N \cdot \tan \varphi'_d$$

dove:

- R è la forza resistente allo scorrimento;
- N è la risultante delle azioni verticali agenti sul piano di fondazione;
- φ'_d è l'angolo di resistenza a taglio del terreno di fondazione relativamente all'approccio di progetto.

Tale verifica perde di significato nel caso di muri su pali.

8.3 CRITERIO DI VERIFICA A RIBALTAMENTO

Il meccanismo di collasso per ribaltamento per i muri di sostegno prevede la rotazione intorno all'estremità di valle del muro, che diventa il centro di rotazione dell'opera. La verifica risulta soddisfatta se:

$$\frac{M_s}{M_r} \geq R_2 = 1.00$$

dove:

M_s è il momento stabilizzante rispetto al centro di rotazione dovuto al peso del muro;

M_r è il momento ribaltante rispetto al centro di rotazione dovuto alla spinta del terrapieno e di eventuali sovraccarichi.

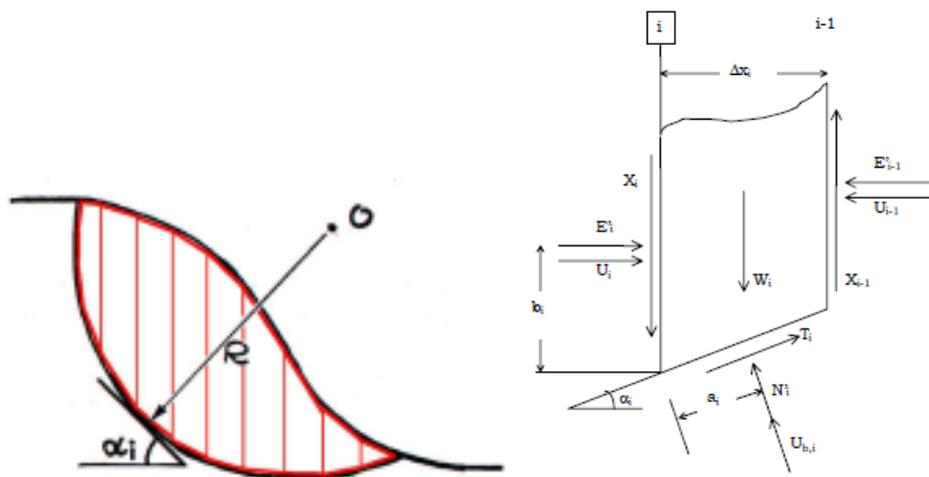
APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. <i>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</i>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 33 di 239

Nelle verifiche condotte per azioni sismiche, la spinta del terrapieno è stata valutata secondo il metodo pseudo-statico, come illustrato nel seguito; è stata altresì tenuto in conto il contributo instabilizzante svolto dalla forza di inerzia dovuta al peso del paramento.

Tale verifica perde di significato nel caso di muri su pali.

8.4 CRITERIO DI VERIFICA A STABILITÀ GLOBALE

Si fa riferimento al metodo dell'equilibrio limite, che permette di valutare il valore del fattore di sicurezza analizzando le azioni agenti sui conci in cui il pendio viene suddiviso. Il fattore di sicurezza deriva dallo studio delle condizioni di equilibrio di ciascun concio come sintetizzato nella figura a destra.



Le analisi presentate fanno riferimento al metodo di Bishop. Le ipotesi alla base del metodo sono:

- Stato di deformazione piano, ovvero superficie cilindrica e trascurabilità degli effetti tridimensionali;
- Arco della superficie di scorrimento alla base del concio approssimabile con la relativa corda;
- Comportamento del terreno rigido-perfettamente plastico e criterio di rottura di Mohr-Coulomb.

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all’area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 34 di 239

In base a tali ipotesi, il coefficiente di sicurezza viene valutato come il rapporto fra momento stabilizzante e momento ribaltante rispetto al centro della circonferenza.

Per la schematizzazione dell’azione sismica, la normativa prevede il ricorso al metodo di calcolo pseudostatico. Secondo tale metodo l’azione sismica è rappresentata da un’azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, le componenti orizzontale e verticale di tale azione possono esprimersi come

$$F_h = k_h W$$

$$F_v = k_v W$$

con k_h e k_v rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s S_s S_T a_g/g$$

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

dove:

- a_g è l’accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido;
- g è l’accelerazione di gravità;
- S_s e S_T sono coefficienti legati alla topografia e alla categoria di suolo già descritti;
- β_s è il coefficiente di riduzione dell’accelerazione massima attesa in sito, ricavabile dalla Tabella 7.11.I delle NTC 2008 e nel seguito riportata in funzione della categoria di suolo e del valore di a_g .

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080						FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo						35 di 239

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Nel caso in esame si adotterà un β_s pari 0.28.

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	36 di 239

9 ANALISI E VERIFICA DELLE OPERE DI SOSTEGNO

Nel seguito del presente paragrafo si riportano i criteri generali di Analisi ed i risultati del dimensionamento del muro delle opere di sostegno oggetto della presente relazione di calcolo.

9.1 SCHEMATIZZAZIONE DELLE STRUTTURE

L'analisi delle opere è stata eseguita con modelli semplificati avvalendosi di fogli di calcolo, considerando le azioni derivanti dai pesi propri di muro e terreno di riempimento e dai sovraccarichi accidentali.

In condizioni sismiche, l'analisi è stata eseguita mediante metodo pseudo-statico, ipotizzando il cuneo di terreno a tergo del paramento dell'opera in equilibrio limite attivo, così come specificato al paragrafo 7.11.6.2.1 delle NTC 2008.

9.2 DICHIARAZIONE AI SENSI DEL PAR. 10.2 DEL D.M. 2018

La documentazione a corredo dei software e dei fogli elettronici utilizzati per il calcolo è stata preliminarmente esaminata, valutandone l'affidabilità nel caso specifico. La documentazione di cui sopra contiene esaurienti descrizioni della basi teoriche e degli algoritmi impiegati, nonché l'individuazione dei campi di impiego, con casi prova interamente risolti, commentati e riproducibili.

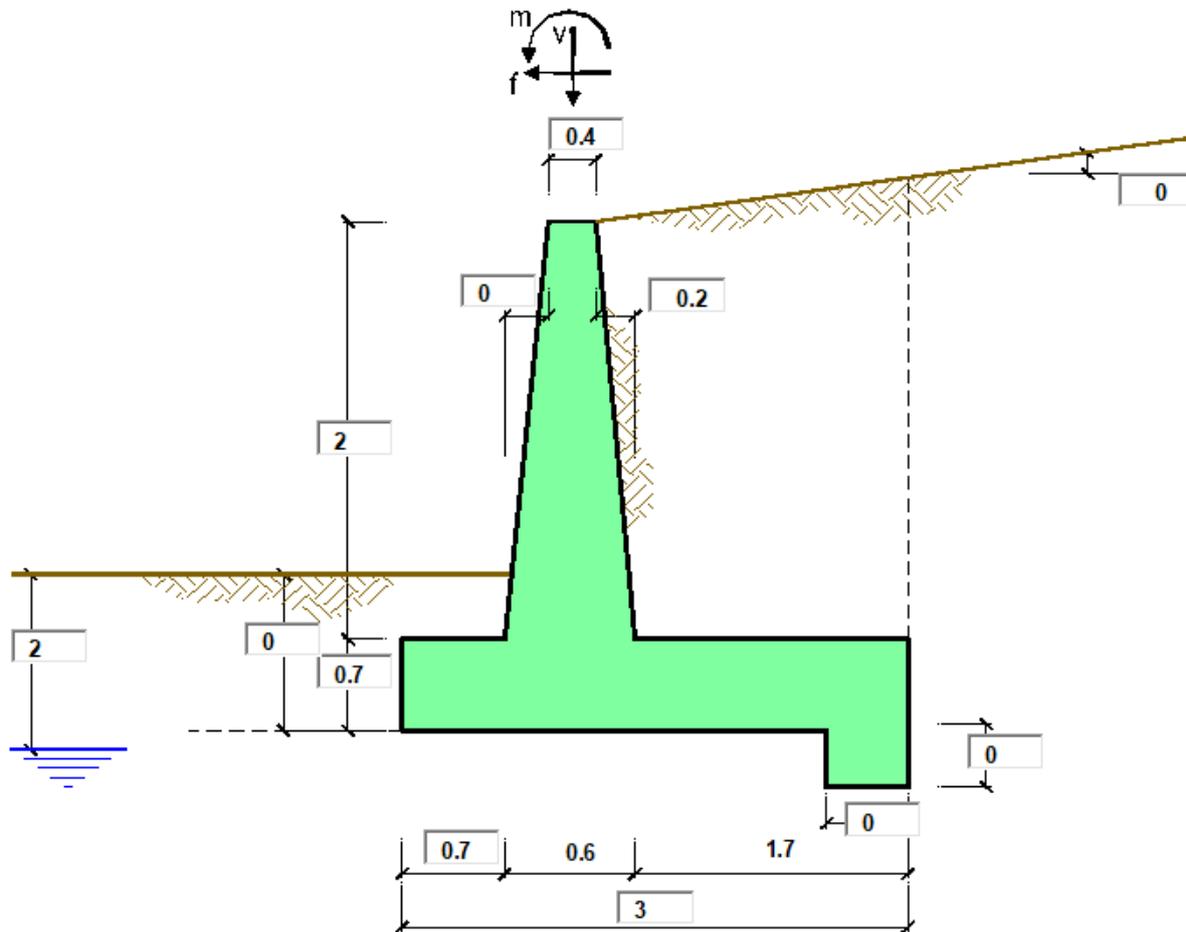
9.3 CONTROLLO DI AFFIDABILITA'

I risultati delle elaborazioni presentati in questo documento sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. La valutazione è consistita nel confronto con i risultati di semplici calcoli manuali, riferiti a schemi noti o a modelli semplici equivalenti.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO
		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B 37 di 239

9.4 MURO DIRETTO TIPO H=2.0 M

Di seguito la geometria di calcolo adottata.



APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 38 di 239

9.4.1 Analisi dei carichi

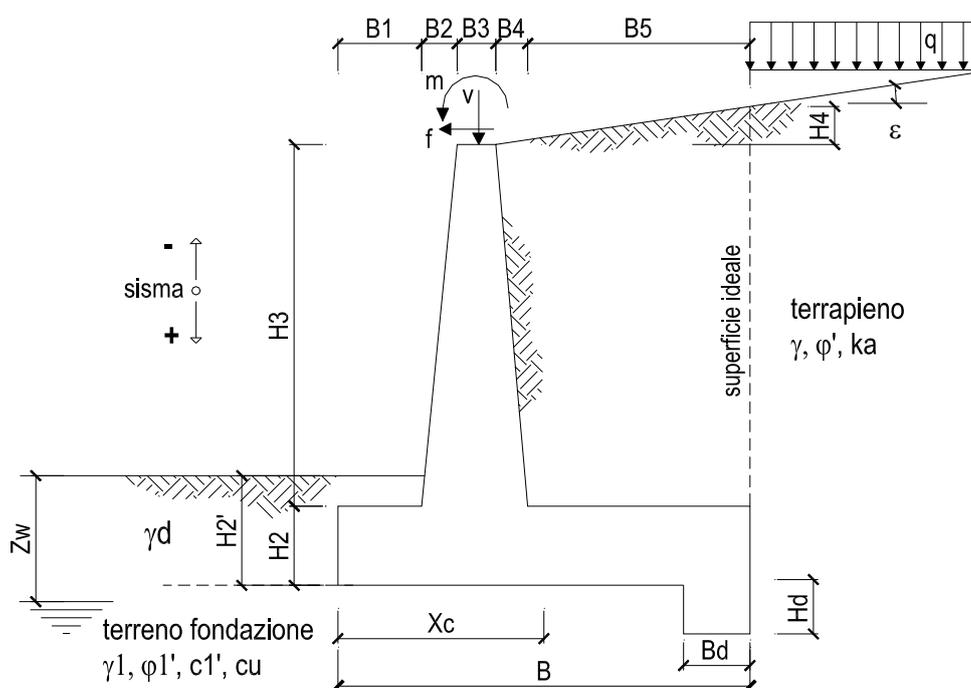
Si riporta nel seguito la valutazione dell'entità dei carichi fissi e variabili che intervengono ai fini delle analisi e verifiche delle opere di sostegno oggetto del presente documento.

Peso permanente strutturale

Per pesi permanenti strutturali si intendono le azioni associate ai pesi propri del muro e del terreno di riempimento.

Ai fini del calcolo del peso del muro si considera un peso per unità di volume $\gamma_m = 25 \text{ kN/m}^3$.
Il terreno di riempimento ha peso per unità di volume $\gamma_{\text{rint}} = 20 \text{ kN/m}^3$ e un angolo di attrito di progetto pari a $\varphi = 32^\circ$.

Con riferimento alla figura mostrata sotto:



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						39 di 239

Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	2.00	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0.00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0.40	(m)
Aggetto monte	B4 =	0.20	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	3.00	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	0.70	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	0.70	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	1.70	(m)
Altezza dente	Hd =	0.00	(m)
Larghezza dente	Bd =	0.00	(m)
Mezzeria Sezione	Xc =	1.50	(m)

Peso Specifico del Calcestruzzo	γ_{cls} =	25.00	(kN/m ³)
---------------------------------	------------------	-------	----------------------

FORZE VERTICALI

			SLE
- Peso del Muro (Pm)			
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2$	(kN/m)	0.00
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	20.00
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2$	(kN/m)	5.00
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	52.50
Pm5 =	$(Bd \cdot Hd \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	0.00
Pm =	$Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5$	(kN/m)	77.50
- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)			
Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma')$	(kN/m)	68.00
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4 + B5) \cdot H4 \cdot \gamma')$	(kN/m)	0.00
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma') / 2$	(kN/m)	4.00
Sovr =	$q_p \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	0.00
Pt =	$Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr$	(kN/m)	72.00
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro			
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	38
Sovr acc. Sism	$q_s \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	0

Le spinte del terreno a monte sono state valutate coerentemente con la caratterizzazione mostrata al paragrafo 9.3.

Il coefficiente di spinta attiva è stato valutato utilizzando la teoria del cuneo di rottura di Coulomb, che tiene conto, oltre alle ipotesi base della teoria di Rankine, anche della presenza dell'attrito fra terra e muro δ e della superficie interna del paramento del muro

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	40 di 239

comunque inclinata di un angolo ψ . Lo sviluppo analitico della teoria di Coulomb è stato definito da Muller-Breslau, i quali valutano il coefficiente di spinta attiva in condizione statica come:

$$k_a = \frac{\sin^2(\psi + \varphi)}{\sin^2(\varphi) \cdot \sin(\psi - \varphi) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta)}{\sin(\psi - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

dove:

φ è l'angolo di resistenza a taglio del terreno;

δ è l'angolo di attrito terra-muro, assunto pari a $2/3 \varphi$;

ε è l'inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terreno;

β è l'inclinazione rispetto alla verticale della parete interna del muro.

Azione del sovraccarico a tergo del muro

Si assume cautelativamente un'azione da traffico stradale convenzionale pari a 20 kPa uniformemente ed indefinitamente distribuito sul pendio a monte dell'opera.

Azione sismica

L'analisi sismica dei muri è stata eseguita con il metodo pseudo-statico. I coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v sono valutati con le relazioni:

$$k_h = \beta_m \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove:

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	41 di 239

β_m è un coefficiente dipendente dal valore dell'accelerazione orizzontale a_g e dalla tipologia di sottosuolo. Nel caso in esame, essendo il sottosuolo di categoria C e $a_g(g)$ compresa tra 0.2 e 0.4, si assume $\beta_m=0.31$;

k_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

k_v è il coefficiente sismico in direzione verticale;

L'accelerazione massima viene valutata come:

$$\frac{a_{max}}{g} = S_R \cdot S_T \cdot \frac{a_g}{g}$$

dove:

$S_s = 1.37$ tiene conto dell'amplificazione stratigrafica;

$S_t = 1.00$ tiene conto dell'amplificazione topografica;

$\frac{a_g}{g} = 0.22$ è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito per lo SLV.

La valutazione della spinta in condizioni dinamiche viene effettuata con il metodo di Mononobe e Okabe:

per $\beta \leq \varphi - \theta$

$$k_{a,s} = \frac{\sin^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos(\theta) \cdot \sin^2(\psi - \theta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

per $\beta > \varphi - \theta$

$$k_{a,s} = \frac{\sin^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos(\theta) \cdot \sin^2(\beta) \cdot \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

dove:

θ è l'angolo tale che $\tan \theta = \frac{k_h}{1+k_v}$;

La tabella seguente riporta i suddetti parametri, distinguendo le combinazioni di verifica in base all'approccio perseguito:

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO						
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO						
Mandataria:	Mandante:							
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080	Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	42 di 239

Dati Sismici	Accelerazione sismica	a _g /g	0.36	(-)
	Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	S _s	1.062	(-)
	Coefficiente Amplificazione Topografico	S _T	1	(-)
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β _s	0.31	(-)
	Coefficiente sismico orizzontale	kh	0.1185192	(-)
	Coefficiente sismico verticale	kv	0.0593	(-)
	Muro libero di traslare o ruotare	<input checked="" type="radio"/> si <input type="radio"/> no		

			SLE	STR	GEO	EQU
Coefficienti di Spinta	Coeff. di Spinta Attiva Statico	ka	0.238	0.238	0.307	0.307
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica si	kas+	0.298	0.298	0.376	0.376
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica si	kas-	0.306	0.306	0.385	0.385
	Coeff. Di Spinta Passiva	kp	2.464	2.464	2.075	2.075
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica	kps+	2.280	2.280	1.903	1.903
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica	kps-	2.255	2.255	1.879	1.879

Sono state altresì considerate le forze di inerzia dovute al peso del muro e del terreno gravante sulla zattera di monte, valutate come:

$$F_i = k_{iH} \cdot W_i$$

Per quanto riguarda l'incremento sismico di spinta dovuto ai terrapieni, esso è stato applicato alla stessa altezza dell'aliquota statica, così come prescritto dalla norma per muri liberi di traslare e ruotare intorno al piede.

9.4.2 Combinazioni di carico SLU

Tutte le condizioni di carico elementari di carico possono essere raggruppate nei seguenti gruppi di condizioni:

G1: azioni dovute al peso proprio e ai carichi permanenti strutturali;

G2: azioni dovute ai carichi permanenti non strutturali;

P: azioni dovute ai carichi di precompressione;

Q_{ik}: azioni dovute ai sovraccarichi accidentali;

E: azioni dovute ai carichi sismici orizzontali e verticali.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						43 di 239

Secondo quanto previsto dalle NTC 2008, si considerano tutte le combinazioni non sismiche del tipo:

$$F_d = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_p \cdot P_k + \gamma_q \left[Q_k + \sum (\Psi_{0i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

essendo:

Carichi	Coef.	Condizione		
	$\gamma_F (\gamma_E)$	EQU	STR (A1)	GEO (A2)
Permanenti	$\gamma_{G,1}$	0.9÷1.1	1.0÷1.3	1.0÷1.0
Perm.non strutturali	$\gamma_{G,2}$	0.0÷1.5	0.0÷1.5	0.0÷1.3
Variabili	$\gamma_{Q,i}$	0.0÷1.5	0.0÷1.5	0.0÷1.3

Tabella 1-Coefficienti parziali per le azioni favorevoli-sfavorevoli

$\gamma_p = 1.00$ (precompressione)

$\Psi_{0i} = 0 \div 1.00$ (coefficiente di combinazione allo SLU per tutte le condizioni di carico elementari variabili per tipologia e categoria Q_{ik})

Le combinazioni sismiche considerate sono:

$$F_d = G_1 + G_2 + P_k + E + \left[\sum (\Psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

essendo:

$\Psi_{2i} = 0$ nel caso di sovraccarichi stradali.

9.4.3 Combinazione di carico SLE

Secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, si considerano le combinazioni:

$$F_d = G_1 + G_2 + P_k + \left[\sum (\Psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

Essendo, nel caso di carichi stradali, Ψ_{2i} pari a 0 per la combinazione quasi permanente, pari a 0.75 per la combinazione frequente e pari a 1 per la combinazione rara.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						44 di 239

9.4.4 Verifiche agli stati limite ultimi

Le sollecitazioni di calcolo per le verifiche SLU e SLV sono state ottenute calcolando le risultanti di tutte le azioni normali, taglianti e flettenti rispetto al piano di fondazione. Si riportano di seguito i valori caratteristici.

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

			SLE
- Muro (Mm)			
Mm1 =	$Pm1 \cdot (B1 + 2/3 B2)$	(kNm/m)	0.00
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1 + B2 + 0,5 \cdot B3)$	(kNm/m)	18.00
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/3 B4)$	(kNm/m)	5.83
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	78.75
Mm5 =	$Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0.00
Mm =	$Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5$	(kNm/m)	102.58
- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro			
Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4 + 0,5 \cdot B5)$	(kNm/m)	146.20
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	0.00
Mt3 =	$Pt3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4)$	(kNm/m)	4.93
Msovr =	$Sovr \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	0.00
Mt =	$Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr$	(kNm/m)	151.13
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro			
Sovr acc. Stat	$\cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	77.9
Sovr acc. Sism	$\cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	0

APPALTATORE:	TELESE s.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI						
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO						
Mandatario:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	45 di 239

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)

Ps h =	$Pm \cdot kh$	(kN/m)	9.19
Ps v =	$Pm \cdot kv$	(kN/m)	4.59

- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)

Ptsh =	$Pt \cdot kh$	(kN/m)	8.53
Ptsv =	$Pt \cdot kv$	(kN/m)	4.27

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)

MPs1 h=	$kh \cdot Pm1 \cdot (H2 + H3/3)$	(kNm/m)	0.00
MPs2 h=	$kh \cdot Pm2 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	4.03
MPs3 h=	$kh \cdot Pm3 \cdot (H2 + H3/3)$	(kNm/m)	0.81
MPs4 h=	$kh \cdot Pm4 \cdot (H2/2)$	(kNm/m)	2.18
MPs5 h=	$-kh \cdot Pm5 \cdot (Hd/2)$	(kNm/m)	0.00
MPs h=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	7.02

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)

MPs1 v=	$kv \cdot Pm1 \cdot (B1 + 2/3 \cdot B2)$	(kNm/m)	0.00
MPs2 v=	$kv \cdot Pm2 \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	1.07
MPs3 v=	$kv \cdot Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4/3)$	(kNm/m)	0.35
MPs4 v=	$kv \cdot Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	4.67
MPs5 v=	$kv \cdot Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0.00
MPs v=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	6.08

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)

MPts1 h=	$kh \cdot Pt1 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	13.70
MPts2 h=	$kh \cdot Pt2 \cdot (H2 + H3 + H4/3)$	(kNm/m)	0.00
MPts3 h=	$kh \cdot Pt3 \cdot (H2 + H3 \cdot 2/3)$	(kNm/m)	0.96
MPts h=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	14.66

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)

MPts1 v=	$kv \cdot Pt1 \cdot ((H2 + H3/2) - (B - B5/2) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	8.66
MPts2 v=	$kv \cdot Pt2 \cdot ((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	0.00
MPts3 v=	$kv \cdot Pt3 \cdot ((H2 + H3 \cdot 2/3) - (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	0.33
MPts v=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	9.00

APPALTATORE:	TELESE s.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080							
Muri di sostegno - Relazione di calcolo							
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	46 di 239	

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

			SLE
- Spinta totale condizione statica			
St	=	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m) 17.34
Sq perm	=	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m) 0.00
Sq acc	=	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m) 12.85
- Componente orizzontale condizione statica			
Sth	=	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m) 17.34
Sqh perm	=	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 0.00
Sqh acc	=	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 12.85
- Componente verticale condizione statica			
Stv	=	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00
Sqv perm	=	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00
Sqv acc	=	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00
- Spinta passiva sul dente			
Sp	=	$\frac{1}{2} \cdot g1 \cdot Hd^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma1 \cdot Hd^2 \cdot kp + (2 \cdot c1 \cdot kp^{0.5} + \gamma1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m) 0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

			SLE
MSt1	=	$St \cdot h \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)$	(kNm/m) 15.61
MSt2	=	$St \cdot v \cdot B$	(kNm/m) 0.00
MSq1 perm	=	$Sq \text{ h perm} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m) 0.00
MSq1 acc	=	$Sq \text{ h acc} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m) 17.34
MSq2 perm	=	$Sq \text{ v perm} \cdot B$	(kNm/m) 0.00
MSq2 acc	=	$Sq \text{ v acc} \cdot B$	(kNm/m) 0.00
MSp	=	$\gamma1 \cdot Hd^3 \cdot kp / 3 + (2 \cdot c1 \cdot kp^{0.5} + \gamma1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m) 0.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080						FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo						B 47 di 239

Spinte e momenti SLU A1

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

		SLE	STR/GEO	EQU
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m) 17.34	22.54	24.63
Sq perm =	$q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sq acc =	$q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$	(kN/m) 12.85	19.27	24.88

- Componente orizzontale condizione statica

Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m) 17.34	22.54	24.63
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 12.85	19.27	24.88

- Componente verticale condizione statica

Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sqv perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sqv acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

Sp =	$\frac{1}{2} \cdot g_1 \cdot H_d^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot H_d^2 \cdot k_p + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
------	---	-------------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO	EQU
MSt1 =	$St \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m) 15.61	20.29	22.17
MSt2 =	$St \cdot B$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSq1 perm =	$Sq \text{ perm} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSq1 acc =	$Sq \text{ acc} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m) 17.34	26.01	33.59
MSq2 perm =	$Sq \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSq2 acc =	$Sq \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSp =	$\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_p / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						48 di 239

Spinte e momenti SLV A1+

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	17.34	17.34	22.39
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	5.67	5.67	6.62
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente orizzontale condizione sismica +

Sst1h stat = Sst1 stat * cos δ	(kN/m)	17.34	17.34	22.39
Sst1h sism = Sst1 sism * cos δ	(kN/m)	5.67	5.67	6.62
Ssq1h perm = Ssq1 perm * cos δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * cos δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente verticale condizione sismica +

Sst1v stat = Sst1 stat * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Sst1v sism = Sst1 sism * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v perm = Ssq1 perm * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1+kv) \cdot Hd^2 \cdot kps^+ + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot (1+kv) \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
--	--------	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = Sst1h stat * ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)	(kNm/m)	15.61	15.61	20.15
MSst1 sism = Sst1h sism * ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)	(kNm/m)	5.10	5.10	5.96
MSst2 stat = Sst1v stat * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSst2 sism = Sst1v sism * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq1 = Ssq1h * ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq2 = Ssq1v * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSp = $\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kps^+ / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						49 di 239

Spinte e momenti SLV A1-

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	17.34	17.34	22.39
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^-$ - Sst1 stat	(kN/m)	3.67	3.67	4.03
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^-$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^-$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente orizzontale condizione sismica -

Sst1h stat = Sst1 stat * $\cos \delta$	(kN/m)	17.34	17.34	22.39
Sst1h sism = Sst1 sism * $\cos \delta$	(kN/m)	3.67	3.67	4.03
Ssq1h perm = Ssq1 perm * $\cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * $\cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente verticale condizione sismica -

Sst1v stat = Sst1 stat * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Sst1v sism = Sst1 sism * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v perm = Ssq1 perm * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1-kv) \cdot Hd^2 \cdot kps + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{-0.5} + \gamma_1 \cdot (1-kv) \cdot kps \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
--	--------	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = Sst1h stat * $((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m)	15.61	15.61	20.15
MSst1 sism = Sst1h sism * $((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	3.30	3.30	3.63
MSst2 stat = Sst1v stat * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSst2 sism = Sst1v sism * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq1 = Ssq1h * $((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq2 = Ssq1v * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSp = $\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kps + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{0.5} + \gamma_1 \cdot kps \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080						FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo						B 50 di 239

Spinte e momenti SLU A2

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

		SLE	STR/GEO	EQU
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m) 17.34	22.39	24.63
Sq perm =	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sq acc =	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m) 12.85	21.56	24.88

- Componente orizzontale condizione statica

Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m) 17.34	22.39	24.63
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 12.85	21.56	24.88

- Componente verticale condizione statica

Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sqv perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sqv acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

Sp =	$\frac{1}{2} \cdot g1 \cdot Hd^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma1 \cdot Hd^2 \cdot kp + (2 \cdot c1 \cdot kp^{0.5} + \gamma1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
------	--	-------------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO	EQU
MSt1 =	$St \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)$	(kNm/m) 15.61	20.15	22.17
MSt2 =	$St \cdot B$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSq1 perm =	$Sqh \text{ perm} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSq1 acc =	$Sqh \text{ acc} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m) 17.34	29.11	33.59
MSq2 perm =	$Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSq2 acc =	$Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSp =	$\gamma1 \cdot Hd^3 \cdot kp / 3 + (2 \cdot c1 \cdot kp^{0.5} + \gamma1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						51 di 239

Spinte e momenti SLV A2+

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	17.34	22.39	22.39
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	5.67	6.62	6.62
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente orizzontale condizione sismica +

Sst1h stat = Sst1 stat * cos δ	(kN/m)	17.34	22.39	22.39
Sst1h sism = Sst1 sism * cos δ	(kN/m)	5.67	6.62	6.62
Ssq1h perm = Ssq1 perm * cos δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * cos δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente verticale condizione sismica +

Sst1v stat = Sst1 stat * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Sst1v sism = Sst1 sism * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v perm = Ssq1 perm * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1+kv) \cdot Hd^2 \cdot kps^+ + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot (1+kv) \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
--	--------	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = Sst1h stat * ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)	(kNm/m)	15.61	20.15	20.15
MSst1 sism = Sst1h sism * ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)	(kNm/m)	5.10	5.96	5.96
MSst2 stat = Sst1v stat * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSst2 sism = Sst1v sism * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq1 = Ssq1h * ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq2 = Ssq1v * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSp = $\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kps^+ / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI						
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO						
Mandatario:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	52 di 239

Spinte e momenti SLV A2-

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	17.34	22.39	22.39
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^-$ - Sst1 stat	(kN/m)	3.67	4.03	4.03
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^-$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^-$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente orizzontale condizione sismica -

Sst1h stat = Sst1 stat * $\cos \delta$	(kN/m)	17.34	22.39	22.39
Sst1h sism = Sst1 sism * $\cos \delta$	(kN/m)	3.67	4.03	4.03
Ssq1h perm = Ssq1 perm * $\cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * $\cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente verticale condizione sismica -

Sst1v stat = Sst1 stat * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Sst1v sism = Sst1 sism * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v perm = Ssq1 perm * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1-kv) \cdot Hd^2 \cdot kps + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{-0.5} + \gamma_1 \cdot (1-kv) \cdot kps \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
--	--------	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = Sst1h stat * $((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m)	15.61	20.15	20.15
MSst1 sism = Sst1h sism * $((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	3.30	3.63	3.63
MSst2 stat = Sst1v stat * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSst2 sism = Sst1v sism * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq1 = Ssq1h * $((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq2 = Ssq1v * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSp = $\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kps + 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot kps \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	53 di 239

1.1.1.1 Verifica GEO a capacità portante della fondazione

La verifica si effettua tanto in condizioni statiche quanto in condizioni dinamiche nella combinazione A2+M2+R2.

Verifica SLU

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v + St_v + S_{q_v} (+ Sovr\ acc)$		149.50	198.90	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{th} + S_{qh} + f - S_p$		43.96	43.96	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \Sigma M$		204.45	305.72	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c * N - MM$		19.80	-7.37	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c'ic + q_0'N_q'iq + 0,5*\gamma_1'B*N_\gamma'i_\gamma$$

$c'1'$	coesione terreno di fondaz.	9.60		(kPa)
$\phi'1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	20.46		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	16.67		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma_d'H_2'$	sovraccarico stabilizzante	0.00		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.13	-0.04	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	2.74	2.93	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = tg^2(45 + \phi'/2)*e^{(\pi*tg(\phi'))}$	(1 in cond. nd)	6.70		(-)
$N_c = (N_q - 1)/tg(\phi')$	(2+ π in cond. nd)	15.27		(-)
$N_\gamma = 2*(N_q + 1)*tg(\phi')$	(0 in cond. nd)	5.74		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T/(N + B*c'*cotg(\phi')))^m$	(1 in cond. nd)	0.64	0.71	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q)/(N_q - 1)$		0.58	0.58	(-)
$i_\gamma = (1 - T/(N + B*c'*cotg(\phi')))^{m+1}$		0.51	0.52	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	151.64	152.75	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = $q_{lim} * B^* / N$	Nmin	2.77	>	1
		Nmax	2.25	>	

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	54 di 239

Verifica SLV+

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} + (S_{ovr acc})$		158.36	158.36	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$		46.73		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \sum M$		221.00	221.00	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c \cdot N - MM$		16.54	16.54	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c' N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$$

c'	coesione terreno di fondaz.	9.60		(kN/mq)
ϕ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	20.46		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	16.67		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d^2 H^2$	sovraccarico stabilizzante	0.00		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.10	0.10	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	2.79	2.79	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \tan^2(45 + \phi/2) e^{(\pi \tan(\phi))}$	(1 in cond. nd)	6.70		(-)
$N_c = (N_q - 1) \tan(\phi)$	(2+ π in cond. nd)	15.27		(-)
$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan(\phi)$	(0 in cond. nd)	5.74		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T/(N + B^* c' \cot(\phi)))^m$	(1 in cond. nd)	0.64	0.64	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q)/(N_q - 1)$		0.57	0.57	(-)
$i_\gamma = (1 - T/(N + B^* c' \cot(\phi)))^{m+1}$		0.51	0.51	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	151.37	151.37	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = $q_{lim} \cdot B^* / N$	Nmin	2.67	>	1
		Nmax	2.67	>	

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	55 di 239

Verifica SLV-

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$		140.64	140.64	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$		44.15		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \Sigma M$		193.18	193.18	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c \cdot N - MM$		17.79	17.79	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c' N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B^* N_\gamma i_\gamma$$

c'	coesione terreno di fondaz.	9.60		(kN/mq)
ϕ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	20.46		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	16.67		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d^* H_2'$	sovraccarico stabilizzante	0.00		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.13	0.13	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	2.75	2.75	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \tan^2(45 + \phi/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan(\phi))}$	(1 in cond. nd)	6.70		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan(\phi)$	(2+ π in cond. nd)	15.27		(-)
$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan(\phi)$	(0 in cond. nd)	5.74		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B^* c' \cot(\phi)))^m$	(1 in cond. nd)	0.63	0.63	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.56	0.56	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* c' \cot(\phi)))^{m+1}$		0.50	0.50	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	147.23	147.23	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = $q_{lim} \cdot B^* / N$	Nmin	2.88	>	1
		Nmax	2.88	>	

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	56 di 239

1.1.1.2 Verifiche GEO a scorrimento sul piano di posa della fondazione

La verifica si effettua tanto in condizioni statiche quanto in condizioni dinamiche nella combinazione A2+M2+R2. Nella risultante delle forze verticale N non si tiene conto, a vantaggio di sicurezza, del sovraccarico accidentale sulla zattera di monte.

Verifica SLU

Risultante forze verticali (N)				
$N = P_m + P_t + v + Stv + Sqv_{perm} + Sqv_{acc}$	149.50	(kN/m)		
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{th} + S_{qh} + f$	43.96	(kN/m)		
Coefficiente di attrito alla base (f)				
$f = tg\phi_1'$	0.37	(-)		
Fs scorr. $(N \cdot f + Sp) / T$	1.27	>		1

Verifica SLV+

Risultante forze verticali (N)				
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$	158.36	(kN/m)		
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh}$	46.73	(kN/m)		
Coefficiente di attrito alla base (f)				
$f = tg\phi_1'$	0.37	(-)		
Fs = $(N \cdot f + Sp) / T$	1.26	>		1

Verifica SLV-

Risultante forze verticali (N)				
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$	140.64	(kN/m)		
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh}$	44.15	(kN/m)		
Coefficiente di attrito alla base (f)				
$f = tg\phi_1'$	0.37	(-)		
Fs = $(N \cdot f + Sp) / T$	1.19	>		1

APPALTATORE:	 <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	57 di 239

1.1.1.3 Verifica EQU a ribaltamento

La verifica si effettua tanto in condizioni statiche quanto in condizioni dinamiche nella combinazione EQU+M2+R2. Anche qui, a vantaggio di sicurezza, non si tiene conto del contributo stabilizzante del sovraccarico accidentale sulla zattera di monte.

Verifica SLU

Momento stabilizzante (Ms)				
Ms =	Mm + Mt + Mfext3	228.35	(kNm/m)	
Momento ribaltante (Mr)				
Mr =	MSt + MSq + Mfext1+ Mfext2 + MSp	55.76	(kNm/m)	
Fs ribaltamento	Ms / Mr	4.10	>	1

Verifica SLV+

Momento stabilizzante (Ms)				
Ms =	Mm + Mt + Mfext3	253.72	(kNm/m)	
Momento ribaltante (Mr)				
Mr =	MSst+MSsq+Mfext1+Mfext2+MSp+MPs+Mpts	32.72	(kNm/m)	
Fr =	Ms / Mr	7.75	>	1

Verifica SLV-

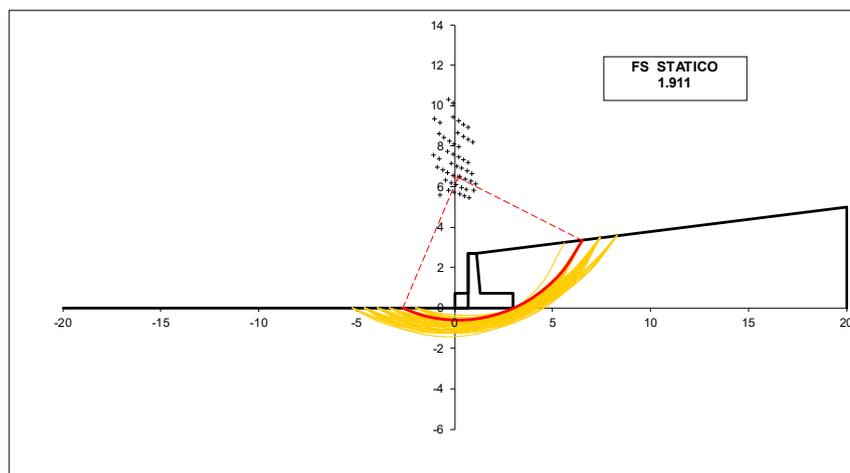
Momento stabilizzante (Ms)				
Ms =	Mm + Mt + Mfext3	253.72	(kNm/m)	
Momento ribaltante (Mr)				
Mr =	MSst+MSsq+Mfext1+Mfext2+MSp+MPs+Mpts	60.54	(kNm/m)	
Fr =	Ms / Mr	4.19	>	1

APPALTATORE:	TELESE s.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						58 di 239

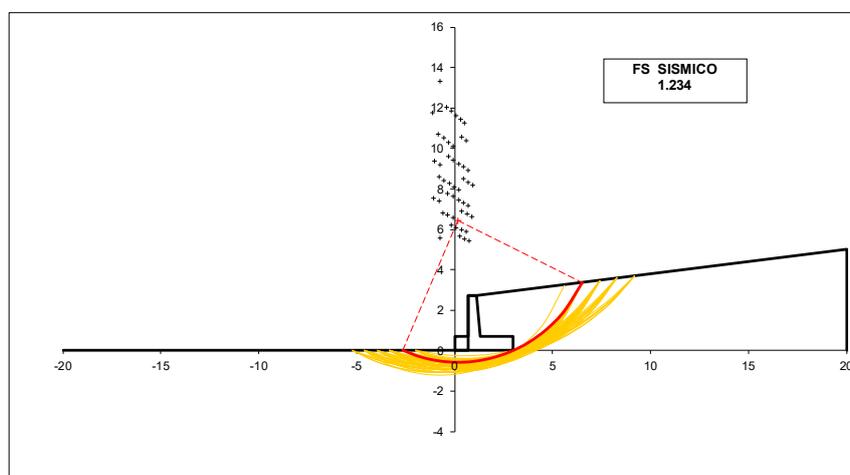
1.1.1.4 Verifica GEO a stabilità globale

Le verifiche effettuate vengono di seguito presentate in forma sintetica. Nelle figure, in alto, è indicato il coefficiente di sicurezza minimo FS che fa riferimento alla superficie di scorrimento critica evidenziata in rosso; il valore FS minimo deve essere confrontato con il coefficiente di sicurezza previsto dalla normativa per la combinazione considerata: $R_2=1.10$.

Verifica in condizioni statiche



Verifica in condizioni sismiche



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080	Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	59 di 239

1.1.1.5 Verifiche STR

Le verifiche vengono condotte, tanto in condizione statica che in condizione dinamica, nella combinazione A1+M1+R1.

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

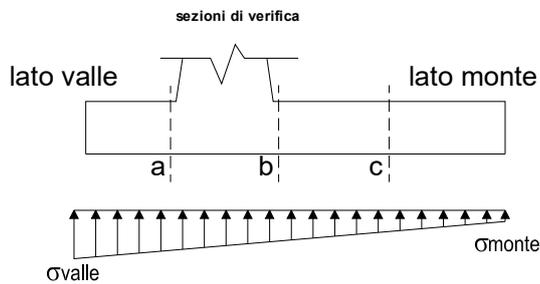
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 3.00 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 1.50 \text{ (m}^3\text{)}$$

caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
statico	149.50	16.84	61.06	38.61
	206.50	-14.51	59.16	78.51
sisma+	158.36	11.14	60.21	45.36
	158.36	11.14	60.21	45.36
sisma-	140.64	12.91	55.49	38.27
	140.64	12.91	55.49	38.27



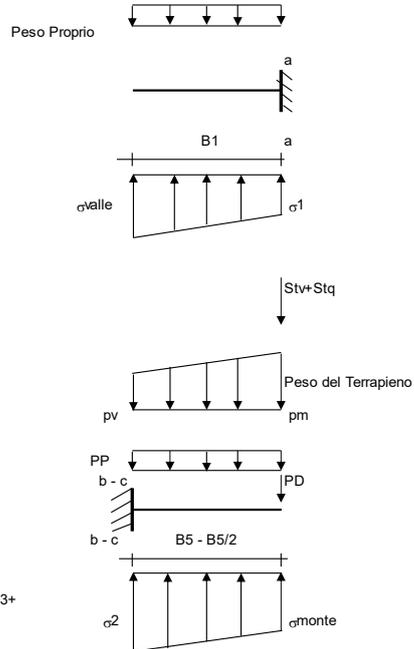
Mensola Lato Valle

$$\text{Peso Proprio. PP} = 17.50 \text{ (kN/m)}$$

$$M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_a = \sigma_1 \cdot B + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B / 2 - PP \cdot B \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{valle}	σ_1	M_a	V_a
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	61.06	55.82	10.24	28.66
	59.16	63.67	10.57	30.74
sisma+	60.21	56.75	9.93	28.48
	60.21	56.75	10.18	28.48
sisma-	55.49	51.47	9.23	25.06
	55.49	51.47	8.98	25.06



Mensola Lato Monte

$$\text{PP} = 17.50 \text{ (kN/m)} \quad \text{peso proprio soletta fondazione}$$

$$\text{PD} = 0.00 \text{ (kN/m)} \quad \text{peso proprio dente}$$

	Nmin	N max stat	N max sism	
p_m	40.00	70.00	40.00	(kN/m ²)
p_{vb}	40.00	70.00	40.00	(kN/m ²)
p_{vc}	40.00	70.00	40.00	(kN/m ²)

$$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 + (St + Sq) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H2 / 2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2)^2 / 2 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot (B5 / 2)^2 / 6 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2)^2 / 3 + (St + Sq) \cdot (B5 / 2) \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2 - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H2 / 2$$

$$V_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot B + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot B / 2 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B / 2 - (St + Sq) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2) + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot (B5 / 2) / 2 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2) / 2 - (St + Sq) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{monte}	σ_2	M_b	V_b	σ_2	M_c	V_c
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	38.61	51.33	-21.17	-21.30	44.97	-6.06	-13.35
	78.51	67.54	-18.27	-24.61	73.03	-3.91	-9.97
sisma+	45.36	53.78	-18.41	-19.27	49.57	-5.11	-11.43
	45.36	53.78	-18.41	-19.27	49.57	-5.11	-11.43
sisma-	38.27	48.03	-18.16	-18.60	43.15	-5.13	-11.37
	38.27	48.03	-18.16	-18.60	43.15	-5.13	-11.37

APPALTATORE:



ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO

PROGETTAZIONE:

Mandataria: Mandante:

SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.

PROGETTO ESECUTIVO

NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080
Muri di sostegno - Relazione di calcolo

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IF2R 3.2.E.ZZ CL NV.30.0.0.001 B 60 di 239

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a_{orizz}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a_{orizz}}) \cdot h^2 \cdot h/2 \quad o \cdot h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m + f \cdot h$$

$$M_{inerzia} = \sum P m_i \cdot b_i \cdot kh$$

$$N_{ext} = v$$

$$N_{pp+inerzia} = \sum P m_i \cdot (1 \pm kv)$$

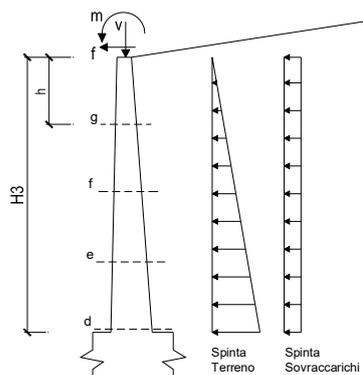
$$V_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

$$V_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a_{orizz}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a_{orizz}}) \cdot h^2$$

$$V_q = K_{a_{orizz}} \cdot q \cdot h$$

$$V_{ext} = f$$

$$V_{inerzia} = \sum P m_i \cdot kh$$



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.00	8.25	14.27	0.00	22.52	0.00	25.00	25.00
e-e	1.50	3.48	8.03	0.00	11.51	0.00	17.81	17.81
f-f	1.00	1.03	3.57	0.00	4.60	0.00	11.25	11.25
g-g	0.50	0.13	0.89	0.00	1.02	0.00	5.31	5.31

sezione	h	Vt	Vq	V _{ext}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.00	12.37	14.27	0.00	26.64
e-e	1.50	6.96	10.70	0.00	17.66
f-f	1.00	3.09	7.14	0.00	10.23
g-g	0.50	0.77	3.57	0.00	4.34

condizione sismica +

sezione	h	M _{t stat}	M _{t sism}	M _q	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.00	6.34	2.07	0.00	0.00	2.77	11.18	0.00	26.48	26.48
e-e	1.50	2.68	0.87	0.00	0.00	1.50	5.05	0.00	18.87	18.87
f-f	1.00	0.79	0.26	0.00	0.00	0.64	1.69	0.00	11.92	11.92
g-g	0.50	0.10	0.03	0.00	0.00	0.15	0.29	0.00	5.63	5.63

sezione	h	V _{t stat}	V _{t sism}	V _q	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.00	9.52	3.11	0.00	0.00	2.96	15.59
e-e	1.50	5.35	1.75	0.00	0.00	2.11	9.21
f-f	1.00	2.38	0.78	0.00	0.00	1.33	4.49
g-g	0.50	0.59	0.19	0.00	0.00	0.63	1.42

condizione sismica -

sezione	h	M _{t stat}	M _{t sism}	M _q	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.00	6.34	1.34	0.00	0.00	2.77	10.45	0.00	23.52	23.52
e-e	1.50	2.68	0.57	0.00	0.00	1.50	4.74	0.00	16.76	16.76
f-f	1.00	0.79	0.17	0.00	0.00	0.64	1.60	0.00	10.58	10.58
g-g	0.50	0.10	0.02	0.00	0.00	0.15	0.27	0.00	5.00	5.00

sezione	h	V _{t stat}	V _{t sism}	V _q	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.00	9.52	2.01	0.00	0.00	2.96	14.49
e-e	1.50	5.35	1.13	0.00	0.00	2.11	8.60
f-f	1.00	2.38	0.50	0.00	0.00	1.33	4.22
g-g	0.50	0.59	0.13	0.00	0.00	0.63	1.35

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	REV. B
						FOGLIO 61 di 239

In definitiva risulta:

- Armatura longitudinale

Posizione 1: 1 registro 5 Ø16

Posizione 4: 1 registro 5 Ø16

Posizione 5: 1 registro 5 Ø14

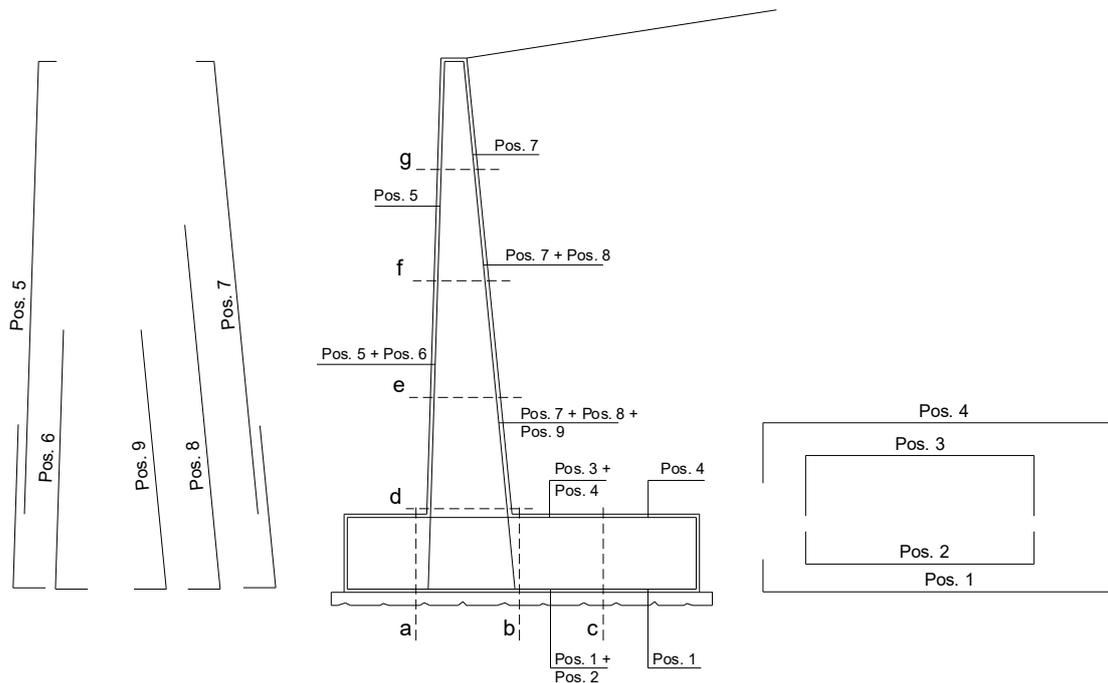
Posizione 7: 1 registro 5 Ø16

- Armatura trasversale

Non necessaria

Tutte le verifiche sono riferite ad un metro lineare di muro nella direzione longitudinale.

SCHEMA DELLE ARMATURE



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI						
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO						
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	62 di 239

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)
a - a	10.57	0.00	0.70	10.05	10.05	250.19
b - b	-21.17	0.00	0.70	10.05	10.05	250.19
c - c	-6.06	0.00	0.70	10.05	10.05	250.19
d - d	22.52	25.00	0.60	10.05	7.70	216.36
e - e	11.51	17.81	0.55	10.05	7.70	194.49
f - f	4.60	11.25	0.50	10.05	7.70	173.11
g - g	1.02	5.31	0.45	10.05	7.70	152.16

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

Sez.	V _{Ed}	h	V _{rd}	∅ staffe	i orizz.	i vert.	θ	V _{Rsd}	
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)	
a - a	30.74	0.70	236.64	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
b - b	24.61	0.70	236.64	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
c - c	13.35	0.70	236.64	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
d - d	26.64	0.60	212.28	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
e - e	17.66	0.55	197.14	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
f - f	10.23	0.50	181.86	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
g - g	4.34	0.45	166.38	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 63 di 239

9.4.5 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono quelle fornite dalle specifiche RFI (Requisiti concernenti la fessurazione per strutture in c.a., c.a.p. e miste acciaio-calcestruzzo) secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

In particolare, per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- Combinazione Caratteristica (Rara) $\delta_f \leq w_L = 0.2 \text{ mm}$

Le verifiche tensionali di cui ai par. 4.1.2.2.5.1 e 4.1.2.2.5.2 delle NTC 2008 sono state eseguite per la combinazione rara e la combinazione quasi permanente, controllando che le tensioni nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori ai seguenti valori limite:

Le verifiche di tensione si ritengono soddisfatte se sono verificate le seguenti condizioni:

Calcestruzzo

- Combinazione di carico caratteristica (RARA): 0.55 fck
- Combinazione di carico quasi permanente: 0.40 fck

Acciaio

- Combinazione di carico caratteristica (RARA): 0.75 fyk

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 64 di 239

1.1.1.6 Verifiche a fessurazione

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

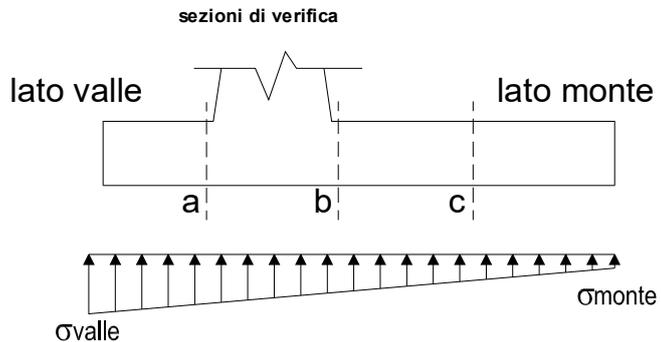
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 3.00 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 1.50 \text{ (m}^3\text{)}$$

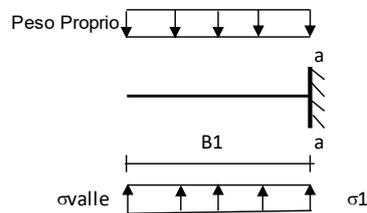
caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
Rara	149.50	3.48	52.16	47.51
	187.50	-17.42	50.89	74.11



Mensola Lato Valle

Peso Proprio. PP = 17.50 (kN/m)
 $Ma = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$

caso	σ_{valle}	σ_1	Ma
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]
Rara	52.16	51.07	8.40
	50.89	56.31	8.62



Mensola Lato Monte

PP = 17.50 (kN/m²) peso proprio soletta fondazione
 PD = 0.00 (kN/m) peso proprio dente

Nmin max Freq N max QP

pm = 40.00 60.00 60.00 (kN/m²)

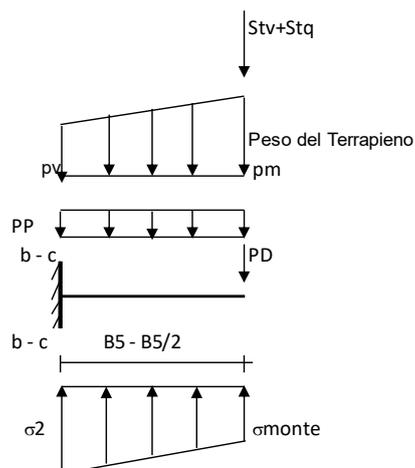
pvb = 40.00 60.00 60.00 (kN/m²)

pvc = 40.00 60.00 60.00 (kN/m²)

$$Mb = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (pm - p_{vb}) \cdot B^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot B^2 - PD \cdot (B^2 - Bd) / 2 + M_{sp} + Sp \cdot H^2 / 2$$

$$Mc = (\sigma_{monte} - p_{vc} + PP) \cdot (B/2)^2 / 2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B/2)^2 / 6 - (pm - p_{vc}) \cdot (B/2)^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot (B/2) - PD \cdot (B/2 - Bd/2) + M_{sp} + Sp \cdot H^2 / 2$$

caso	σ_{monte}	σ_{2b}	Mb	σ_{2c}	Mc
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN/m ²]	[kNm]
Rara	47.51	50.14	-13.17	48.83	-3.45
	74.11	60.95	-11.23	67.53	-2.02



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 65 di 239

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

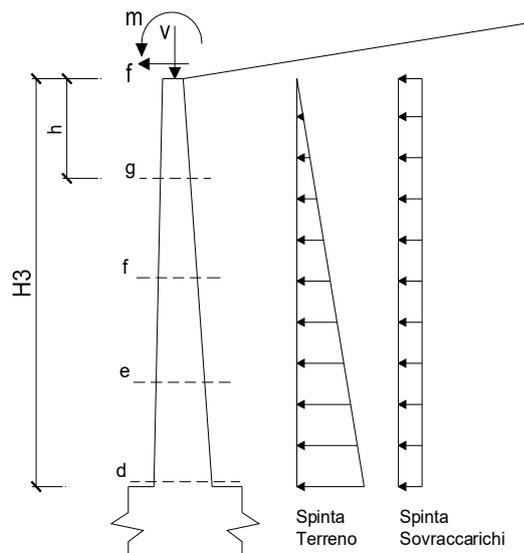
Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_t = \frac{1}{2} K_{a_{orizz.}} \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{orizz.}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m + f \cdot h$$

$$N_{ext} = v$$



sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.00	6.34	9.52	0.00	15.86	0.00	25.00	25.00
e-e	1.50	2.68	5.35	0.00	8.03	0.00	17.81	17.81
f-f	1.00	0.79	2.38	0.00	3.17	0.00	11.25	11.25
g-g	0.50	0.10	0.59	0.00	0.69	0.00	5.31	5.31

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ ^c	σ ^f	w _k	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	8.62	0.00	0.70	10.05	10.05	0.22	14.54	0.028	0.200
b - b	-13.17	0.00	0.70	10.05	10.05	0.34	22.20	0.042	0.200
c - c	-3.45	0.00	0.70	10.05	10.05	0.09	5.82	0.011	0.200
d - d	15.86	25.00	0.60	10.05	7.70	0.54	20.06	0.035	0.200
e - e	8.03	17.81	0.55	10.05	7.70	0.32	9.54	0.015	0.200
f - f	3.17	11.25	0.50	10.05	7.70	0.14	2.84	0.004	0.200
g - g	0.69	5.31	0.45	10.05	7.70	0.03	0.12	0.000	0.200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 3.2.E.ZZ CL NV.30.0.0.001 B 66 di 239

1.1.1.7 Verifiche alle tensioni

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

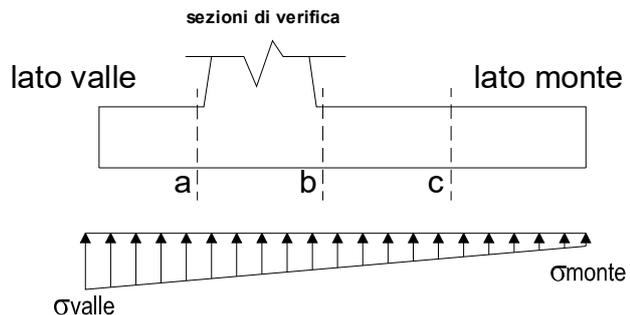
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 3.00 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 1.50 \text{ (m}^3\text{)}$$

caso	N [kN]	M [kNm]	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_{monte} [kN/m ²]
statico	149.50	3.48	52.16	47.51
	187.50	-17.42	50.89	74.11
sisma+	158.36	11.14	60.21	45.36
	158.36	11.14	60.21	45.36
sisma-	140.64	12.91	55.49	38.27
	140.64	12.91	55.49	38.27

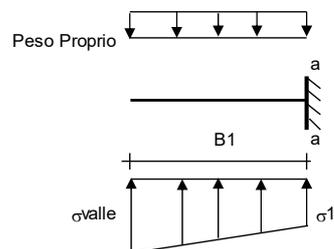


Mensola Lato Valle

$$\text{Peso Proprio. PP} = 17.50 \text{ (kN/m)}$$

$$M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_1 [kN/m ²]	M_a [kNm]
statico	52.16	51.07	8.40
	50.89	56.31	8.62
sisma+	60.21	56.75	9.93
	60.21	56.75	9.93
sisma-	55.49	51.47	9.23
	55.49	51.47	9.23



Mensola Lato Monte

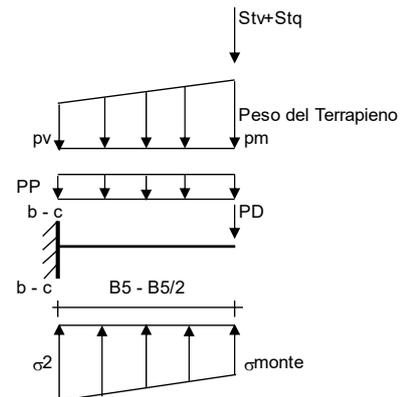
$$PP = 17.50 \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad \text{peso proprio soletta fondazione}$$

$$PD = 0.00 \text{ (kN/m)} \quad \text{peso proprio dente}$$

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	40.00	60.00	40.00	(kN/m ²)
pvb	40.00	60.00	40.00	(kN/m ²)
pvc	40.00	60.00	40.00	(kN/m ²)

$$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B/2 - Bd/2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2/2) + M_{sp} + Sp \cdot H2/2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B/2)^2 / 2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B/2)^2 / 6 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B/2)^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot (B/2) \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B/2 - Bd/2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2/2) + M_{sp} + Sp \cdot H2/2$$



caso	σ_{monte} [kN/m ²]	σ_{2b} [kN/m ²]	M_b [kNm]	σ_{2c} [kN/m ²]	M_c [kNm]
statico	47.51	50.14	-13.17	48.83	-3.45
	74.11	60.95	-11.23	67.53	-2.02
sisma+	45.36	53.78	-18.41	49.57	-5.11
	45.36	53.78	-18.41	49.57	-5.11
sisma-	38.27	48.03	-18.16	43.15	-5.13
	38.27	48.03	-18.16	43.15	-5.13

APPALTATORE:



ITINERARIO NAPOLI – BARI
 RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
 II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO

PROGETTAZIONE:

Mandataria: Mandante:

SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.

PROGETTO ESECUTIVO

NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080
 Muri di sostegno - Relazione di calcolo

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 IF2R 3.2.E.ZZ CL NV.30.0.0.001 B 67 di 239

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a_{\text{orizz}}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a_{\text{orizz}}} \cdot (1 \pm k_v) - K_{a_{\text{orizz}}}) \cdot h^2 \cdot h/2 \quad \text{ o } \cdot h/3$$

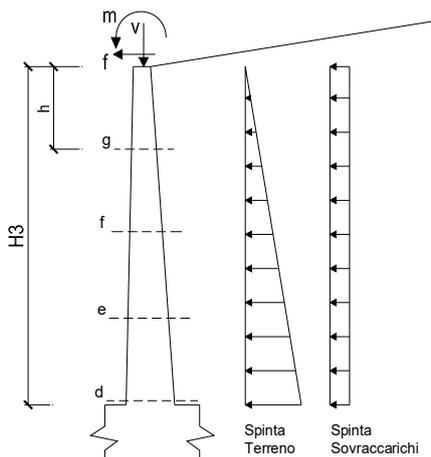
$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{\text{orizz}}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{\text{ext}} = m + f \cdot h$$

$$M_{\text{inerzia}} = \sum P m_i \cdot b_i \cdot k h \quad (\text{solo con sisma})$$

$$N_{\text{ext}} = v$$

$$N_{\text{pp+inerzia}} = \sum P m_i \cdot (1 \pm k_v)$$



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.00	6.34	9.52	0.00	15.86	0.00	25.00	25.00
e-e	1.50	2.68	5.35	0.00	8.03	0.00	17.81	17.81
f-f	1.00	0.79	2.38	0.00	3.17	0.00	11.25	11.25
g-g	0.50	0.10	0.59	0.00	0.69	0.00	5.31	5.31

condizione sismica +

sezione	h	Mt stat	Mt sism	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.00	6.34	2.07	0.00	0.00	2.77	11.18	0.00	26.48	26.48
e-e	1.50	2.68	0.87	0.00	0.00	1.50	5.05	0.00	18.87	18.87
f-f	1.00	0.79	0.26	0.00	0.00	0.64	1.69	0.00	11.92	11.92
g-g	0.50	0.10	0.03	0.00	0.00	0.15	0.29	0.00	5.63	5.63

condizione sismica -

sezione	h	Mt stat	Mt sism	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.00	6.34	1.34	0.00	0.00	2.77	10.45	0.00	23.52	23.52
e-e	1.50	2.68	0.57	0.00	0.00	1.50	4.74	0.00	16.76	16.76
f-f	1.00	0.79	0.17	0.00	0.00	0.64	1.60	0.00	10.58	10.58
g-g	0.50	0.10	0.02	0.00	0.00	0.15	0.27	0.00	5.00	5.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO						
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO						
Mandatario:	Mandante:							
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	68 di 239

Condizione Statica

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ^c	σ^f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	8.62	0.00	0.70	10.05	10.05	0.22	14.54
b - b	-13.17	0.00	0.70	10.05	10.05	0.34	22.20
c - c	-3.45	0.00	0.70	10.05	10.05	0.09	5.82
d - d	15.86	25.00	0.60	10.05	7.70	0.54	20.06
e - e	8.03	17.81	0.55	10.05	7.70	0.32	9.54
f - f	3.17	11.25	0.50	10.05	7.70	0.14	2.84
g - g	0.69	5.31	0.45	10.05	7.70	0.03	0.12

La verifica tensionale nella combinazione di carico Quasi Permanente per il calcestruzzo risulta automaticamente soddisfatta, in quanto la tensione in combinazione di carico Rara risulta inferiore al limite inerente alla combinazione di carico Quasi Permanente ($0.40f_{ck}$). La verifica risulta, pertanto, certamente soddisfatta secondo entrambe le combinazioni.

La verifica tensionale nella combinazione di carico Rara per l'acciaio risulta soddisfatta in quanto la tensione è inferiore al limite di 337.5 MPa.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	69 di 239

9.4.6 Incidenze armature

Visto lo sviluppo longitudinale del muro, il calcolo delle incidenze viene eseguito con riferimento ad un metro lineare, con incrementi che tengono conto delle eventuali sovrapposizioni e sfridi.

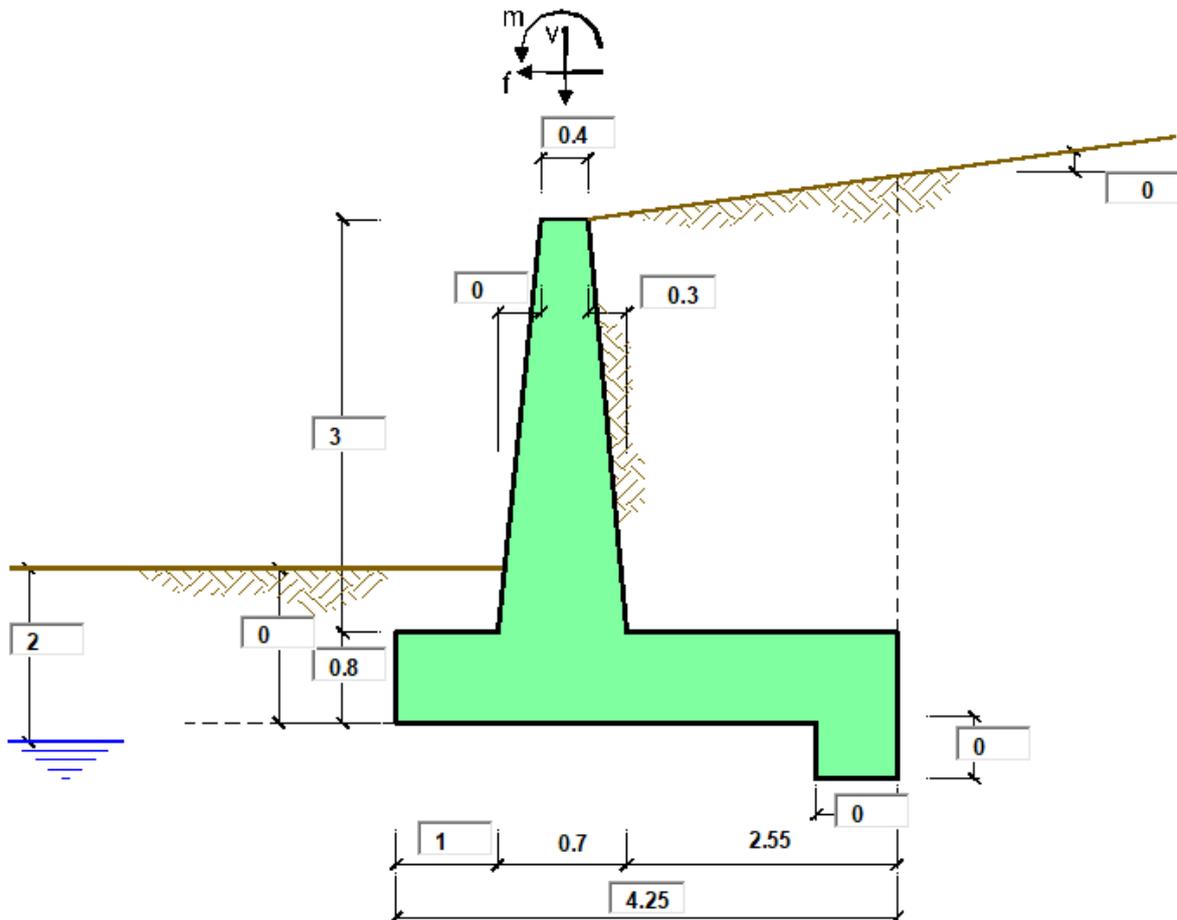
FONDAZIONE				
VOLUME CLS (mc/m)				2.1
	ϕ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
Trasv. Inf.	16	4.4	5	34.7
Trasv. Sup.	16	4.4	5	34.7
Long. Sup.	14	1.0	15	18.1
Long. Inf.	14	1.0	15	18.1
Parete	14	1.0	6	7.2
Attese	16	2.0	10	31.6
Spilli				0.0
Cavallotti	16	2.6	10	41.0
				0.0
				0.0
INCREMENTO %				19%
PESO TOTALE ARMATURA				221
INCIDENZA (kg/mc)				105

ELEVAZIONE				
VOLUME CLS (mc/m)				1.0
	ϕ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
Vert. L. monte	16	2.4	5	19.0
Vert. L. valle	16	2.4	5	19.0
Orizz. L. monte	14	1.0	10	12.1
Orizz. L. valle	14	1.0	10	12.1
Spilli	12	0.74	25	16.4
				0.0
				0.0
				0.0
				0.0
INCREMENTO %				27%
PESO TOTALE ARMATURA				100
INCIDENZA (kg/mc)				100

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO						
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO						
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	70 di 239
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo								

9.5 MURO TIPO DIRETTO H=3.0 M

Di seguito la geometria di calcolo adottata.



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO
		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B 71 di 239

9.5.1 Analisi dei carichi

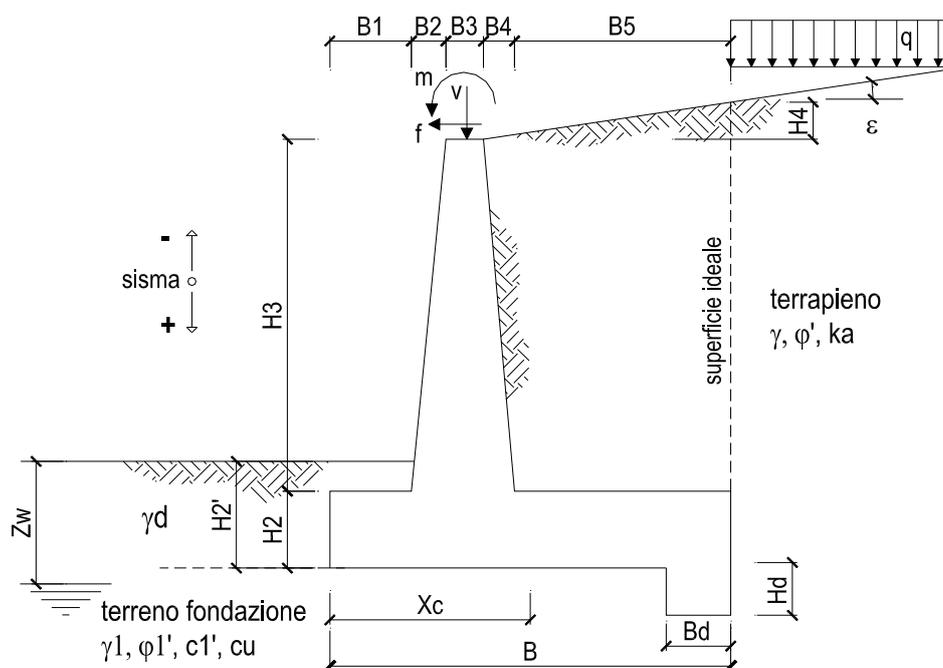
Si riporta nel seguito la valutazione dell'entità dei carichi fissi e variabili che intervengono ai fini delle analisi e verifiche delle opere di sostegno oggetto del presente documento.

Peso permanente strutturale

Per pesi permanenti strutturali si intendono le azioni associate ai pesi propri del muro e del terreno di riempimento.

Ai fini del calcolo del peso del muro si considera un peso per unità di volume $\gamma_m = 25 \text{ kN/m}^3$.
Il terreno di riempimento ha peso per unità di volume $\gamma_{\text{rint}} = 20 \text{ kN/m}^3$ e un angolo di attrito di progetto pari a $\varphi = 32^\circ$.

Con riferimento alla figura mostrata sotto:



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						72 di 239

Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	3.00	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0.00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0.40	(m)
Aggetto monte	B4 =	0.30	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	4.25	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	0.80	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	1.00	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	2.55	(m)
Altezza dente	Hd =	0.00	(m)
Larghezza dente	Bd =	0.00	(m)
Mezzeria Sezione	Xc =	2.13	(m)

Peso Specifico del Calcestruzzo	γ_{cls} =	25.00	(kN/m ³)
---------------------------------	------------------	-------	----------------------

FORZE VERTICALI

			SLE
- Peso del Muro (Pm)			
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	0.00
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	30.00
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	11.25
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	85.00
Pm5 =	$(Bd \cdot Hd \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	0.00
Pm =	Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5	(kN/m)	126.25
- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)			
Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma')$	(kN/m)	153.00
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4 + B5) \cdot H4 \cdot \gamma')$	(kN/m)	0.00
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma')$	(kN/m)	9.00
Sovr =	$q_p \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	0.00
Pt =	Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr	(kN/m)	162.00
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro			
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	57
Sovr acc. Sism	$q_s \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	0

Le spinte del terreno a monte sono state valutate coerentemente con la caratterizzazione mostrata al paragrafo 9.3.

Il coefficiente di spinta attiva è stato valutato utilizzando la teoria del cuneo di rottura di Coulomb, che tiene conto, oltre alle ipotesi base della teoria di Rankine, anche della presenza dell'attrito fra terra e muro δ e della superficie interna del paramento del muro

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	73 di 239

comunque inclinata di un angolo ψ . Lo sviluppo analitico della teoria di Coulomb è stato definito da Muller-Breslau, i quali valutano il coefficiente di spinta attiva in condizione statica come:

$$k_a = \frac{\sin^2(\psi + \varphi)}{\sin^2(\varphi) \cdot \sin(\psi - \varphi) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta)}{\sin(\psi - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

dove:

φ è l'angolo di resistenza a taglio del terreno;

δ è l'angolo di attrito terra-muro, assunto pari a $2/3 \varphi$;

ε è l'inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terreno;

β è l'inclinazione rispetto alla verticale della parete interna del muro.

Azione del sovraccarico a tergo del muro

Si assume cautelativamente un'azione da traffico stradale convenzionale pari a 20 kPa uniformemente ed indefinitamente distribuito sul pendio a monte dell'opera.

Azione sismica

L'analisi sismica dei muri è stata eseguita con il metodo pseudo-statico. I coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v sono valutati con le relazioni:

$$k_h = \beta_m \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove:

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	74 di 239

β_m è un coefficiente dipendente dal valore dell'accelerazione orizzontale a_g e dalla tipologia di sottosuolo. Nel caso in esame, essendo il sottosuolo di categoria C e $a_g(g)$ compresa tra 0.2 e 0.4, si assume $\beta_m=0.31$;

k_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

k_v è il coefficiente sismico in direzione verticale;

L'accelerazione massima viene valutata come:

$$\frac{a_{max}}{g} = S_R \cdot S_T \cdot \frac{a_g}{g}$$

dove:

$S_s = 1.37$ tiene conto dell'amplificazione stratigrafica;

$S_t = 1.00$ tiene conto dell'amplificazione topografica;

$\frac{a_g}{g} = 0.22$ è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito per lo SLV.

La valutazione della spinta in condizioni dinamiche viene effettuata con il metodo di Mononobe e Okabe:

per $\beta \leq \varphi - \theta$

$$k_{a,s} = \frac{\sin^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos(\theta) \cdot \sin^2(\psi - \theta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

per $\beta > \varphi - \theta$

$$k_{a,s} = \frac{\sin^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos(\theta) \cdot \sin^2(\beta) \cdot \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

dove:

θ è l'angolo tale che $\tan \theta = \frac{k_h}{1+k_v}$;

La tabella seguente riporta i suddetti parametri, distinguendo le combinazioni di verifica in base all'approccio perseguito:

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080	Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
						REV. B
						FOGLIO 75 di 239

Dati Sismici	Accelerazione sismica	a _g /g	0.36	(-)
	Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	S _s	1.062	(-)
	Coefficiente Amplificazione Topografico	S _T	1	(-)
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β _s	0.31	(-)
	Coefficiente sismico orizzontale	kh	0.1185192	(-)
	Coefficiente sismico verticale	kv	0.0593	(-)
	Muro libero di traslare o ruotare	<input checked="" type="radio"/> si <input type="radio"/> no		

			SLE	STR	GEO	EQU
Coefficienti di Spinta	Coeff. di Spinta Attiva Statico	ka	0.238	0.238	0.307	0.307
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica si	kas+	0.298	0.298	0.376	0.376
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica si	kas-	0.306	0.306	0.385	0.385
	Coeff. Di Spinta Passiva	kp	2.464	2.464	2.075	2.075
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica	kps+	2.280	2.280	1.903	1.903
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica	kps-	2.255	2.255	1.879	1.879

Sono state altresì considerate le forze di inerzia dovute al peso del muro e del terreno gravante sulla zattera di monte, valutate come:

$$F_i = k_{iH} \cdot W_i$$

Per quanto riguarda l'incremento sismico di spinta dovuto ai terrapieni, esso è stato applicato alla stessa altezza dell'aliquota statica, così come prescritto dalla norma per muri liberi di traslare e ruotare intorno al piede.

9.5.2 Combinazioni di carico SLU

Tutte le condizioni di carico elementari di carico possono essere raggruppate nei seguenti gruppi di condizioni:

G1: azioni dovute al peso proprio e ai carichi permanenti strutturali;

G2: azioni dovute ai carichi permanenti non strutturali;

P: azioni dovute ai carichi di precompressione;

Q_{ik}: azioni dovute ai sovraccarichi accidentali;

E: azioni dovute ai carichi sismici orizzontali e verticali.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
			REV.	FOGLIO		
			B	76 di 239		

Secondo quanto previsto dalle NTC 2008, si considerano tutte le combinazioni non sismiche del tipo:

$$F_d = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_p \cdot P_k + \gamma_q \left[Q_k + \sum (\Psi_{0i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

essendo:

Carichi	Coef.	Condizione		
	$\gamma^F (\gamma^E)$	EQU	STR (A1)	GEO (A2)
Permanenti	$\gamma_{G,1}$	0.9÷1.1	1.0÷1.3	1.0÷1.0
Perm.non strutturali	$\gamma_{G,2}$	0.0÷1.5	0.0÷1.5	0.0÷1.3
Variabili	$\gamma_{Q,i}$	0.0÷1.5	0.0÷1.5	0.0÷1.3

Tabella 2-Coefficienti parziali per le azioni favorevoli-sfavorevoli

$\gamma_p = 1.00$ (precompressione)

$\Psi_{0i} = 0 \div 1.00$ (coefficiente di combinazione allo SLU per tutte le condizioni di carico elementari variabili per tipologia e categoria Q_{ik})

Le combinazioni sismiche considerate sono:

$$F_d = G_1 + G_2 + P_k + E + \left[\sum (\Psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

essendo:

$\Psi_{2i} = 0$ nel caso di sovraccarichi stradali.

9.5.3 Combinazione di carico SLE

Secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, si considerano le combinazioni:

$$F_d = G_1 + G_2 + P_k + \left[\sum (\Psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

Essendo, nel caso di carichi stradali, Ψ_{2i} pari a 0 per la combinazione quasi permanente, pari a 0.75 per la combinazione frequente e pari a 1 per la combinazione rara.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						77 di 239

9.5.4 Verifiche agli stati limite ultimi

Le sollecitazioni di calcolo per le verifiche SLU e SLV sono state ottenute calcolando le risultanti di tutte le azioni normali, taglianti e flettenti rispetto al piano di fondazione. Si riportano di seguito i valori caratteristici.

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

			SLE
- Muro (Mm)			
Mm1 =	$Pm1 \cdot (B1 + 2/3 B2)$	(kNm/m)	0.00
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1 + B2 + 0,5 \cdot B3)$	(kNm/m)	36.00
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/3 B4)$	(kNm/m)	16.88
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	180.63
Mm5 =	$Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0.00
Mm =	$Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5$	(kNm/m)	233.50
- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro			
Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4 + 0,5 \cdot B5)$	(kNm/m)	455.18
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	0.00
Mt3 =	$Pt3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4)$	(kNm/m)	14.40
Msovr =	$Sovr \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	0.00
Mt =	$Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr$	(kNm/m)	469.58
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro			
Sovr acc. Stat	$\cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	161.025
Sovr acc. Sism	$\cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	0

APPALTATORE:	TELESE s.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	78 di 239

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)

$$\begin{array}{llll} \text{Ps h} = & \text{Pm} \cdot \text{kh} & (\text{kN/m}) & 14.96 \\ \text{Ps v} = & \text{Pm} \cdot \text{kv} & (\text{kN/m}) & 7.48 \end{array}$$

- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)

$$\begin{array}{llll} \text{Pts h} = & \text{Pt} \cdot \text{kh} & (\text{kN/m}) & 19.20 \\ \text{Pts v} = & \text{Pt} \cdot \text{kv} & (\text{kN/m}) & 9.60 \end{array}$$

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)

$$\begin{array}{llll} \text{MPs1 h} = & \text{kh} \cdot \text{Pm1} \cdot (\text{H2} + \text{H3}/3) & (\text{kNm/m}) & 0.00 \\ \text{MPs2 h} = & \text{kh} \cdot \text{Pm2} \cdot (\text{H2} + \text{H3}/2) & (\text{kNm/m}) & 8.18 \\ \text{MPs3 h} = & \text{kh} \cdot \text{Pm3} \cdot (\text{H2} + \text{H3}/3) & (\text{kNm/m}) & 2.40 \\ \text{MPs4 h} = & \text{kh} \cdot \text{Pm4} \cdot (\text{H2}/2) & (\text{kNm/m}) & 4.03 \\ \text{MPs5 h} = & -\text{kh} \cdot \text{Pm5} \cdot (\text{Hd}/2) & (\text{kNm/m}) & 0.00 \\ \text{MPs h} = & \text{MPs1} + \text{MPs2} + \text{MPs3} + \text{MPs4} + \text{MPs5} & (\text{kNm/m}) & 14.61 \end{array}$$

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)

$$\begin{array}{llll} \text{MPs1 v} = & \text{kv} \cdot \text{Pm1} \cdot (\text{B1} + 2/3 \cdot \text{B2}) & (\text{kNm/m}) & 0.00 \\ \text{MPs2 v} = & \text{kv} \cdot \text{Pm2} \cdot (\text{B1} + \text{B2} + \text{B3}/2) & (\text{kNm/m}) & 2.13 \\ \text{MPs3 v} = & \text{kv} \cdot \text{Pm3} \cdot (\text{B1} + \text{B2} + \text{B3} + \text{B4}/3) & (\text{kNm/m}) & 1.00 \\ \text{MPs4 v} = & \text{kv} \cdot \text{Pm4} \cdot (\text{B}/2) & (\text{kNm/m}) & 10.70 \\ \text{MPs5 v} = & \text{kv} \cdot \text{Pm5} \cdot (\text{B} - \text{Bd}/2) & (\text{kNm/m}) & 0.00 \\ \text{MPs v} = & \text{MPs1} + \text{MPs2} + \text{MPs3} + \text{MPs4} + \text{MPs5} & (\text{kNm/m}) & 13.84 \end{array}$$

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)

$$\begin{array}{llll} \text{MPts1 h} = & \text{kh} \cdot \text{Pt1} \cdot (\text{H2} + \text{H3}/2) & (\text{kNm/m}) & 41.71 \\ \text{MPts2 h} = & \text{kh} \cdot \text{Pt2} \cdot (\text{H2} + \text{H3} + \text{H4}/3) & (\text{kNm/m}) & 0.00 \\ \text{MPts3 h} = & \text{kh} \cdot \text{Pt3} \cdot (\text{H2} + \text{H3} \cdot 2/3) & (\text{kNm/m}) & 2.99 \\ \text{MPts h} = & \text{MPts1} + \text{MPts2} + \text{MPts3} & (\text{kNm/m}) & 44.69 \end{array}$$

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)

$$\begin{array}{llll} \text{MPts1 v} = & \text{kv} \cdot \text{Pt1} \cdot ((\text{H2} + \text{H3}/2) - (\text{B} - \text{B5}/2) \cdot 0.5) & (\text{kNm/m}) & 26.97 \\ \text{MPts2 v} = & \text{kv} \cdot \text{Pt2} \cdot ((\text{H2} + \text{H3} + \text{H4}/3) - (\text{B} - \text{B5}/3) \cdot 0.5) & (\text{kNm/m}) & 0.00 \\ \text{MPts3 v} = & \text{kv} \cdot \text{Pt3} \cdot ((\text{H2} + \text{H3} \cdot 2/3) - (\text{B1} + \text{B2} + \text{B3} + 2/3 \cdot \text{B4}) \cdot 0.5) & (\text{kNm/m}) & 0.99 \\ \text{MPts v} = & \text{MPts1} + \text{MPts2} + \text{MPts3} & (\text{kNm/m}) & 27.96 \end{array}$$

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B 79 di 239
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080							
Muri di sostegno - Relazione di calcolo							

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

St	=	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	34.35
Sq perm	=	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m)	0.00
Sq acc	=	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m)	18.08

- Componente orizzontale condizione statica

Sth	=	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m)	34.35
Sqh perm	=	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00
Sqh acc	=	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	18.08

- Componente verticale condizione statica

Stv	=	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00
Sqv perm	=	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00
Sqv acc	=	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

MSt1	=	$St \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)$	(kNm/m)	43.51
MSt2	=	$St \cdot B$	(kNm/m)	0.00
MSq1 perm	=	$Sqh \text{ perm} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m)	0.00
MSq1 acc	=	$Sqh \text{ acc} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m)	34.35
MSq2 perm	=	$Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m)	0.00
MSq2 acc	=	$Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m)	0.00
MSp	=	$\gamma \cdot Hd^3 \cdot kp / 3 + (2 \cdot c \cdot 1 \cdot kp^{0.5} + \gamma \cdot 1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080						FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo						B 80 di 239

Spinte e momenti SLU A1

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

		SLE	STR/GEO	EQU
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m) 34.35	44.66	48.79
Sq perm =	$q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sq acc =	$q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$	(kN/m) 18.08	27.12	35.02

- Componente orizzontale condizione statica

Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m) 34.35	44.66	48.79
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 18.08	27.12	35.02

- Componente verticale condizione statica

Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sqv perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sqv acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

Sp =	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot H_d^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot H_d^2 \cdot k_p + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
------	--	-------------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO	EQU
MSt1 =	$St \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m) 43.51	56.56	61.80
MSt2 =	$St \cdot B$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSq1 perm =	$Sqh \text{ perm} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSq1 acc =	$Sqh \text{ acc} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m) 34.35	51.53	66.53
MSq2 perm =	$Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSq2 acc =	$Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSp =	$\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_p / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						81 di 239

Spinte e momenti SLV A1+

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	34.35	34.35	44.36
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	11.22	11.22	13.11
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente orizzontale condizione sismica +

Sst1h stat = Sst1 stat * $\cos \delta$	(kN/m)	34.35	34.35	44.36
Sst1h sism = Sst1 sism * $\cos \delta$	(kN/m)	11.22	11.22	13.11
Ssq1h perm = Ssq1 perm * $\cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * $\cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente verticale condizione sismica +

Sst1v stat = Sst1 stat * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Sst1v sism = Sst1 sism * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v perm = Ssq1 perm * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1+kv) \cdot Hd^2 \cdot kps^+ + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot (1+kv) \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
--	--------	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = Sst1h stat * $((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m)	43.51	43.51	56.18
MSst1 sism = Sst1h sism * $((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	14.21	14.21	16.60
MSst2 stat = Sst1v stat * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSst2 sism = Sst1v sism * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq1 = Ssq1h * $((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq2 = Ssq1v * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSp = $\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kps^+ / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandatario:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						82 di 239

Spinte e momenti SLV A1-

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma' \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	34.35	34.35	44.36
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma' \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^- - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	7.27	7.27	7.99
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^-$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^-$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente orizzontale condizione sismica -

Sst1h stat = Sst1 stat * cos δ	(kN/m)	34.35	34.35	44.36
Sst1h sism = Sst1 sism * cos δ	(kN/m)	7.27	7.27	7.99
Ssq1h perm = Ssq1 perm * cos δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * cos δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente verticale condizione sismica -

Sst1v stat = Sst1 stat * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Sst1v sism = Sst1 sism * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v perm = Ssq1 perm * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

Sp = $\frac{1}{2} \cdot \gamma_1' \cdot (1-kv) \cdot Hd^2 \cdot kps + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{-0.5} + \gamma_1' \cdot (1-kv) \cdot kps \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
--	--------	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = Sst1h stat * ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)	(kNm/m)	43.51	43.51	56.18
MSst1 sism = Sst1h sism * ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)	(kNm/m)	9.20	9.20	10.12
MSst2 stat = Sst1v stat * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSst2 sism = Sst1v sism * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq1 = Ssq1h * ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq2 = Ssq1v * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSp = $\gamma_1' \cdot Hd^3 \cdot kps + 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1' \cdot kps \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						83 di 239

Spinte e momenti SLU A2

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

		SLE	STR/GEO	EQU
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m) 34.35	44.36	48.79
Sq perm =	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sq acc =	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m) 18.08	30.35	35.02

- Componente orizzontale condizione statica

Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m) 34.35	44.36	48.79
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 18.08	30.35	35.02

- Componente verticale condizione statica

Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sqv perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sqv acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO	EQU
MSt1 =	$St \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)$	(kNm/m) 43.51	56.18	61.80
MSt2 =	$St \cdot B$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSq1 perm =	$Sqh \text{ perm} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSq1 acc =	$Sqh \text{ acc} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m) 34.35	57.66	66.53
MSq2 perm =	$Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSq2 acc =	$Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSp =	$\gamma \cdot 1 \cdot Hd^3 \cdot kp / 3 + (2 \cdot c \cdot 1 \cdot kp^{0.5} + \gamma \cdot 1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO					
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	84 di 239

Spinte e momenti SLV A2+

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	34.35	44.36	44.36
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	11.22	13.11	13.11
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente orizzontale condizione sismica +

Sst1h stat = Sst1 stat * $\cos \delta$	(kN/m)	34.35	44.36	44.36
Sst1h sism = Sst1 sism * $\cos \delta$	(kN/m)	11.22	13.11	13.11
Ssq1h perm = Ssq1 perm * $\cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * $\cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente verticale condizione sismica +

Sst1v stat = Sst1 stat * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Sst1v sism = Sst1 sism * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v perm = Ssq1 perm * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1+kv) \cdot Hd^2 \cdot kps^+ + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot (1+kv) \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
--	--------	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = Sst1h stat * $((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m)	43.51	56.18	56.18
MSst1 sism = Sst1h sism * $((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	14.21	16.60	16.60
MSst2 stat = Sst1v stat * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSst2 sism = Sst1v sism * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq1 = Ssq1h * $((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq2 = Ssq1v * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSp = $\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kps^+ / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI						
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO						
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	85 di 239

Spinte e momenti SLV A2-

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma' \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	34.35	44.36	44.36
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma' \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^-$ - Sst1 stat	(kN/m)	7.27	7.99	7.99
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^-$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^-$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente orizzontale condizione sismica -

Sst1h stat = Sst1 stat * $\cos \delta$	(kN/m)	34.35	44.36	44.36
Sst1h sism = Sst1 sism * $\cos \delta$	(kN/m)	7.27	7.99	7.99
Ssq1h perm = Ssq1 perm * $\cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * $\cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente verticale condizione sismica -

Sst1v stat = Sst1 stat * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Sst1v sism = Sst1 sism * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v perm = Ssq1 perm * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1' \cdot (1-kv) \cdot Hd^2 \cdot kps + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{-0.5} + \gamma_1' \cdot (1-kv) \cdot kps \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
--	--------	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = Sst1h stat * $((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m)	43.51	56.18	56.18
MSst1 sism = Sst1h sism * $((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	9.20	10.12	10.12
MSst2 stat = Sst1v stat * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSst2 sism = Sst1v sism * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq1 = Ssq1h * $((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq2 = Ssq1v * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSp = $\gamma_1' \cdot Hd^3 \cdot kps + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{0.5} + \gamma_1' \cdot kps \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						86 di 239

1.1.1.8 Verifica GEO a capacità portante della fondazione

La verifica si effettua tanto in condizioni statiche quanto in condizioni dinamiche nella combinazione A2+M2+R2.

Verifica SLU

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v + Stv + Sqv (+ Sovr acc)$		288.25	362.35	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{th} + S_{qh} + f - Sp$		74.71	74.71	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \sum M$		589.23	798.56	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c * N - MM$		23.30	-28.57	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c * i_c + q_0 * N_q * i_q + 0,5 * \gamma_1 * B * N_\gamma * i_\gamma$$

$c'1'$	coesione terreno di fondaz.	10.40		(kPa)
$\phi'1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	20.46		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	14.71		(kN/m³)
$q_0 = \gamma * d * H2'$	sovraccarico stabilizzante	0.00		(kN/m²)
$e = M / N$	eccentricità	0.08	-0.08	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	4.09	4.09	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \tan^2(45 + \phi'/2) * e^{(\pi * \tan(\phi'))}$	(1 in cond. nd)	6.70		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan(\phi')$	(2+ π in cond. nd)	15.27		(-)
$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \tan(\phi')$	(0 in cond. nd)	5.74		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B * c' * \cot(\phi')))^m$	(1 in cond. nd)	0.66	0.71	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.60	0.60	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B * c' * \cot(\phi')))^{m+1}$		0.54	0.54	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	189.13	189.15	(kN/m²)
-----------	--------------------------	--------	--------	---------

FS carico limite	F = $q_{lim} * B^* / N$	Nmin	2.68	>	1
		Nmax	2.14	>	

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	87 di 239

Verifica SLV+

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} + (S_{ovr acc})$		305.33	305.33	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$		91.63		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \Sigma M$		612.78	612.78	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c * N - MM$		36.05	36.05	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c' N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$$

c'	coesione terreno di fondaz.	10.40		(kN/mq)
ϕ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	20.46		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	14.71		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d H^2$	sovraccarico stabilizzante	0.00		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.12	0.12	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	4.01	4.01	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \tan^2(45 + \phi/2) e^{(\pi \tan(\phi))}$	(1 in cond. nd)	6.70		(-)
$N_c = (N_q - 1) \tan(\phi)$	($2 + \pi$ in cond. nd)	15.27		(-)
$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan(\phi)$	(0 in cond. nd)	5.74		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T/(N + B^* c' \cot(\phi)))^m$	(1 in cond. nd)	0.61	0.61	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q)/(N_q - 1)$		0.54	0.54	(-)
$i_\gamma = (1 - T/(N + B^* c' \cot(\phi)))^{m+1}$		0.48	0.48	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	166.39	166.39	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = $q_{lim} * B^* / N$	Nmin	2.19	>	1
		Nmax	2.19	>	

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	88 di 239

Verifica SLV-

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$		271.17	271.17	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$		86.51		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \Sigma M$		535.67	535.67	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c \cdot N - MM$		40.56	40.56	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c' N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B^* N_\gamma i_\gamma$$

c'	coesione terreno di fondaz.	10.40		(kN/mq)
ϕ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	20.46		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	14.71		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d^* H^2$	sovraccarico stabilizzante	0.00		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.15	0.15	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	3.95	3.95	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \tan^2(45 + \phi/2) e^{(\pi \tan(\phi))}$	(1 in cond. nd)	6.70		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan(\phi)$	(2+ π in cond. nd)	15.27		(-)
$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan(\phi)$	(0 in cond. nd)	5.74		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T/(N + B^* c' \cot(\phi)))^m$	(1 in cond. nd)	0.60	0.60	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q)/(N_q - 1)$		0.53	0.53	(-)
$i_\gamma = (1 - T/(N + B^* c' \cot(\phi)))^{m+1}$		0.46	0.46	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	160.83	160.83	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = $q_{lim} \cdot B^* / N$	Nmin	2.34	>	1
		Nmax	2.34	>	

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	89 di 239

1.1.1.9 Verifiche GEO a scorrimento sul piano di posa della fondazione

La verifica si effettua tanto in condizioni statiche quanto in condizioni dinamiche nella combinazione A2+M2+R2. Nella risultante delle forze verticale N non si tiene conto, a vantaggio di sicurezza, del sovraccarico accidentale sulla zattera di monte.

Verifica SLU

Risultante forze verticali (N)				
$N = P_m + P_t + v + St_v + Sq_v \text{ perm} + Sq_v \text{ acc}$	288.25	(kN/m)		
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{th} + S_{qh} + f$	74.71	(kN/m)		
Coefficiente di attrito alla base (f)				
$f = tg\phi_1'$	0.37	(-)		
Fs scorr. $(N \cdot f + Sp) / T$	1.44	>		1

Verifica SLV+

Risultante forze verticali (N)				
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$	305.33	(kN/m)		
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh}$	91.63	(kN/m)		
Coefficiente di attrito alla base (f)				
$f = tg\phi_1'$	0.37	(-)		
Fs = $(N \cdot f + Sp) / T$	1.24	>		1

Verifica SLV-

Risultante forze verticali (N)				
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$	271.17	(kN/m)		
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh}$	86.51	(kN/m)		
Coefficiente di attrito alla base (f)				
$f = tg\phi_1'$	0.37	(-)		
Fs = $(N \cdot f + Sp) / T$	1.17	>		1

APPALTATORE:	 Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
						REV. B
						FOGLIO 90 di 239

1.1.1.10 Verifica EQU a ribaltamento

La verifica si effettua tanto in condizioni statiche quanto in condizioni dinamiche nella combinazione EQU+M2+R2. Anche qui, a vantaggio di sicurezza, non si tiene conto del contributo stabilizzante del sovraccarico accidentale sulla zattera di monte.

Verifica SLU

Momento stabilizzante (Ms)				
Ms =	Mm + Mt + Mfext3	632.77	(kNm/m)	
Momento ribaltante (Mr)				
Mr =	MSt + MSq + Mfext1+ Mfext2 + MSp	128.34	(kNm/m)	
Fs ribaltamento	Ms / Mr	4.93	>	1

Verifica SLV+

Momento stabilizzante (Ms)				
Ms =	Mm + Mt + Mfext3	703.08	(kNm/m)	
Momento ribaltante (Mr)				
Mr =	MSst+MSsq+Mfext1+Mfext2+MSp+MPs+Mpts	90.29	(kNm/m)	
Fr =	Ms / Mr	7.79	>	1

Verifica SLV-

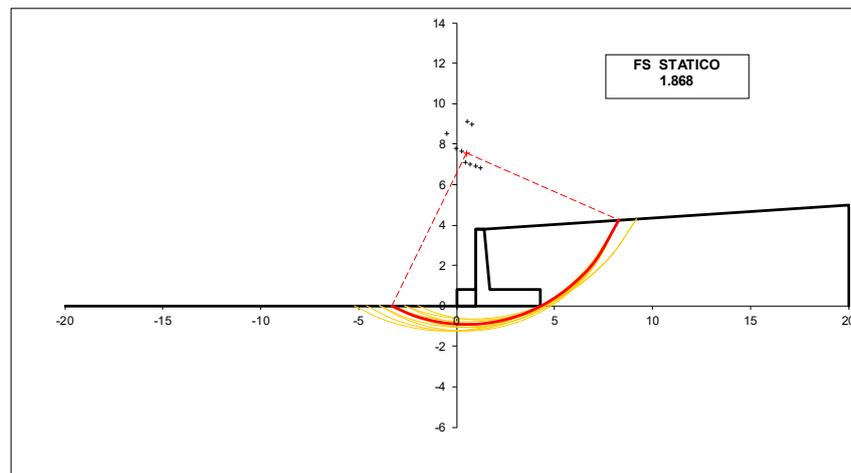
Momento stabilizzante (Ms)				
Ms =	Mm + Mt + Mfext3	703.08	(kNm/m)	
Momento ribaltante (Mr)				
Mr =	MSst+MSsq+Mfext1+Mfext2+MSp+MPs+Mpts	167.41	(kNm/m)	
Fr =	Ms / Mr	4.20	>	1

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						91 di 239

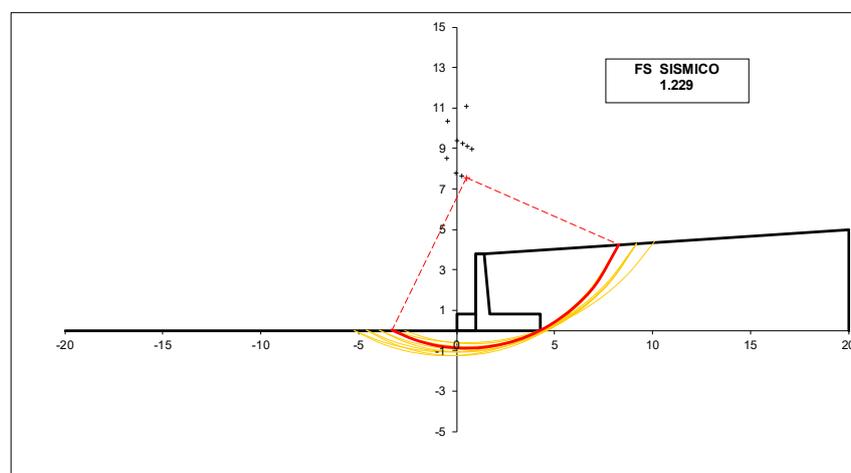
1.1.1.11 Verifica GEO a stabilità globale

Le verifiche effettuate vengono di seguito presentate in forma sintetica. Nelle figure, in alto, è indicato il coefficiente di sicurezza minimo FS che fa riferimento alla superficie di scorrimento critica evidenziata in rosso; il valore FS minimo deve essere confrontato con il coefficiente di sicurezza previsto dalla normativa per la combinazione considerata: $R_2=1.10$.

Verifica in condizioni statiche



Verifica in condizioni sismiche



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080	Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	92 di 239

1.1.1.12 Verifiche STR

Le verifiche vengono condotte, tanto in condizione statica che in condizione dinamica, nella combinazione A1+M1+R1.

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

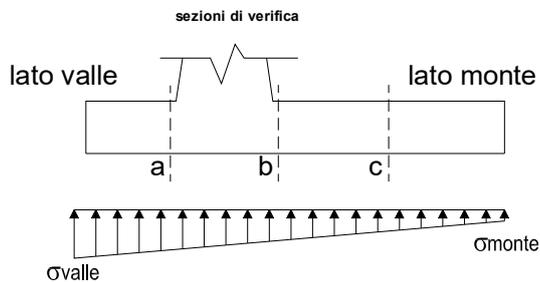
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 4.25 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 3.01 \text{ (m}^3\text{)}$$

caso	N [kN]	M [kNm]	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_{monte} [kN/m ²]
statico	288.25	17.55	73.65	62.00
	373.75	-42.30	73.89	101.99
sisma+	305.33	20.98	78.81	64.87
	305.33	20.98	78.81	64.87
sisma-	271.17	26.97	72.76	54.85
	271.17	26.97	72.76	54.85



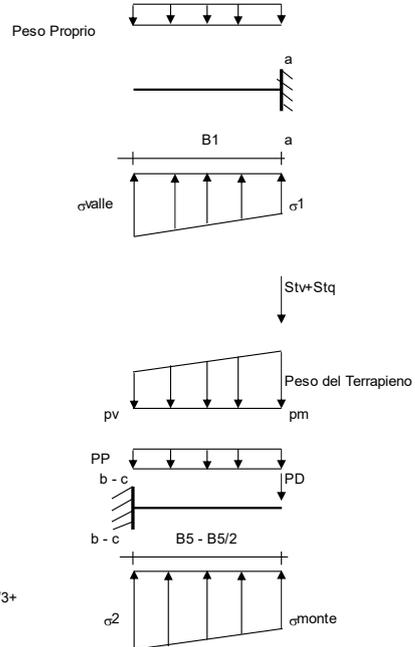
Mensola Lato Valle

Peso Proprio. PP = 20.00 (kN/m)

$$M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_a = \sigma_1 \cdot B + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B / 2 - PP \cdot B \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_1 [kN/m ²]	M_a [kNm]	V_a [kN]
statico	73.65	70.91	26.37	52.28
	73.89	80.50	28.05	57.19
sisma+	78.81	75.53	28.27	55.99
	78.81	75.53	28.86	55.99
sisma-	72.76	68.55	26.27	49.47
	72.76	68.55	25.68	49.47



Mensola Lato Monte

PP = 20.00 (kN/m²) peso proprio soletta fondazione
PD = 0.00 (kN/m) peso proprio dente

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	60.00	90.00	60.00	(kN/m ²)
pvb	60.00	90.00	60.00	(kN/m ²)
pvc	60.00	90.00	60.00	(kN/m ²)

$$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 + (St_v + Sq_v) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 - B_d / 2) - PD \cdot kh \cdot (H_d + H_2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H_2 / 2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP)) \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 6 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2)^2 / 3 + (St_v + Sq_v) \cdot (B_5 / 2) \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2 - B_d / 2) - PD \cdot kh \cdot (H_d + H_2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H_2 / 2$$

$$V_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot B + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot B / 2 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B + (St_v + Sq_v) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP)) \cdot (B_5 / 2) + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot (B_5 / 2) / 2 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2) + (St_v + Sq_v) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{monte} [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	M_b [kNm]	V_b [kN]	σ_2 [kN/m ²]	M_c [kNm]	V_c [kN]
statico	62.00	68.99	-50.96	-36.99	65.49	-13.69	-20.73
	101.99	85.13	-44.31	-41.92	93.56	-8.79	-15.58
sisma+	64.87	73.24	-55.53	-40.00	69.05	-15.02	-22.67
	64.87	73.24	-55.53	-40.00	69.05	-15.02	-22.67
sisma-	54.85	65.60	-54.72	-38.35	60.22	-15.14	-22.60
	54.85	65.60	-54.72	-38.35	60.22	-15.14	-22.60

APPALTATORE:



ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO

PROGETTAZIONE:

Mandataria: Mandante:

SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.

PROGETTO ESECUTIVO

NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080
Muri di sostegno - Relazione di calcolo

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IF2R 3.2.E.ZZ CL NV.30.0.0.001 B 93 di 239

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a_{orizz}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a_{orizz}}) \cdot h^2 \cdot h/2 \quad o \cdot h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m \cdot f \cdot h$$

$$M_{inerzia} = \sum P_m \cdot b_i \cdot kh$$

$$N_{ext} = v$$

$$N_{pp+inerzia} = \sum P_m \cdot (1 \pm kv)$$

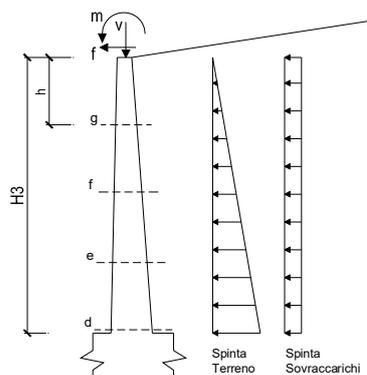
$$V_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

$$V_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a_{orizz}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a_{orizz}}) \cdot h^2$$

$$V_q = K_{a_{orizz}} \cdot q \cdot h$$

$$V_{ext} = f$$

$$V_{inerzia} = \sum P_m \cdot kh$$



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.00	27.83	32.11	0.00	59.95	0.00	41.25	41.25
e-e	2.25	11.74	18.06	0.00	29.81	0.00	28.83	28.83
f-f	1.50	3.48	8.03	0.00	11.51	0.00	17.81	17.81
g-g	0.75	0.43	2.01	0.00	2.44	0.00	8.20	8.20

sezione	h	Vt	Vq	V _{ext}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.00	27.83	21.41	0.00	49.24
e-e	2.25	15.66	16.06	0.00	31.71
f-f	1.50	6.96	10.70	0.00	17.66
g-g	0.75	1.74	5.35	0.00	7.09

condizione sismica +

sezione	h	M _{t stat}	M _{t sism}	M _q	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.00	21.41	6.99	0.00	0.00	6.67	35.07	0.00	43.69	43.69
e-e	2.25	9.03	2.95	0.00	0.00	3.56	15.55	0.00	30.54	30.54
f-f	1.50	2.68	0.87	0.00	0.00	1.50	5.05	0.00	18.87	18.87
g-g	0.75	0.33	0.11	0.00	0.00	0.35	0.80	0.00	8.69	8.69

sezione	h	V _{t stat}	V _{t sism}	V _q	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.00	21.41	6.99	0.00	0.00	4.89	33.29
e-e	2.25	12.04	3.93	0.00	0.00	3.42	19.39
f-f	1.50	5.35	1.75	0.00	0.00	2.11	9.21
g-g	0.75	1.34	0.44	0.00	0.00	0.97	2.75

condizione sismica -

sezione	h	M _{t stat}	M _{t sism}	M _q	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.00	21.41	4.53	0.00	0.00	6.67	32.60	0.00	38.81	38.81
e-e	2.25	9.03	1.91	0.00	0.00	3.56	14.51	0.00	27.12	27.12
f-f	1.50	2.68	0.57	0.00	0.00	1.50	4.74	0.00	16.76	16.76
g-g	0.75	0.33	0.07	0.00	0.00	0.35	0.76	0.00	7.72	7.72

sezione	h	V _{t stat}	V _{t sism}	V _q	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.00	21.41	4.53	0.00	0.00	4.89	30.83
e-e	2.25	12.04	2.55	0.00	0.00	3.42	18.01
f-f	1.50	5.35	1.13	0.00	0.00	2.11	8.60
g-g	0.75	1.34	0.28	0.00	0.00	0.97	2.59

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	FOGLIO	94 di 239			
Muri di sostegno - Relazione di calcolo						

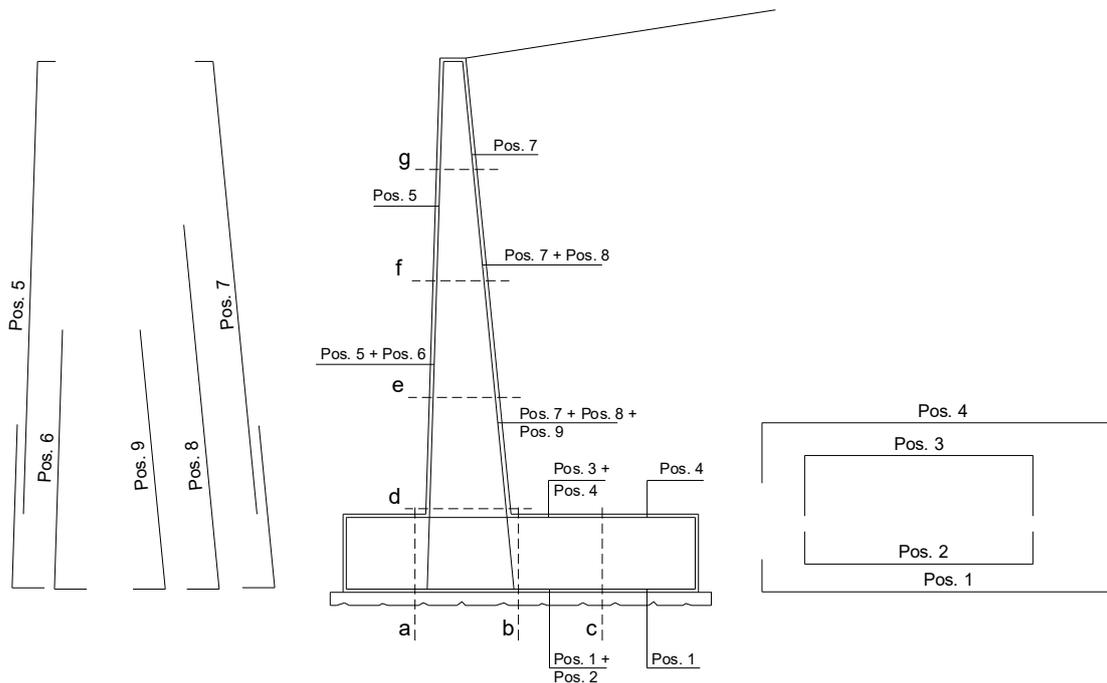
In definitiva risulta:

- Armatura longitudinale
- Posizione 1: 1 registro 5 Ø16
- Posizione 4: 1 registro 5 Ø16
- Posizione 5: 1 registro 5 Ø14
- Posizione 7: 1 registro 5 Ø16

- Armatura trasversale
- Non necessaria

Tutte le verifiche sono riferite ad un metro lineare di muro nella direzione longitudinale.

SCHEMA DELLE ARMATURE



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	95 di 239

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)
a - a	28.86	0.00	0.80	10.05	10.05	289.53
b - b	-55.53	0.00	0.80	10.05	10.05	289.53
c - c	-15.14	0.00	0.80	10.05	10.05	289.53
d - d	59.95	41.25	0.70	10.05	7.70	261.71
e - e	29.81	28.83	0.63	10.05	7.70	227.48
f - f	11.51	17.81	0.55	10.05	7.70	194.49
g - g	2.44	8.20	0.48	10.05	7.70	162.59

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

Sez.	V _{Ed}	h	V _{rd}	∅ staffe	i orizz.	i vert.	θ	V _{Rsd}	
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)	
a - a	57.19	0.80	263.67	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
b - b	41.92	0.80	263.67	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
c - c	22.67	0.80	263.67	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
d - d	49.24	0.70	242.23	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
e - e	31.71	0.63	219.80	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
f - f	17.66	0.55	197.14	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
g - g	7.09	0.48	174.15	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	96 di 239

9.5.5 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono quelle fornite dalle specifiche RFI (Requisiti concernenti la fessurazione per strutture in c.a., c.a.p. e miste acciaio-calcestruzzo) secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

In particolare, per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- Combinazione Caratteristica (Rara) $\delta_f \leq w_L = 0.2 \text{ mm}$

Le verifiche tensionali di cui ai par. 4.1.2.2.5.1 e 4.1.2.2.5.2 delle NTC 2008 sono state eseguite per la combinazione rara e la combinazione quasi permanente, controllando che le tensioni nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori ai seguenti valori limite:

Le verifiche di tensione si ritengono soddisfatte se sono verificate le seguenti condizioni:

Calcestruzzo

- Combinazione di carico caratteristica (RARA): 0.55 fck
- Combinazione di carico quasi permanente: 0.40 fck

Acciaio

- Combinazione di carico caratteristica (RARA): 0.75 fyk

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 97 di 239

1.1.1.13 Verifiche a fessurazione

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

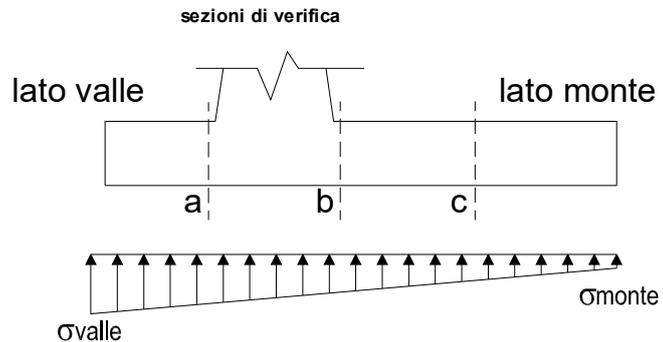
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 4.25 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 3.01 \text{ (m}^3\text{)}$$

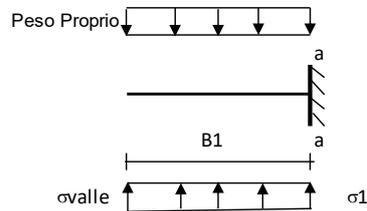
caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
Rara	288.25	-12.68	63.61	72.04
	345.25	-52.58	63.77	98.70



Mensola Lato Valle

Peso Proprio. PP = 20.00 (kN/m)
 $Ma = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$

caso	σ_{valle}	σ_1	Ma
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]
Rara	63.61	65.59	22.14
	63.77	71.99	23.25



Mensola Lato Monte

PP = 20.00 (kN/m²) peso proprio soletta fondazione
 PD = 0.00 (kN/m) peso proprio dente

Nmin max Freq N max QP

pm = 60.00 80.00 80.00 (kN/m²)

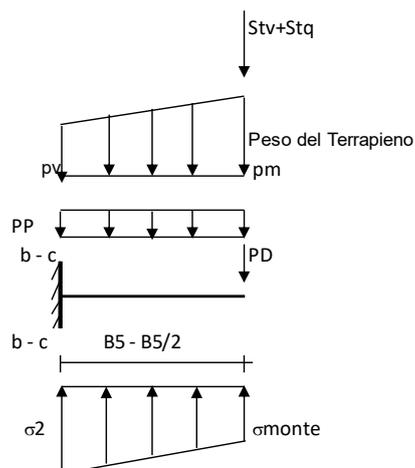
pvb = 60.00 80.00 80.00 (kN/m²)

pvc = 60.00 80.00 80.00 (kN/m²)

$$Mb = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (pm - p_{vb}) \cdot B^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot B^2 - PD \cdot (B^2 - Bd / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H^2 / 2$$

$$Mc = (\sigma_{monte} - p_{vc} + PP) \cdot (B/2)^2 / 2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B/2)^2 / 6 - (pm - p_{vc}) \cdot (B/2)^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot (B/2) - PD \cdot (B/2 - Bd/2) + M_{sp} + Sp \cdot H^2 / 2$$

caso	σ_{monte}	σ_{2b}	Mb	σ_{2c}	Mc
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN/m ²]	[kNm]
Rara	72.04	66.98	-31.37	69.51	-7.16
	98.70	77.74	-26.93	88.22	-3.89



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 98 di 239

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

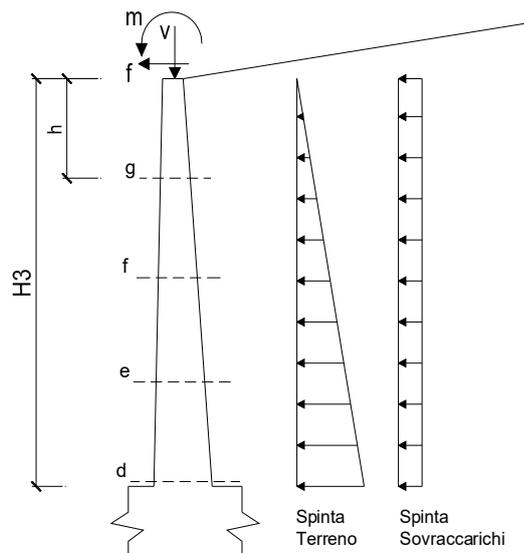
Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_t = \frac{1}{2} K_{a_{orizz.}} \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{orizz.}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m + f \cdot h$$

$$N_{ext} = v$$



sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.00	21.41	21.41	0.00	42.82	0.00	41.25	41.25
e-e	2.25	9.03	12.04	0.00	21.07	0.00	28.83	28.83
f-f	1.50	2.68	5.35	0.00	8.03	0.00	17.81	17.81
g-g	0.75	0.33	1.34	0.00	1.67	0.00	8.20	8.20

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ ^c	σ ^f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	23.25	0.00	0.80	20.11	20.11	0.34	17.16	0.021	0.200
b - b	-31.37	0.00	0.80	20.11	20.11	0.46	23.15	0.029	0.200
c - c	-7.16	0.00	0.80	20.11	20.11	0.10	5.28	0.007	0.200
d - d	42.82	41.25	0.70	20.11	10.05	0.87	27.47	0.034	0.200
e - e	21.07	28.83	0.63	20.11	10.05	0.52	14.17	0.016	0.200
f - f	8.03	17.81	0.55	20.11	10.05	0.25	5.21	0.005	0.200
g - g	1.67	8.20	0.48	20.11	10.05	0.07	0.62	0.001	0.200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 99 di 239

1.1.1.14 Verifiche alle tensioni

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

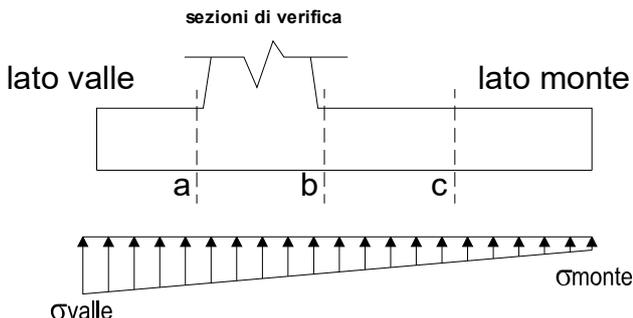
Reazione del terreno

$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$
 $\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$

$A = 1.0 \cdot B = 4.25 \text{ (m}^2\text{)}$

$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 3.01 \text{ (m}^3\text{)}$

caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
statico	288.25	-12.68	63.61	72.04
sisma+	345.25	-52.58	63.77	98.70
sisma-	305.33	20.98	78.81	64.87
sisma-	271.17	26.97	72.76	54.85
sisma-	271.17	26.97	72.76	54.85

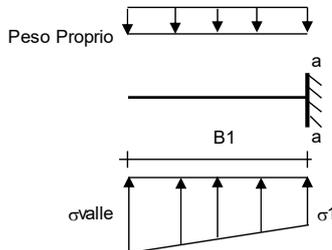


Mensola Lato Valle

Peso Proprio. PP = 20.00 (kN/m)

$Ma = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$

caso	σ_{valle}	σ_1	Ma
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]
statico	63.61	65.59	22.14
sisma+	63.77	71.99	23.25
sisma-	78.81	75.53	28.27
sisma-	78.81	75.53	28.27
sisma-	72.76	68.55	26.27
sisma-	72.76	68.55	26.27



Mensola Lato Monte

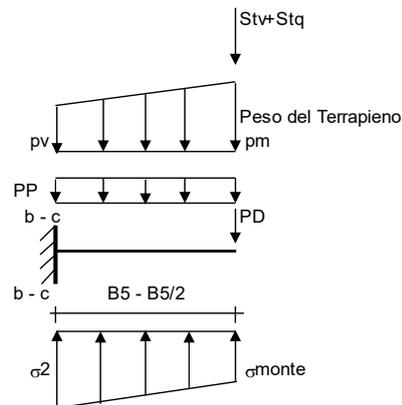
PP = 20.00 (kN/m²) peso proprio soletta fondazione
 PD = 0.00 (kN/m) peso proprio dente

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	60.00	80.00	60.00	(kN/m ²)
pvb	60.00	80.00	60.00	(kN/m ²)
pvc	60.00	80.00	60.00	(kN/m ²)

$Mb = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (pm - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B^2 - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2 / 2) + Msp + Sp \cdot H2 / 2$

$Mc = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B5 / 2)^2 / 2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B5 / 2)^2 / 6 - (pm - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2)^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot (B5 / 2) \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2 - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2 / 2) + Msp + Sp \cdot H2 / 2$

caso	σ_{monte}	σ_{2b}	Mb	σ_{2c}	Mc
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN/m ²]	[kNm]
statico	72.04	66.98	-31.37	69.51	-7.16
sisma+	98.70	77.74	-26.93	88.22	-3.89
sisma-	64.87	73.24	-55.53	69.05	-15.02
sisma-	64.87	73.24	-55.53	69.05	-15.02
sisma-	54.85	65.60	-54.72	60.22	-15.14
sisma-	54.85	65.60	-54.72	60.22	-15.14



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	100 di 239	

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a \text{ orizz.}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a \text{ orizz.}}) \cdot h^2 \cdot h/2 \quad \text{ o } \cdot h/3$$

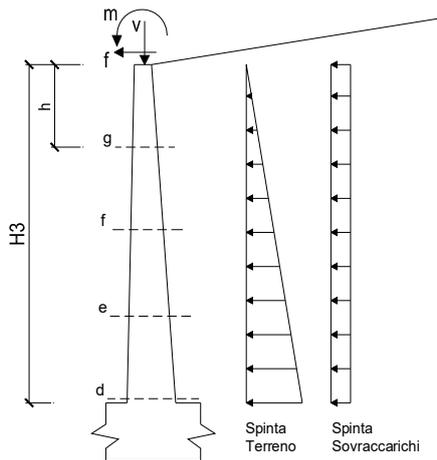
$$M_q = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{\text{ext}} = m + f \cdot h$$

$$M_{\text{inerzia}} = \sum P m_i \cdot b_i \cdot kh \quad (\text{solo con sisma})$$

$$N_{\text{ext}} = v$$

$$N_{\text{pp+inerzia}} = \sum P m_i \cdot (1 \pm kv)$$



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.00	21.41	21.41	0.00	42.82	0.00	41.25	41.25
e-e	2.25	9.03	12.04	0.00	21.07	0.00	28.83	28.83
f-f	1.50	2.68	5.35	0.00	8.03	0.00	17.81	17.81
g-g	0.75	0.33	1.34	0.00	1.67	0.00	8.20	8.20

condizione sismica +

sezione	h	Mt stat	Mt sism	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.00	21.41	6.99	0.00	0.00	6.67	35.07	0.00	43.69	43.69
e-e	2.25	9.03	2.95	0.00	0.00	3.56	15.55	0.00	30.54	30.54
f-f	1.50	2.68	0.87	0.00	0.00	1.50	5.05	0.00	18.87	18.87
g-g	0.75	0.33	0.11	0.00	0.00	0.35	0.80	0.00	8.69	8.69

condizione sismica -

sezione	h	Mt stat	Mt sism	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.00	21.41	4.53	0.00	0.00	6.67	32.60	0.00	38.81	38.81
e-e	2.25	9.03	1.91	0.00	0.00	3.56	14.51	0.00	27.12	27.12
f-f	1.50	2.68	0.57	0.00	0.00	1.50	4.74	0.00	16.76	16.76
g-g	0.75	0.33	0.07	0.00	0.00	0.35	0.76	0.00	7.72	7.72

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandante:							
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	101 di 239

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ^c	σ^f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	23.25	0.00	0.80	20.11	20.11	0.34	17.16
b - b	-31.37	0.00	0.80	20.11	20.11	0.46	23.15
c - c	-7.16	0.00	0.80	20.11	20.11	0.10	5.28
d - d	42.82	41.25	0.70	20.11	10.05	0.87	27.47
e - e	21.07	28.83	0.63	20.11	10.05	0.52	14.17
f - f	8.03	17.81	0.55	20.11	10.05	0.25	5.21
g - g	1.67	8.20	0.48	20.11	10.05	0.07	0.62

La verifica tensionale nella combinazione di carico Quasi Permanente per il calcestruzzo risulta automaticamente soddisfatta, in quanto la tensione in combinazione di carico Rara risulta inferiore al limite inerente alla combinazione di carico Quasi Permanente ($0.40f_{ck}$). La verifica risulta, pertanto, certamente soddisfatta secondo entrambe le combinazioni.

La verifica tensionale nella combinazione di carico Rara per l'acciaio risulta soddisfatta in quanto la tensione è inferiore al limite di 337.5 MPa.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	102 di 239

9.5.6 Incidenze armature

Visto lo sviluppo longitudinale del muro, il calcolo delle incidenze viene eseguito con riferimento ad un metro lineare, con incrementi che tengono conto delle eventuali sovrapposizioni e sfridi.

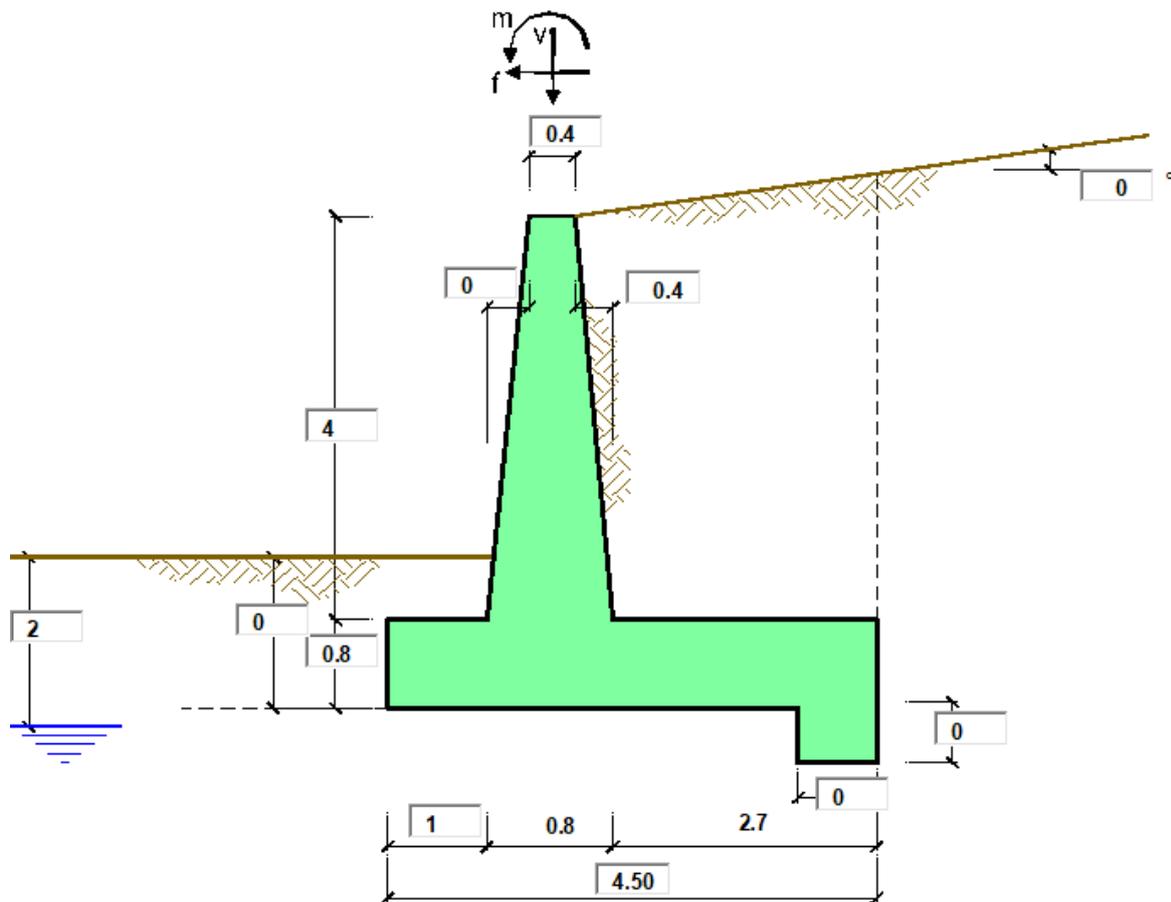
FONDAZIONE				
VOLUME CLS (mc/m)				3.4
	ϕ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
Trasv. Inf.	16	6.0	5	47.3
Trasv. Sup.	16	6.0	5	47.3
Long. Sup.	14	1.0	22	26.6
Long. Inf.	14	1.0	22	26.6
Parete	14	1.0	8	9.7
Attese	16	2.5	10	39.4
Spilli				0.0
Cavallotti	16	3.0	15	71.0
				0.0
				0.0
INCREMENTO %				27%
PESO TOTALE ARMATURA				340
INCIDENZA (kg/mc)				100

ELEVAZIONE				
VOLUME CLS (mc/m)				1.7
	ϕ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
Vert. L. monte	16	3.5	5	27.6
Vert. L. valle	16	3.5	5	27.6
Orizz. L. monte	14	1.0	15	18.1
Orizz. L. valle	14	1.0	15	18.1
Spilli	12	1.0	38	33.3
				0.0
				0.0
				0.0
				0.0
INCREMENTO %				32%
PESO TOTALE ARMATURA				165
INCIDENZA (kg/mc)				100

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO						
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO						
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	103 di 239
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo								

9.6 MURO DIRETTO TIPO H=4.0 M

Di seguito la geometria di calcolo adottata.



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo						
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	104 di 239

9.6.1 Analisi dei carichi

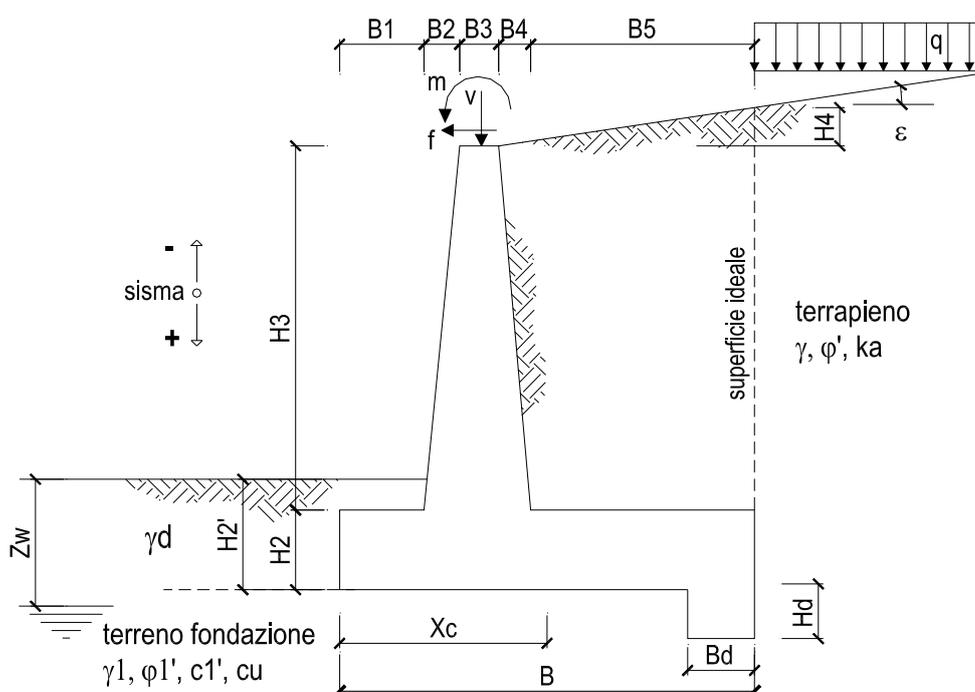
Si riporta nel seguito la valutazione dell'entità dei carichi fissi e variabili che intervengono ai fini delle analisi e verifiche delle opere di sostegno oggetto del presente documento.

Peso permanente strutturale

Per pesi permanenti strutturali si intendono le azioni associate ai pesi propri del muro e del terreno di riempimento.

Ai fini del calcolo del peso del muro si considera un peso per unità di volume $\gamma_m = 25 \text{ kN/m}^3$.
Il terreno di riempimento ha peso per unità di volume $\gamma_{\text{rint}} = 20 \text{ kN/m}^3$ e un angolo di attrito di progetto pari a $\varphi = 32^\circ$.

Con riferimento alla figura mostrata sotto:



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						105 di 239

Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	4.00	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0.00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0.40	(m)
Aggetto monte	B4 =	0.40	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	4.50	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	0.80	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	1.00	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	2.70	(m)
Altezza dente	Hd =	0.00	(m)
Larghezza dente	Bd =	0.00	(m)
Mezzeria Sezione	Xc =	2.25	(m)

Peso Specifico del Calcestruzzo	γ_{cls} =	25.00	(kN/m ³)
---------------------------------	------------------	-------	----------------------

FORZE VERTICALI

			SLE
- Peso del Muro (Pm)			
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	0.00
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	40.00
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	20.00
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	90.00
Pm5 =	$(Bd \cdot Hd \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	0.00
Pm =	$Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5$	(kN/m)	150.00
- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)			
Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma')$	(kN/m)	216.00
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4 + B5) \cdot H4 \cdot \gamma')$	(kN/m)	0.00
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma')$	(kN/m)	16.00
Sovr =	$q_p \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	0.00
Pt =	$Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr$	(kN/m)	232.00
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro			
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	62
Sovr acc. Sism	$q_s \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	0

Le spinte del terreno a monte sono state valutate coerentemente con la caratterizzazione mostrata al paragrafo 9.3.

Il coefficiente di spinta attiva è stato valutato utilizzando la teoria del cuneo di rottura di Coulomb, che tiene conto, oltre alle ipotesi base della teoria di Rankine, anche della presenza dell'attrito fra terra e muro δ e della superficie interna del paramento del muro

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	106 di 239

comunque inclinata di un angolo ψ . Lo sviluppo analitico della teoria di Coulomb è stato definito da Muller-Breslau, i quali valutano il coefficiente di spinta attiva in condizione statica come:

$$k_a = \frac{\sin^2(\psi + \varphi)}{\sin^2(\varphi) \cdot \sin(\psi - \varphi) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta)}{\sin(\psi - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

dove:

φ è l'angolo di resistenza a taglio del terreno;

δ è l'angolo di attrito terra-muro, assunto pari a $2/3 \varphi$;

ε è l'inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terreno;

β è l'inclinazione rispetto alla verticale della parete interna del muro.

Azione del sovraccarico a tergo del muro

Si assume caelativamente un azione da traffico stradale convenzionale pari a 20 kPa uniformemente ed indefinitamente distribuito sul pendio a monte dell'opera.

Azione sismica

L'analisi sismica dei muri è stata eseguita con il metodo pseudo-statico. I coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v sono valutati con le relazioni:

$$k_h = \beta_m \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove:

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	107 di 239

β_m è un coefficiente dipendente dal valore dell'accelerazione orizzontale a_g e dalla tipologia di sottosuolo. Nel caso in esame, essendo il sottosuolo di categoria C e $a_g(g)$ compresa tra 0.2 e 0.4, si assume $\beta_m=0.31$;

k_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

k_v è il coefficiente sismico in direzione verticale;

L'accelerazione massima viene valutata come:

$$\frac{a_{max}}{g} = S_R \cdot S_T \cdot \frac{a_g}{g}$$

dove:

$S_s = 1.37$ tiene conto dell'amplificazione stratigrafica;

$S_t = 1.00$ tiene conto dell'amplificazione topografica;

$\frac{a_g}{g} = 0.22$ è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito per lo SLV.

La valutazione della spinta in condizioni dinamiche viene effettuata con il metodo di Mononobe e Okabe:

per $\beta \leq \varphi - \theta$

$$k_{a,s} = \frac{\sin^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos(\theta) \cdot \sin^2(\psi - \theta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

per $\beta > \varphi - \theta$

$$k_{a,s} = \frac{\sin^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos(\theta) \cdot \sin^2(\beta) \cdot \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

dove:

θ è l'angolo tale che $\tan \theta = \frac{k_h}{1+k_v}$;

La tabella seguente riporta i suddetti parametri, distinguendo le combinazioni di verifica in base all'approccio perseguito:

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 108 di 239

Dati Sismici	Accelerazione sismica	a _g /g	0.36	(-)
	Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	S _s	1.062	(-)
	Coefficiente Amplificazione Topografico	S _T	1	(-)
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β _s	0.31	(-)
	Coefficiente sismico orizzontale	kh	0.1185192	(-)
	Coefficiente sismico verticale	kv	0.0593	(-)
	Muro libero di traslare o ruotare	<input checked="" type="radio"/> si <input type="radio"/> no		

			SLE	STR	GEO	EQU
Coefficienti di Spinta	Coeff. di Spinta Attiva Statico	ka	0.238	0.238	0.307	0.307
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica si	kas+	0.298	0.298	0.376	0.376
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica si	kas-	0.306	0.306	0.385	0.385
	Coeff. Di Spinta Passiva	kp	2.464	2.464	2.075	2.075
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica	kps+	2.280	2.280	1.903	1.903
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica	kps-	2.255	2.255	1.879	1.879

Sono state altresì considerate le forze di inerzia dovute al peso del muro e del terreno gravante sulla zattera di monte, valutate come:

$$F_i = k_{iH} \cdot W_i$$

Per quanto riguarda l'incremento sismico di spinta dovuto ai terrapieni, esso è stato applicato alla stessa altezza dell'aliquota statica, così come prescritto dalla norma per muri liberi di traslare e ruotare intorno al piede.

9.6.2 Combinazioni di carico SLU

Tutte le condizioni di carico elementari di carico possono essere raggruppate nei seguenti gruppi di condizioni:

G1: azioni dovute al peso proprio e ai carichi permanenti strutturali;

G2: azioni dovute ai carichi permanenti non strutturali;

P: azioni dovute ai carichi di precompressione;

Q_{ik}: azioni dovute ai sovraccarichi accidentali;

E: azioni dovute ai carichi sismici orizzontali e verticali.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. <i>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</i>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 109 di 239

Secondo quanto previsto dalle NTC 2008, si considerano tutte le combinazioni non sismiche del tipo:

$$F_d = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_p \cdot P_k + \gamma_q \left[Q_k + \sum (\Psi_{0i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

essendo:

Carichi	Coef.	Condizione		
	γ_F (γ_E)	EQU	STR (A1)	GEO (A2)
Permanenti	$\gamma_{G,1}$	0.9÷1.1	1.0÷1.3	1.0÷1.0
Perm.non strutturali	$\gamma_{G,2}$	0.0÷1.5	0.0÷1.5	0.0÷1.3
Variabili	$\gamma_{Q,i}$	0.0÷1.5	0.0÷1.5	0.0÷1.3

Tabella 3-Coefficienti parziali per le azioni favorevoli-sfavorevoli

$\gamma_p = 1.00$ (precompressione)

$\Psi_{0i} = 0 \div 1.00$ (coefficiente di combinazione allo SLU per tutte le condizioni di carico elementari variabili per tipologia e categoria Q_{ik})

Le combinazioni sismiche considerate sono:

$$F_d = G_1 + G_2 + P_k + E + \left[\sum (\Psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

essendo:

$\Psi_{2i} = 0$ nel caso di sovraccarichi stradali.

9.6.3 Combinazione di carico SLE

Secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, si considerano le combinazioni:

$$F_d = G_1 + G_2 + P_k + \left[\sum (\Psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

Essendo, nel caso di carichi stradali, Ψ_{2i} pari a 0 per la combinazione quasi permanente, pari a 0.75 per la combinazione frequente e pari a 1 per la combinazione rara.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						110 di 239

9.6.4 Verifiche agli stati limite ultimi

Le sollecitazioni di calcolo per le verifiche SLU e SLV sono state ottenute calcolando le risultanti di tutte le azioni normali, taglianti e flettenti rispetto al piano di fondazione. Si riportano di seguito i valori caratteristici.

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

			SLE
- Muro (Mm)			
Mm1 =	$Pm1 \cdot (B1 + 2/3 B2)$	(kNm/m)	0.00
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1 + B2 + 0,5 \cdot B3)$	(kNm/m)	48.00
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/3 B4)$	(kNm/m)	30.67
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	202.50
Mm5 =	$Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0.00
Mm =	$Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5$	(kNm/m)	281.17
- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro			
Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4 + 0,5 \cdot B5)$	(kNm/m)	680.40
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	0.00
Mt3 =	$Pt3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4)$	(kNm/m)	26.67
Msovr =	$Sovr \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	0.00
Mt =	$Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr$	(kNm/m)	707.07
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro			
Sovr acc. Stat	$\cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	182.9
Sovr acc. Sism	$\cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	0

APPALTATORE:	TELESE s.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE:			RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO					
Mandatario:	Mandante:		II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			PROGETTO ESECUTIVO					
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	111 di 239

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)

$$\begin{array}{llll} \text{Ps h} = & \text{Pm} \cdot \text{kh} & (\text{kN/m}) & 17.78 \\ \text{Ps v} = & \text{Pm} \cdot \text{kv} & (\text{kN/m}) & 8.89 \end{array}$$

- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)

$$\begin{array}{llll} \text{Pts h} = & \text{Pt} \cdot \text{kh} & (\text{kN/m}) & 27.50 \\ \text{Pts v} = & \text{Pt} \cdot \text{kv} & (\text{kN/m}) & 13.75 \end{array}$$

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)

$$\begin{array}{llll} \text{MPs1 h} = & \text{kh} \cdot \text{Pm1} \cdot (\text{H2} + \text{H3}/3) & (\text{kNm/m}) & 0.00 \\ \text{MPs2 h} = & \text{kh} \cdot \text{Pm2} \cdot (\text{H2} + \text{H3}/2) & (\text{kNm/m}) & 13.27 \\ \text{MPs3 h} = & \text{kh} \cdot \text{Pm3} \cdot (\text{H2} + \text{H3}/3) & (\text{kNm/m}) & 5.06 \\ \text{MPs4 h} = & \text{kh} \cdot \text{Pm4} \cdot (\text{H2}/2) & (\text{kNm/m}) & 4.27 \\ \text{MPs5 h} = & -\text{kh} \cdot \text{Pm5} \cdot (\text{Hd}/2) & (\text{kNm/m}) & 0.00 \\ \text{MPs h} = & \text{MPs1} + \text{MPs2} + \text{MPs3} + \text{MPs4} + \text{MPs5} & (\text{kNm/m}) & 22.60 \end{array}$$

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)

$$\begin{array}{llll} \text{MPs1 v} = & \text{kv} \cdot \text{Pm1} \cdot (\text{B1} + 2/3 \cdot \text{B2}) & (\text{kNm/m}) & 0.00 \\ \text{MPs2 v} = & \text{kv} \cdot \text{Pm2} \cdot (\text{B1} + \text{B2} + \text{B3}/2) & (\text{kNm/m}) & 2.84 \\ \text{MPs3 v} = & \text{kv} \cdot \text{Pm3} \cdot (\text{B1} + \text{B2} + \text{B3} + \text{B4}/3) & (\text{kNm/m}) & 1.82 \\ \text{MPs4 v} = & \text{kv} \cdot \text{Pm4} \cdot (\text{B}/2) & (\text{kNm/m}) & 12.00 \\ \text{MPs5 v} = & \text{kv} \cdot \text{Pm5} \cdot (\text{B} - \text{Bd}/2) & (\text{kNm/m}) & 0.00 \\ \text{MPs v} = & \text{MPs1} + \text{MPs2} + \text{MPs3} + \text{MPs4} + \text{MPs5} & (\text{kNm/m}) & 16.66 \end{array}$$

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)

$$\begin{array}{llll} \text{MPts1 h} = & \text{kh} \cdot \text{Pt1} \cdot (\text{H2} + \text{H3}/2) & (\text{kNm/m}) & 71.68 \\ \text{MPts2 h} = & \text{kh} \cdot \text{Pt2} \cdot (\text{H2} + \text{H3} + \text{H4}/3) & (\text{kNm/m}) & 0.00 \\ \text{MPts3 h} = & \text{kh} \cdot \text{Pt3} \cdot (\text{H2} + \text{H3} \cdot 2/3) & (\text{kNm/m}) & 6.57 \\ \text{MPts h} = & \text{MPts1} + \text{MPts2} + \text{MPts3} & (\text{kNm/m}) & 78.25 \end{array}$$

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)

$$\begin{array}{llll} \text{MPts1 v} = & \text{kv} \cdot \text{Pt1} \cdot ((\text{H2} + \text{H3}/2) - (\text{B} - \text{B5}/2) \cdot 0.5) & (\text{kNm/m}) & 40.32 \\ \text{MPts2 v} = & \text{kv} \cdot \text{Pt2} \cdot ((\text{H2} + \text{H3} + \text{H4}/3) - (\text{B} - \text{B5}/3) \cdot 0.5) & (\text{kNm/m}) & 0.00 \\ \text{MPts3 v} = & \text{kv} \cdot \text{Pt3} \cdot ((\text{H2} + \text{H3} \cdot 2/3) - (\text{B1} + \text{B2} + \text{B3} + 2/3 \cdot \text{B4}) \cdot 0.5) & (\text{kNm/m}) & 1.90 \\ \text{MPts v} = & \text{MPts1} + \text{MPts2} + \text{MPts3} & (\text{kNm/m}) & 42.22 \end{array}$$

APPALTATORE:	TELESE s.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080							
Muri di sostegno - Relazione di calcolo							
		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	112 di 239

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

			SLE
St	=	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m) 54.81
Sq perm	=	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m) 0.00
Sq acc	=	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m) 22.84

- Componente orizzontale condizione statica

Sth	=	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m) 54.81
Sqh perm	=	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 0.00
Sqh acc	=	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 22.84

- Componente verticale condizione statica

Stv	=	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00
Sqv perm	=	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00
Sqv acc	=	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00

- Spinta passiva sul dente

Sp	=	$\frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot Hd^2 \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot Hd^2 \cdot kp + (2 \cdot c_1 \cdot kp^{0.5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H2') \cdot Hd \right]$	(kN/m) 0.00
----	---	---	-------------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

			SLE
MSt1	=	$St \cdot h \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)$	(kNm/m) 87.69
MSt2	=	$St \cdot v \cdot B$	(kNm/m) 0.00
MSq1 perm	=	$Sq \text{ h perm} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m) 0.00
MSq1 acc	=	$Sq \text{ h acc} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m) 54.81
MSq2 perm	=	$Sq \text{ v perm} \cdot B$	(kNm/m) 0.00
MSq2 acc	=	$Sq \text{ v acc} \cdot B$	(kNm/m) 0.00
MSp	=	$\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kp / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kp^{0.5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H2') \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m) 0.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080							
Muri di sostegno - Relazione di calcolo							
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	113 di 239	

Spinte e momenti SLU A1

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

		SLE	STR/GEO	EQU
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m) 54.81	71.25	77.85
Sq perm =	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sq acc =	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m) 22.84	34.26	44.23

- Componente orizzontale condizione statica

Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m) 54.81	71.25	77.85
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 22.84	34.26	44.23

- Componente verticale condizione statica

Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sqv perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sqv acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

Sp =	$\frac{1}{2} \cdot g1 \cdot Hd^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot Hd^2 \cdot kp + (2 \cdot c1 \cdot kp^{0.5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
------	--	-------------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO	EQU
MSt1 =	$St \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)$	(kNm/m) 87.69	114.00	124.56
MSt2 =	$St \cdot B$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSq1 perm =	$Sqh \text{ perm} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSq1 acc =	$Sqh \text{ acc} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m) 54.81	82.21	106.16
MSq2 perm =	$Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSq2 acc =	$Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSp =	$\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kp / 3 + (2 \cdot c1 \cdot kp^{0.5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						114 di 239

Spinte e momenti SLV A1+

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	54.81	54.81	70.77
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	17.90	17.90	20.92
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente orizzontale condizione sismica +

Sst1h stat = Sst1 stat * cos δ	(kN/m)	54.81	54.81	70.77
Sst1h sism = Sst1 sism * cos δ	(kN/m)	17.90	17.90	20.92
Ssq1h perm = Ssq1 perm * cos δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * cos δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente verticale condizione sismica +

Sst1v stat = Sst1 stat * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Sst1v sism = Sst1 sism * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v perm = Ssq1 perm * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1+kv) \cdot Hd^2 \cdot kps^+ + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot (1+kv) \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
--	--------	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = Sst1h stat * ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)	(kNm/m)	87.69	87.69	113.24
MSst1 sism = Sst1h sism * ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)	(kNm/m)	28.65	28.65	33.46
MSst2 stat = Sst1v stat * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSst2 sism = Sst1v sism * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq1 = Ssq1h * ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq2 = Ssq1v * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSp = $\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kps^+ / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO					
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	115 di 239

Spinte e momenti SLV A1-

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma' \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	54.81	54.81	70.77
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma' \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^-$ - Sst1 stat	(kN/m)	11.59	11.59	12.75
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^-$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^-$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente orizzontale condizione sismica -

Sst1h stat = Sst1 stat * $\cos \delta$	(kN/m)	54.81	54.81	70.77
Sst1h sism = Sst1 sism * $\cos \delta$	(kN/m)	11.59	11.59	12.75
Ssq1h perm = Ssq1 perm * $\cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * $\cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente verticale condizione sismica -

Sst1v stat = Sst1 stat * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Sst1v sism = Sst1 sism * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v perm = Ssq1 perm * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1' \cdot (1-kv) \cdot Hd^2 \cdot kps + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{-0.5} + \gamma_1' \cdot (1-kv) \cdot kps \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
--	--------	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = Sst1h stat * $((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m)	87.69	87.69	113.24
MSst1 sism = Sst1h sism * $((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	18.55	18.55	20.40
MSst2 stat = Sst1v stat * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSst2 sism = Sst1v sism * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq1 = Ssq1h * $((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq2 = Ssq1v * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSp = $\gamma_1' \cdot Hd^3 \cdot kps + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{0.5} + \gamma_1' \cdot kps \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080						
Muri di sostegno - Relazione di calcolo						
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	116 di 239

Spinte e momenti SLU A2

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

		SLE	STR/GEO	EQU
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m) 54.81	70.77	77.85
Sq perm =	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sq acc =	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m) 22.84	38.34	44.23

- Componente orizzontale condizione statica

Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m) 54.81	70.77	77.85
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 22.84	38.34	44.23

- Componente verticale condizione statica

Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sqv perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sqv acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

Sp =	$\frac{1}{2} \cdot g1 \cdot Hd^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot Hd^2 \cdot kp + (2 \cdot c1 \cdot kp^{0.5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
------	--	-------------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO	EQU
MSt1 =	$St \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)$	(kNm/m) 87.69	113.24	124.56
MSt2 =	$St \cdot B$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSq1 perm =	$Sqh \text{ perm} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSq1 acc =	$Sqh \text{ acc} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m) 54.81	92.01	106.16
MSq2 perm =	$Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSq2 acc =	$Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSp =	$\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kp / 3 + (2 \cdot c1 \cdot kp^{0.5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
			REV.	FOGLIO		
			B	117 di 239		

Spinte e momenti SLV A2+

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	54.81	70.77	70.77
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	17.90	20.92	20.92
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente orizzontale condizione sismica +

Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	54.81	70.77	70.77
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	17.90	20.92	20.92
Ssq1h perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1h acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente verticale condizione sismica +

Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1+kv) \cdot Hd^2 \cdot kps^+ + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot (1+kv) \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
--	--------	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} \cdot ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m)	87.69	113.24	113.24
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	28.65	33.46	33.46
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSp = $\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kps^+ / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI						
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO						
Mandatario:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	118 di 239

Spinte e momenti SLV A2-

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	54.81	70.77	70.77
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^- \cdot Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	11.59	12.75	12.75
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^-$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^-$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente orizzontale condizione sismica -

Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	54.81	70.77	70.77
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	11.59	12.75	12.75
Ssq1h perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1h acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente verticale condizione sismica -

Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1-kv) \cdot Hd^2 \cdot kps^+ + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{-0.5} + \gamma_1 \cdot (1-kv) \cdot kps^- \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
--	--------	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} \cdot ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m)	87.69	113.24	113.24
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	18.55	20.40	20.40
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSp = $\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kps^+ / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot kps^- \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandatario:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						119 di 239

1.1.1.15 Verifica GEO a capacità portante della fondazione

La verifica si effettua tanto in condizioni statiche quanto in condizioni dinamiche nella combinazione A2+M2+R2.

Verifica SLU

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v + St_v + Sq_v (+ Sovr acc)$		382.00	462.60	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{th} + S_{qh} + f - Sp$		109.11	109.11	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \sum M$		782.99	1020.76	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c \cdot N - MM$		76.51	20.09	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot i_c + q_0 \cdot N_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma_1 \cdot B^* \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma$$

$c'1'$	coesione terreno di fondaz.	10.40		(kPa)
$\phi'1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	20.46		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	14.44		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma \cdot d \cdot H_2'$	sovraccarico stabilizzante	0.00		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.20	0.04	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	4.10	4.41	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \tan^2(45 + \phi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan(\phi'))}$	(1 in cond. nd)	6.70		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan(\phi')$	(2+ π in cond. nd)	15.27		(-)
$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan(\phi')$	(0 in cond. nd)	5.74		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B^* \cdot c' \cdot \cot(\phi')))^m$	(1 in cond. nd)	0.61	0.66	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.54	0.54	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* \cdot c' \cdot \cot(\phi')))^{m+1}$		0.47	0.48	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	166.50	167.69	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = $q_{lim} \cdot B^* / N$	Nmin	1.79	>	1
		Nmax	1.60	>	

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						120 di 239

Verifica SLV+

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} + (S_{ovr acc})$		404.64	404.64	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$		136.96		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \Sigma M$		799.56	799.56	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c \cdot N - MM$		110.88	110.88	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c' N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B^* N_\gamma i_\gamma$$

c'	coesione terreno di fondaz.	10.40		(kN/mq)
ϕ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	20.46		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	14.44		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d^* H^2$	sovraccarico stabilizzante	0.00		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.27	0.27	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	3.95	3.95	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \tan^2(45 + \phi'/2) e^{(\pi \tan \phi')}$	(1 in cond. nd)	6.70		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi'$	($2 + \pi$ in cond. nd)	15.27		(-)
$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$	(0 in cond. nd)	5.74		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B^* c' \cot \phi'))^m$	(1 in cond. nd)	0.54	0.54	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.46	0.46	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* c' \cot \phi'))^{m+1}$		0.40	0.40	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	137.52	137.52	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = $q_{lim} \cdot B^* / N$	Nmin	1.34	>	1
		Nmax	1.34	>	

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	121 di 239

Verifica SLV-

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$		359.36	359.36	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$		128.80		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \Sigma M$		694.86	694.86	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c \cdot N - MM$		113.70	113.70	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c' N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B^* N_\gamma i_\gamma$$

c'	coesione terreno di fondaz.	10.40		(kN/mq)
ϕ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	20.46		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	14.44		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d^* H_2'$	sovraccarico stabilizzante	0.00		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.32	0.32	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	3.87	3.87	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \tan^2(45 + \phi/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan(\phi))}$	(1 in cond. nd)	6.70		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan(\phi)$	(2+ π in cond. nd)	15.27		(-)
$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan(\phi)$	(0 in cond. nd)	5.74		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B^* c' \cot(\phi)))^m$	(1 in cond. nd)	0.52	0.52	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.44	0.44	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* c' \cot(\phi)))^{m+1}$		0.38	0.38	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	131.03	131.03	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = $q_{lim} \cdot B^* / N$	Nmin	1.41	>	1
		Nmax	1.41	>	

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	122 di 239

1.1.1.16 Verifiche GEO a scorrimento sul piano di posa della fondazione

La verifica si effettua tanto in condizioni statiche quanto in condizioni dinamiche nella combinazione A2+M2+R2. Nella risultante delle forze verticale N non si tiene conto, a vantaggio di sicurezza, del sovraccarico accidentale sulla zattera di monte.

Verifica SLU

Risultante forze verticali (N)				
$N = P_m + P_t + v + St_v + Sq_v \text{ perm} + Sq_v \text{ acc}$		382.00	(kN/m)	
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{th} + S_{qh} + f$		109.11	(kN/m)	
Coefficiente di attrito alla base (f)				
$f = tg\phi_1'$		0.37	(-)	
Fs scorr.	(N*f + Sp) / T	1.31	>	1

Verifica SLV+

Risultante forze verticali (N)				
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$		404.64	(kN/m)	
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh}$		136.96	(kN/m)	
Coefficiente di attrito alla base (f)				
$f = tg\phi_1'$		0.37	(-)	
Fs =	(N*f + Sp) / T	1.10	>	1

Verifica SLV-

Risultante forze verticali (N)				
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$		359.36	(kN/m)	
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh}$		128.80	(kN/m)	
Coefficiente di attrito alla base (f)				
$f = tg\phi_1'$		0.37	(-)	
Fs =	(N*f + Sp) / T	1.04	>	1

APPALTATORE:	 <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	123 di 239

1.1.1.17 Verifica EQU a ribaltamento

La verifica si effettua tanto in condizioni statiche quanto in condizioni dinamiche nella combinazione EQU+M2+R2. Anche qui, a vantaggio di sicurezza, non si tiene conto del contributo stabilizzante del sovraccarico accidentale sulla zattera di monte.

Verifica SLU

Momento stabilizzante (Ms)				
Ms =	Mm + Mt + Mfext3	889.41	(kNm/m)	
Momento ribaltante (Mr)				
Mr =	MSt + MSq + Mfext1+ Mfext2 + MSp	230.72	(kNm/m)	
Fs ribaltamento	Ms / Mr	3.85	>	1

Verifica SLV+

Momento stabilizzante (Ms)				
Ms =	Mm + Mt + Mfext3	988.23	(kNm/m)	
Momento ribaltante (Mr)				
Mr =	MSst+MSsq+Mfext1+Mfext2+MSp+MPs+Mpts	188.67	(kNm/m)	
Fr =	Ms / Mr	5.24	>	1

Verifica SLV-

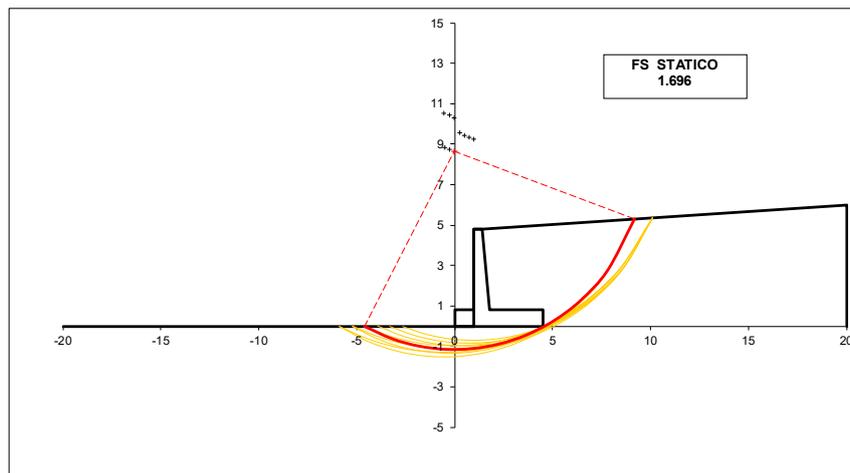
Momento stabilizzante (Ms)				
Ms =	Mm + Mt + Mfext3	988.23	(kNm/m)	
Momento ribaltante (Mr)				
Mr =	MSst+MSsq+Mfext1+Mfext2+MSp+MPs+Mpts	293.37	(kNm/m)	
Fr =	Ms / Mr	3.37	>	1

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080						
Muri di sostegno - Relazione di calcolo						
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	124 di 239

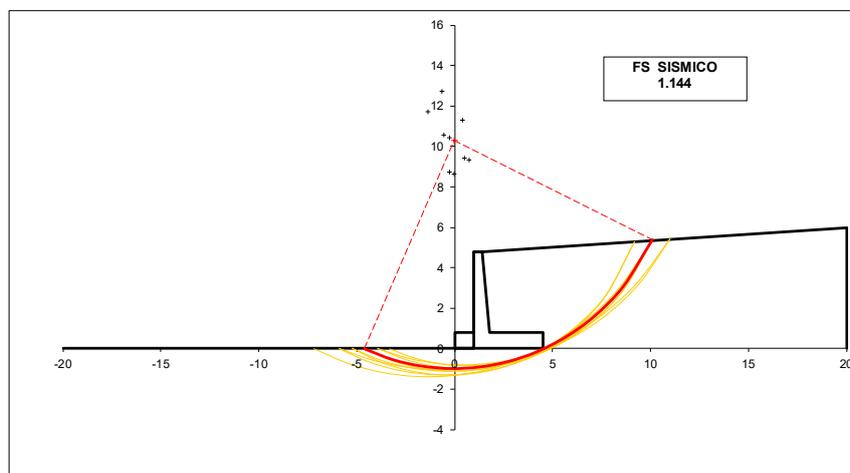
1.1.1.18 Verifica GEO a stabilità globale

Le verifiche effettuate vengono di seguito presentate in forma sintetica. Nelle figure, in alto, è indicato il coefficiente di sicurezza minimo FS che fa riferimento alla superficie di scorrimento critica evidenziata in rosso; il valore FS minimo deve essere confrontato con il coefficiente di sicurezza previsto dalla normativa per la combinazione considerata: $R_2=1.10$.

Verifica in condizioni statiche



Verifica in condizioni sismiche



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 125 di 239

1.1.1.19 Verifiche STR

Le verifiche vengono condotte, tanto in condizione statica che in condizione dinamica, nella combinazione A1+M1+R1.

Verifica allo Stato Limite Ultimo

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

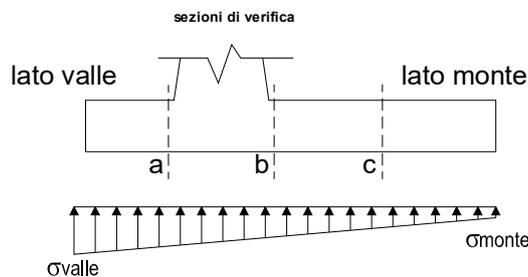
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 4.50 \quad (m^2)$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 3.38 \quad (m^3)$$

caso	N [kN]	M [kNm]	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_{monte} [kN/m ²]
statico	382.00	67.48	104.88	64.89
sisma+	475.00	2.38	106.26	104.85
sisma-	404.64	80.51	113.78	66.06
sisma-	359.36	86.31	105.43	54.29
sisma-	359.36	86.31	105.43	54.29



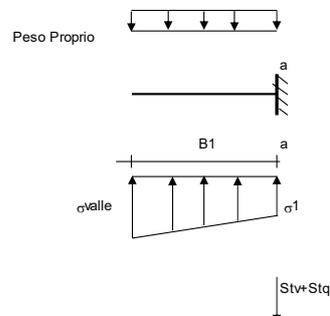
Mensola Lato Valle

$$PP = 20.00 \quad (kN/m)$$

$$Ma = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$$

$$Va = \sigma_1 \cdot B + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B / 2 - PP \cdot B \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_1 [kN/m ²]	Ma [kNm]	Va [kN]
statico	104.88	96.00	40.96	80.44
sisma+	106.26	105.95	43.08	86.10
sisma-	113.78	103.17	44.53	87.29
sisma-	113.78	103.17	45.12	87.29
sisma-	105.43	94.07	41.41	78.56
sisma-	105.43	94.07	40.82	78.56



Mensola Lato Monte

$$PP = 20.00 \quad (kN/m^2) \quad \text{peso proprio soletta fondazione}$$

$$PD = 0.00 \quad (kN/m) \quad \text{peso proprio dente}$$

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	80.00	110.00	80.00	(kN/m ²)
pwb	80.00	110.00	80.00	(kN/m ²)
pvc	80.00	110.00	80.00	(kN/m ²)

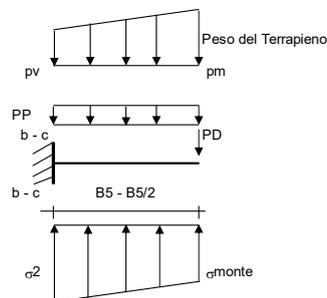
$$Mb = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (pm - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B/2 - Bd/2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2/2) + Msp + Sp \cdot H2/2$$

$$Mc = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B/2)^2 / 2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B/2)^2 / 6 - (pm - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B/2)^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot (B/2) \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B/2 - Bd/2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2/2) + Msp + Sp \cdot H2/2$$

$$Vb = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 - (pm - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 - (Stv + Sqv) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

$$Vc = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B/2) + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B/2)^2 - (pm - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B/2) - (Stv + Sqv) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{monte} [kN/m ²]	σ_{2b} [kN/m ²]	Mb [kNm]	Vb [kN]	σ_{2c} [kN/m ²]	Mc [kNm]	Vc [kN]
statico	64.89	88.89	-98.81	-62.39	76.89	-28.35	-39.29
sisma+	104.85	105.70	-90.64	-66.76	105.27	-22.79	-33.67
sisma-	66.06	94.69	-110.52	-68.98	80.38	-31.98	-44.15
sisma-	66.06	94.69	-110.52	-68.98	80.38	-31.98	-44.15
sisma-	54.29	84.97	-107.74	-66.00	69.63	-31.60	-43.36
sisma-	54.29	84.97	-107.74	-66.00	69.63	-31.60	-43.36



APPALTATORE: **TELESE S.c.a r.l.**
 Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata

PROGETTAZIONE:
 Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.

NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080
 Muri di sostegno - Relazione di calcolo

ITINERARIO NAPOLI – BARI
 RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
 II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO

PROGETTO ESECUTIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	126 di 239

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a_{orizz}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a_{orizz}}) \cdot h^2 \cdot h/2 \quad o \cdot h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m \cdot f \cdot h$$

$$M_{inerzia} = \sum P_m \cdot b_i \cdot kh$$

$$N_{ext} = v$$

$$N_{pp+inerzia} = \sum P_m \cdot (1 \pm kv)$$

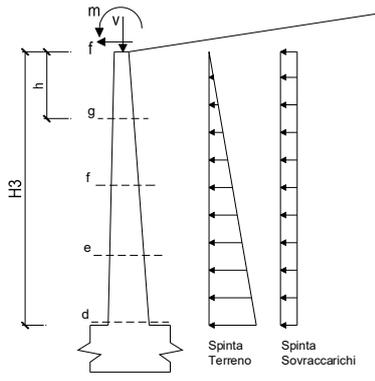
$$V_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

$$V_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a_{orizz}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a_{orizz}}) \cdot h^2$$

$$V_q = K_{a_{orizz}} \cdot q \cdot h$$

$$V_{ext} = f$$

$$V_{inerzia} = \sum P_m \cdot kh$$



condizione statica

sezione	h [m]	Mt [kNm/m]	Mq [kNm/m]	Mext [kNm/m]	Mtot [kNm/m]	Next [kN/m]	Npp [kN/m]	Ntot [kN/m]
d-d	4.00	65.97	57.09	0.00	123.06	0.00	60.00	60.00
e-e	3.00	27.83	32.11	0.00	59.95	0.00	41.25	41.25
f-f	2.00	8.25	14.27	0.00	22.52	0.00	25.00	25.00
g-g	1.00	1.03	3.57	0.00	4.60	0.00	11.25	11.25

sezione	h [m]	Vt [kN/m]	Vq [kN/m]	Vext [kN/m]	Vtot [kN/m]
d-d	4.00	49.48	28.55	0.00	78.03
e-e	3.00	27.83	21.41	0.00	49.24
f-f	2.00	12.37	14.27	0.00	26.64
g-g	1.00	3.09	7.14	0.00	10.23

condizione sismica +

sezione	h [m]	Mt_stat [kNm/m]	Mt_sism [kNm/m]	Mq [kNm/m]	Mext [kNm/m]	Minerzia [kNm/m]	Mtot [kNm/m]	Next [kN/m]	Npp+inerzia [kN/m]	Ntot [kN/m]
d-d	4.00	50.75	16.58	0.00	0.00	12.64	79.97	0.00	63.56	63.56
e-e	3.00	21.41	6.99	0.00	0.00	6.67	35.07	0.00	43.69	43.69
f-f	2.00	6.34	2.07	0.00	0.00	2.77	11.18	0.00	26.48	26.48
g-g	1.00	0.79	0.26	0.00	0.00	0.64	1.69	0.00	11.92	11.92

sezione	h [m]	Vt_stat [kN/m]	Vt_sism [kN/m]	Vq [kN/m]	Vext [kN/m]	Vinerzia [kN/m]	Vtot [kN/m]
d-d	4.00	38.06	12.43	0.00	0.00	7.11	57.61
e-e	3.00	21.41	6.99	0.00	0.00	4.89	33.29
f-f	2.00	9.52	3.11	0.00	0.00	2.96	15.59
g-g	1.00	2.38	0.78	0.00	0.00	1.33	4.49

condizione sismica -

sezione	h [m]	Mt_stat [kNm/m]	Mt_sism [kNm/m]	Mq [kNm/m]	Mext [kNm/m]	Minerzia [kNm/m]	Mtot [kNm/m]	Next [kN/m]	Npp+inerzia [kN/m]	Ntot [kN/m]
d-d	4.00	50.75	10.73	0.00	0.00	12.64	74.12	0.00	56.44	56.44
e-e	3.00	21.41	4.53	0.00	0.00	6.67	32.60	0.00	38.81	38.81
f-f	2.00	6.34	1.34	0.00	0.00	2.77	10.45	0.00	23.52	23.52
g-g	1.00	0.79	0.17	0.00	0.00	0.64	1.60	0.00	10.58	10.58

sezione	h [m]	Vt_stat [kN/m]	Vt_sism [kN/m]	Vq [kN/m]	Vext [kN/m]	Vinerzia [kN/m]	Vtot [kN/m]
d-d	4.00	38.06	8.05	0.00	0.00	7.11	53.22
e-e	3.00	21.41	4.53	0.00	0.00	4.89	30.83
f-f	2.00	9.52	2.01	0.00	0.00	2.96	14.49
g-g	1.00	2.38	0.50	0.00	0.00	1.33	4.22

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	127 di 239

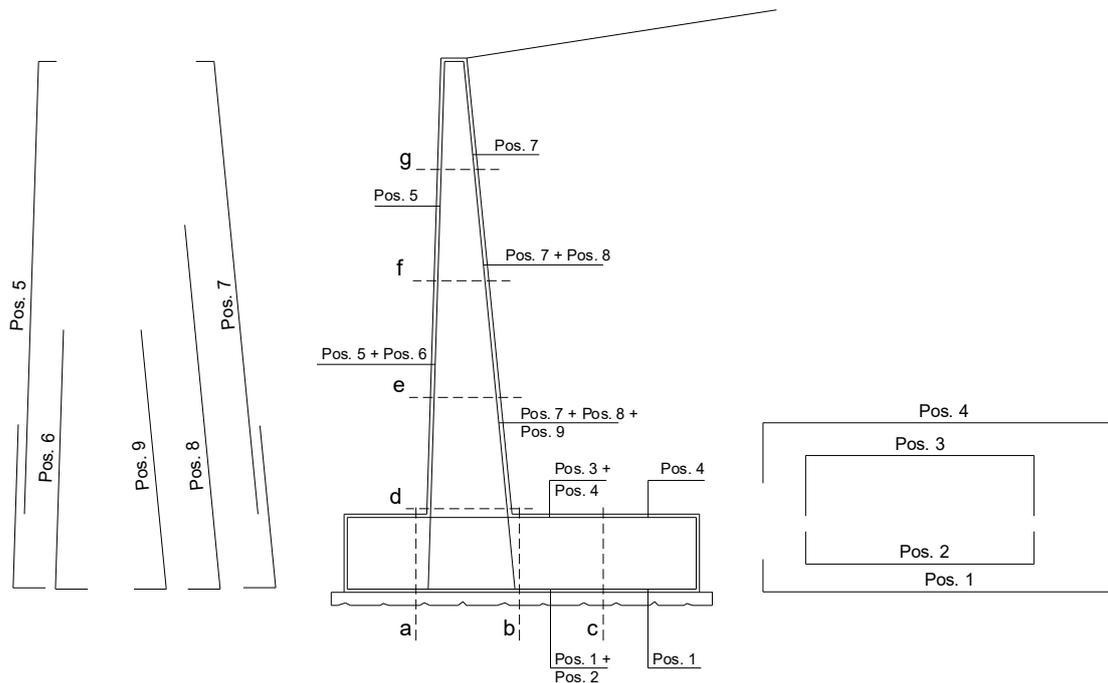
In definitiva risulta:

- Armatura longitudinale
- Posizione 1: 1 registro 10 Ø16
- Posizione 4: 1 registro 10 Ø16
- Posizione 5: 1 registro 5 Ø16
- Posizione 7: 1 registro 10 Ø16

- Armatura trasversale
- Non necessaria

Tutte le verifiche sono riferite ad un metro lineare di muro nella direzione longitudinale.

SCHEMA DELLE ARMATURE



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	128 di 239

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)
a - a	45.12	0.00	0.80	20.11	20.11	553.97
b - b	-110.52	0.00	0.80	20.11	20.11	553.97
c - c	-31.98	0.00	0.80	20.11	20.11	553.97
d - d	123.06	60.00	0.80	20.11	10.05	574.20
e - e	59.95	41.25	0.70	20.11	10.05	487.14
f - f	22.52	25.00	0.60	20.11	10.05	402.54
g - g	4.60	11.25	0.50	20.11	10.05	320.04

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

Sez.	V _{Ed}	h	V _{rd}	∅ staffe	i orizz.	i vert.	θ	V _{Rsd}	
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)	
a - a	87.29	0.80	270.16	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
b - b	68.98	0.80	270.16	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
c - c	44.15	0.80	270.16	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
d - d	78.03	0.80	278.40	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
e - e	49.24	0.70	256.95	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
f - f	26.64	0.60	234.68	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
g - g	10.23	0.50	211.22	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	129 di 239

9.6.5 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono quelle fornite dalle specifiche RFI (Requisiti concernenti la fessurazione per strutture in c.a., c.a.p. e miste acciaio-calcestruzzo) secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

In particolare, per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- Combinazione Caratteristica (Rara) $\delta_f \leq w_L = 0.2 \text{ mm}$

Le verifiche tensionali di cui ai par. 4.1.2.2.5.1 e 4.1.2.2.5.2 delle NTC 2008 sono state eseguite per la combinazione rara e la combinazione quasi permanente, controllando che le tensioni nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori ai seguenti valori limite:

Le verifiche di tensione si ritengono soddisfatte se sono verificate le seguenti condizioni:

Calcestruzzo

- Combinazione di carico caratteristica (RARA): 0.55 fck
- Combinazione di carico quasi permanente: 0.40 fck

Acciaio

- Combinazione di carico caratteristica (RARA): 0.75 fyk

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 130 di 239

1.1.1.20 Verifiche a fessurazione

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

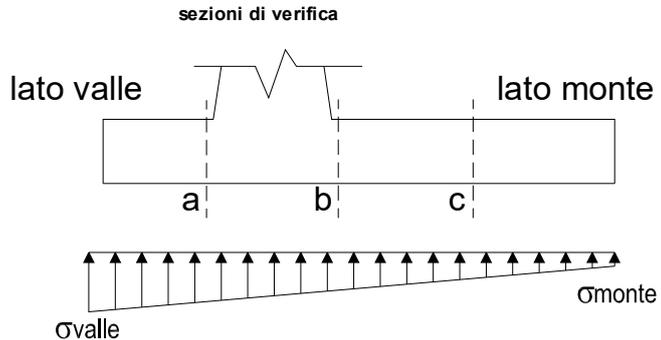
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 4.50 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 3.38 \text{ (m}^3\text{)}$$

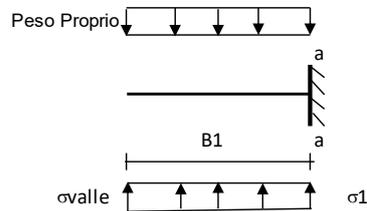
caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
Rara	382.00	13.77	88.97	80.81
	444.00	-29.63	89.89	107.45



Mensola Lato Valle

Peso Proprio. PP = 20.00 (kN/m)
 $Ma = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$

caso	σ_{valle}	σ_1	Ma
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]
Rara	88.97	87.16	34.18
	89.89	93.79	35.59



Mensola Lato Monte

PP = 20.00 (kN/m²) peso proprio soletta fondazione
 PD = 0.00 (kN/m) peso proprio dente

Nmin max Freq N max QP

pm = 80.00 100.00 100.00 (kN/m²)

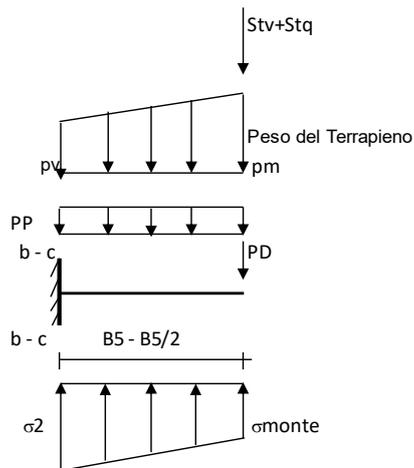
pvb = 80.00 100.00 100.00 (kN/m²)

pvc = 80.00 100.00 100.00 (kN/m²)

$$Mb = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (pm - p_{vb}) \cdot B^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot B^2 - PD \cdot (B^2 - Bd / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H^2 / 2$$

$$Mc = (\sigma_{monte} - p_{vc} + PP) \cdot (B/2)^2 / 2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B/2)^2 / 6 - (pm - p_{vc}) \cdot (B/2)^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot (B/2) - PD \cdot (B/2 - Bd/2) + M_{sp} + Sp \cdot H^2 / 2$$

caso	σ_{monte}	σ_{2b}	Mb	σ_{2c}	Mc
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN/m ²]	[kNm]
Rara	80.81	85.70	-64.00	83.26	-16.74
	107.45	96.91	-58.56	102.18	-13.04



APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 131 di 239

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

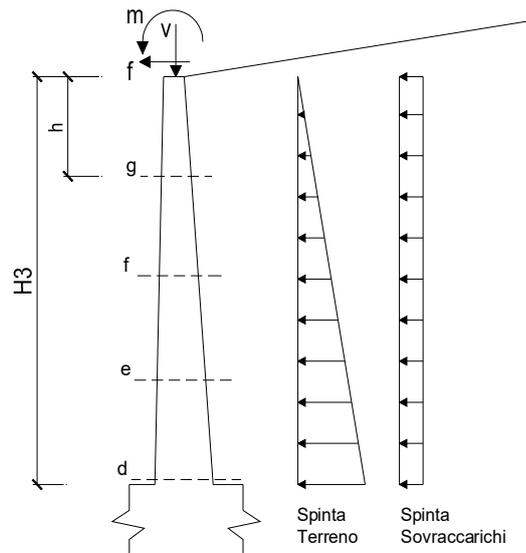
Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_t = \frac{1}{2} K_{a_{orizz.}} \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{orizz.}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m + f \cdot h$$

$$N_{ext} = v$$



sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4.00	50.75	38.06	0.00	88.81	0.00	60.00	60.00
e-e	3.00	21.41	21.41	0.00	42.82	0.00	41.25	41.25
f-f	2.00	6.34	9.52	0.00	15.86	0.00	25.00	25.00
g-g	1.00	0.79	2.38	0.00	3.17	0.00	11.25	11.25

Sez.	M	N	h	A _f	A' _f	σ ^c	σ ^f	w _k	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	35.59	0.00	0.80	20.11	20.11	0.52	26.26	0.033	0.200
b - b	-64.00	0.00	0.80	20.11	20.11	0.93	47.23	0.059	0.200
c - c	-16.74	0.00	0.80	20.11	20.11	0.24	12.36	0.015	0.200
d - d	88.81	60.00	0.80	20.11	10.05	1.41	51.91	0.064	0.200
e - e	42.82	41.25	0.70	20.11	10.05	0.87	27.47	0.034	0.200
f - f	15.86	25.00	0.60	20.11	10.05	0.43	10.70	0.012	0.200
g - g	3.17	11.25	0.50	20.11	10.05	0.12	1.66	0.002	0.200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080	Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	132 di 239

1.1.1.21 Verifiche alle tensioni

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

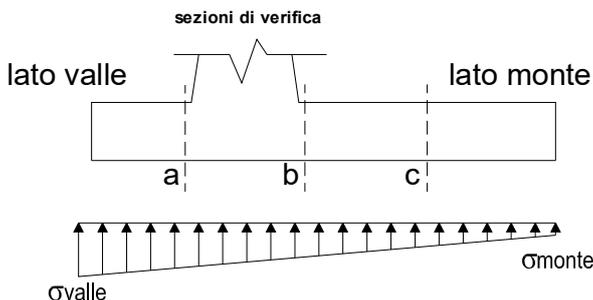
Reazione del terreno

$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$
 $\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$

$A = 1.0 \cdot B = 4.50 \text{ (m}^2\text{)}$

$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 3.38 \text{ (m}^3\text{)}$

caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
statico	382.00	13.77	88.97	80.81
	444.00	-29.63	89.89	107.45
sisma+	404.64	80.51	113.78	66.06
	404.64	80.51	113.78	66.06
sisma-	359.36	86.31	105.43	54.29
	359.36	86.31	105.43	54.29

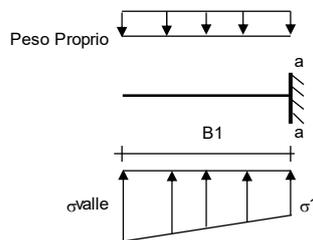


Mensola Lato Valle

Peso Proprio. PP = 20.00 (kN/m)

$M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$

caso	σ_{valle}	σ_1	M_a
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]
statico	88.97	87.16	34.18
	89.89	93.79	35.59
sisma+	113.78	103.17	44.53
	113.78	103.17	44.53
sisma-	105.43	94.07	41.41
	105.43	94.07	41.41



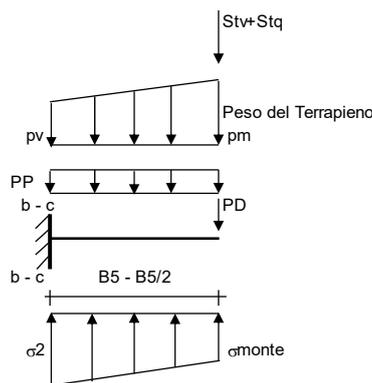
Mensola Lato Monte

PP = 20.00 (kN/m²) peso proprio soletta fondazione
 PD = 0.00 (kN/m) peso proprio dente

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	80.00	100.00	80.00	(kN/m ²)
pvb	80.00	100.00	80.00	(kN/m ²)
pvc	80.00	100.00	80.00	(kN/m ²)

$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (pm - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 - (Stv + Sqv) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B^2 - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (H_d + H_2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H_2 / 2$

$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B^2 / 2)^2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B^2 / 2)^2 / 6 - (pm - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B^2 / 2)^2 / 3 - (Stv + Sqv) \cdot (B^2 / 2) \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B^2 / 2 - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (H_d + H_2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H_2 / 2$



caso	σ_{monte}	σ_{2b}	M_b	σ_{2c}	M_c
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN/m ²]	[kNm]
statico	80.81	85.70	-64.00	83.26	-16.74
	107.45	96.91	-58.56	102.18	-13.04
sisma+	66.06	94.69	-110.52	80.38	-31.98
	66.06	94.69	-110.52	80.38	-31.98
sisma-	54.29	84.97	-107.74	69.63	-31.60
	54.29	84.97	-107.74	69.63	-31.60

APPALTATORE:



ITINERARIO NAPOLI – BARI
 RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
 II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO

PROGETTAZIONE:

Mandataria: Mandante:

SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.

PROGETTO ESECUTIVO

NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080
 Muri di sostegno - Relazione di calcolo

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 IF2R 3.2.E.ZZ CL NV.30.0.0.001 B 133 di 239

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a \text{ orizz.}} \cdot (1 \pm k_v) - K_{a \text{ orizz.}}) \cdot h^2 \cdot h/2 \quad \text{o} \cdot h/3$$

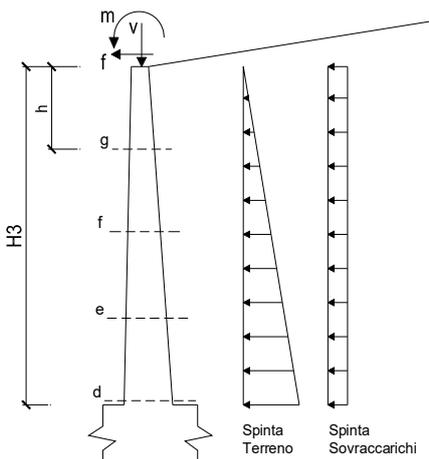
$$M_q = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{\text{ext}} = m + f \cdot h$$

$$M_{\text{inerzia}} = \sum P m_i \cdot b_i \cdot k h \quad (\text{solo con sisma})$$

$$N_{\text{ext}} = v$$

$$N_{\text{pp+inerzia}} = \sum P m_i \cdot (1 \pm k_v)$$



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4.00	50.75	38.06	0.00	88.81	0.00	60.00	60.00
e-e	3.00	21.41	21.41	0.00	42.82	0.00	41.25	41.25
f-f	2.00	6.34	9.52	0.00	15.86	0.00	25.00	25.00
g-g	1.00	0.79	2.38	0.00	3.17	0.00	11.25	11.25

condizione sismica +

sezione	h	Mt stat	Mt sism	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4.00	50.75	16.58	0.00	0.00	12.64	79.97	0.00	63.56	63.56
e-e	3.00	21.41	6.99	0.00	0.00	6.67	35.07	0.00	43.69	43.69
f-f	2.00	6.34	2.07	0.00	0.00	2.77	11.18	0.00	26.48	26.48
g-g	1.00	0.79	0.26	0.00	0.00	0.64	1.69	0.00	11.92	11.92

condizione sismica -

sezione	h	Mt stat	Mt sism	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4.00	50.75	10.73	0.00	0.00	12.64	74.12	0.00	56.44	56.44
e-e	3.00	21.41	4.53	0.00	0.00	6.67	32.60	0.00	38.81	38.81
f-f	2.00	6.34	1.34	0.00	0.00	2.77	10.45	0.00	23.52	23.52
g-g	1.00	0.79	0.17	0.00	0.00	0.64	1.60	0.00	10.58	10.58

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO						
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO						
Mandatario:	Mandante:							
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	134 di 239

Condizione Statica

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ^c	σ^f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	35.59	0.00	0.80	20.11	20.11	0.52	26.26
b - b	-64.00	0.00	0.80	20.11	20.11	0.93	47.23
c - c	-16.74	0.00	0.80	20.11	20.11	0.24	12.36
d - d	88.81	60.00	0.80	20.11	10.05	1.41	51.91
e - e	42.82	41.25	0.70	20.11	10.05	0.87	27.47
f - f	15.86	25.00	0.60	20.11	10.05	0.43	10.70
g - g	3.17	11.25	0.50	20.11	10.05	0.12	1.66

La verifica tensionale nella combinazione di carico Quasi Permanente per il calcestruzzo risulta automaticamente soddisfatta, in quanto la tensione in combinazione di carico Rara risulta inferiore al limite inerente alla combinazione di carico Quasi Permanente ($0.40f_{ck}$). La verifica risulta, pertanto, certamente soddisfatta secondo entrambe le combinazioni.

La verifica tensionale nella combinazione di carico Rara per l'acciaio risulta soddisfatta in quanto la tensione è inferiore al limite di 337.5 MPa.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	135 di 239

9.6.6 Incidenze armature

Visto lo sviluppo longitudinale del muro, il calcolo delle incidenze viene eseguito con riferimento ad un metro lineare, con incrementi che tengono conto delle eventuali sovrapposizioni e sfridi.

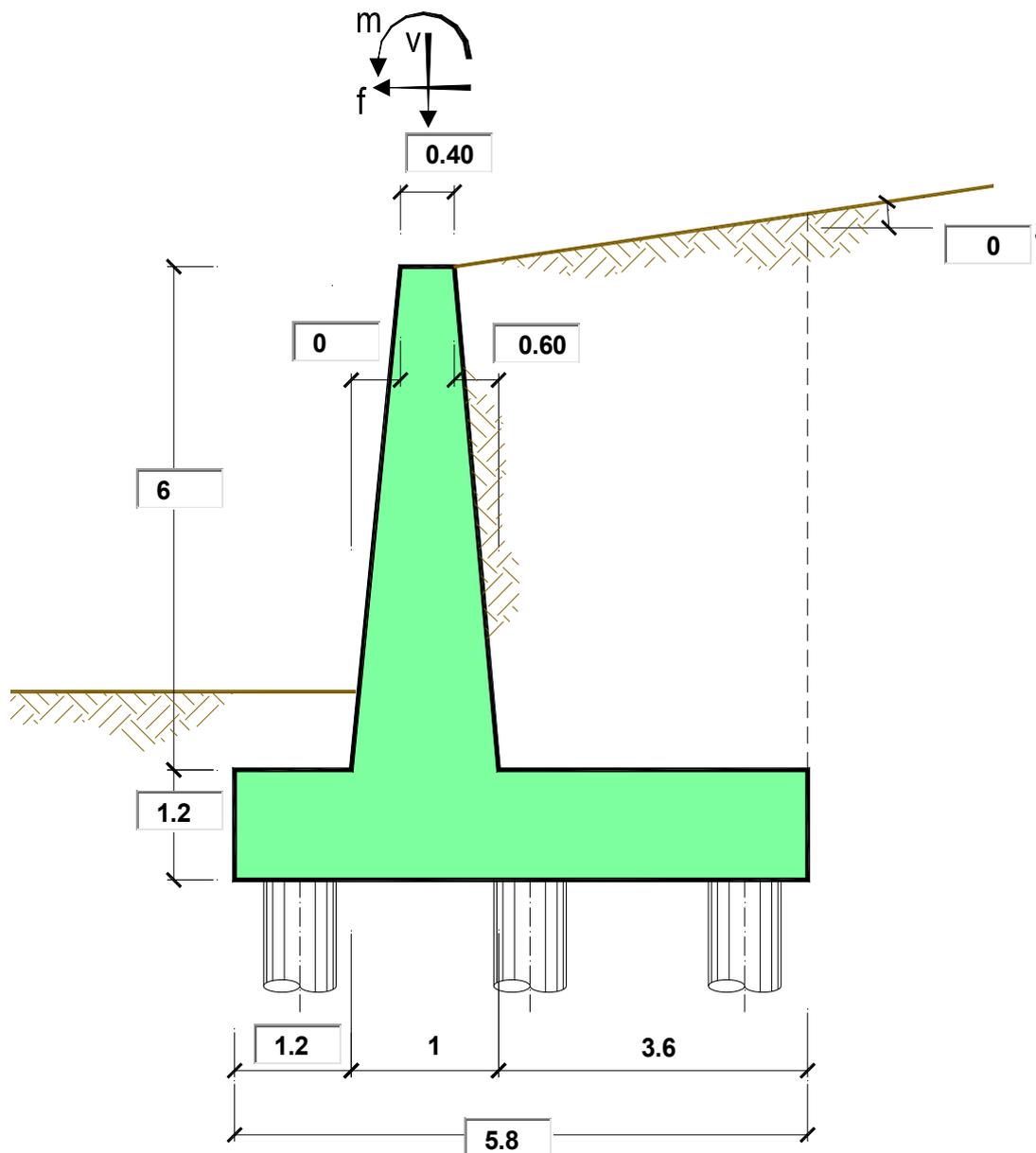
FONDAZIONE				
VOLUME CLS (mc/m)				3.6
	ϕ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
Trasv. Inf.	16	6.0	10	94.7
Trasv. Sup.	16	6.0	10	94.7
Long. Sup.	14	1.0	20	24.2
Long. Inf.	14	1.0	20	24.2
Parete	12	1.0	8	7.1
Attese	16	2.1	15	49.7
Spilli				0.0
Cavallotti	16	2.8	4.0	17.7
				0.0
				0.0
INCREMENTO %				15%
PESO TOTALE ARMATURA				359
INCIDENZA (kg/mc)				100

ELEVAZIONE				
VOLUME CLS (mc/m)				2.4
	ϕ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
Vert. L. monte	16	4.4	10	69.7
Vert. L. valle	16	4.4	5	34.9
Orizz. L. monte	14	1.0	20	24.2
Orizz. L. valle	14	1.0	20	24.2
Spilli	12	0.84	50	37.3
				0.0
				0.0
				0.0
				0.0
INCREMENTO %				26%
PESO TOTALE ARMATURA				240
INCIDENZA (kg/mc)				100

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	136 di 239
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo							

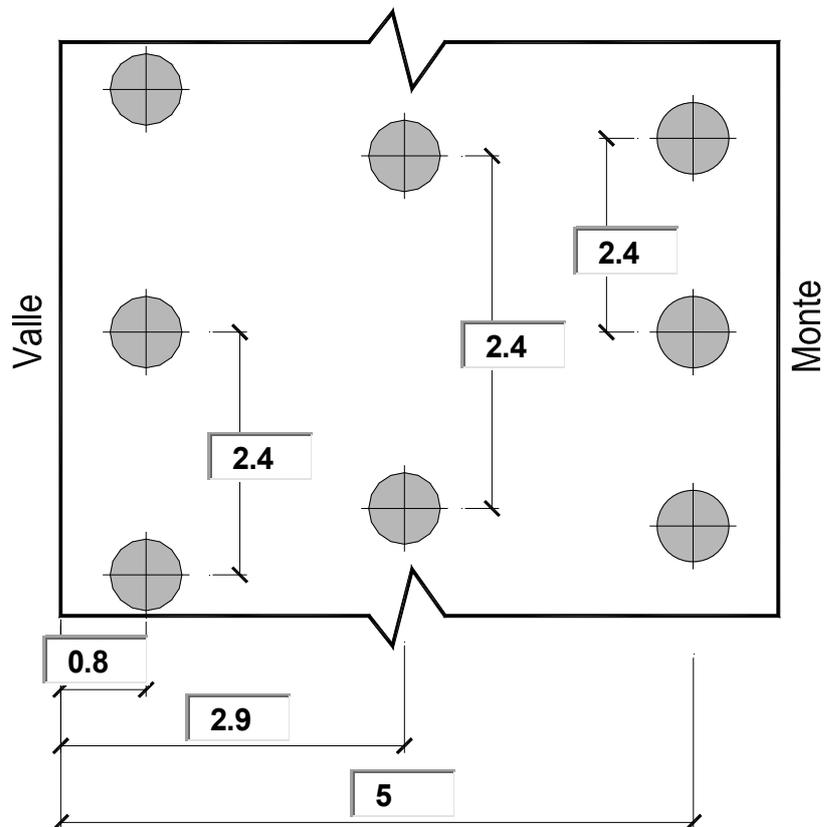
9.7 MURO SU PALI TIPO H=6.0 M

Di seguito la geometria di calcolo adottata.



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	137 di 239
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo							

Le fondazioni sono del tipo indiretto su pali trivellati di diametro pari a **0.80 m** e lunghezza pari a **20 m**, disposti così come nella figura a seguire.



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 138 di 239

9.7.1 Analisi dei carichi

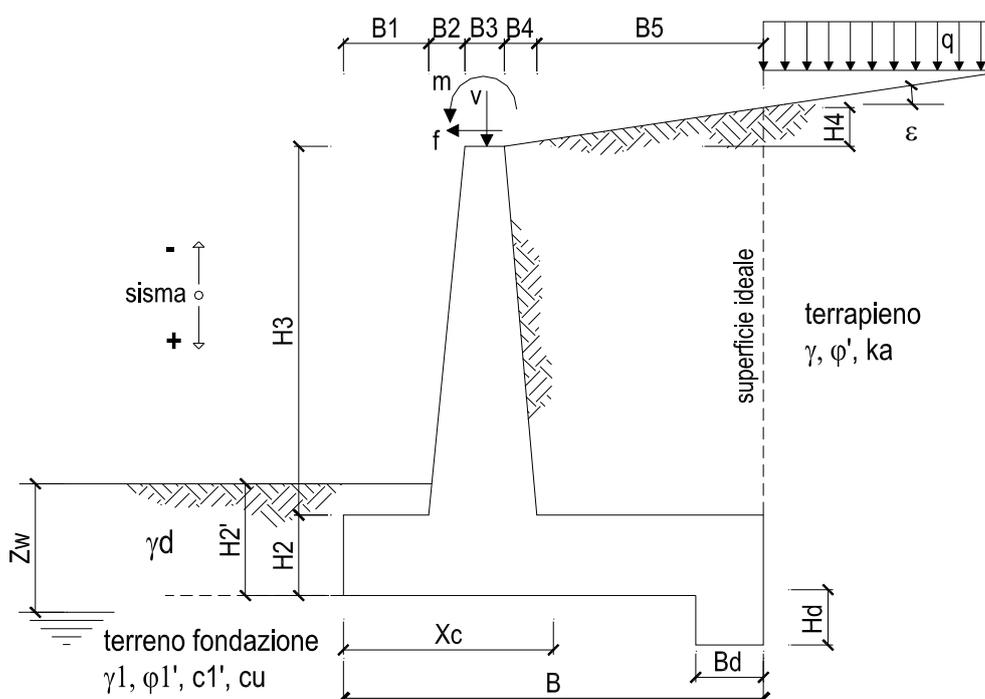
Si riporta nel seguito la valutazione dell'entità dei carichi fissi e variabili che intervengono ai fini delle analisi e verifiche delle opere di sostegno oggetto del presente documento.

Peso permanente strutturale

Per pesi permanenti strutturali si intendono le azioni associate ai pesi propri del muro e del terreno di riempimento.

Ai fini del calcolo del peso del muro si considera un peso per unità di volume $\gamma_m = 25 \text{ kN/m}^3$. Il terreno di riempimento ha peso per unità di volume $\gamma_{\text{rint}} = 20 \text{ kN/m}^3$ e un angolo di attrito di progetto pari a $\varphi = 32^\circ$.

Con riferimento alla figura mostrata sotto:



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	139 di 239

Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	6.00	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0.00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0.40	(m)
Aggetto monte	B4 =	0.60	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	5.80	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	1.20	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	1.20	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	3.60	(m)

Peso Specifico del Calcestruzzo	γ_{cls} =	25.00	(kN/m ³)
---------------------------------	------------------	-------	----------------------

FORZE VERTICALI

			SLE
- Peso del Muro (Pm)			
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2$	(kN/m)	0.00
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	60.00
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2$	(kN/m)	45.00
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	174.00
Pm =	$Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4$	(kN/m)	279.00
- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)			
Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma')$	(kN/m)	432.00
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4 + B5) \cdot H4 \cdot \gamma')$	(kN/m)	0.00
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma')$	(kN/m)	36.00
Sovr =	$q_p \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	0.00
Pt =	$Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr$	(kN/m)	468.00
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro			
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	84
Sovr acc. Sism	$q_s \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	0

Le spinte del terreno a monte sono state valutate coerentemente con la caratterizzazione mostrata al paragrafo 9.3.

Il coefficiente di spinta attiva è stato valutato utilizzando la teoria del cuneo di rottura di Coulomb, che tiene conto, oltre alle ipotesi base della teoria di Rankine, anche della presenza dell'attrito fra terra e muro δ e della superficie interna del paramento del muro comunque inclinata di un angolo ψ . Lo sviluppo analitico della teoria di Coulomb è stato

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. <i>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</i>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 140 di 239

definito da Muller-Breslau, i quali valutano il coefficiente di spinta attiva in condizione statica come:

$$k_a = \frac{\sin^2(\psi + \varphi)}{\sin^2(\varphi) \cdot \sin(\varphi - \delta) \cdot \left[1 + \frac{\sin(\psi + \delta) \cdot \sin(\psi - \beta)}{\sin(\varphi - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)} \right]^2}$$

dove:

φ è l'angolo di resistenza a taglio del terreno;

δ è l'angolo di attrito terra-muro, assunto pari a $2/3 \varphi$;

ε è l'inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terreno;

β è l'inclinazione rispetto alla verticale della parete interna del muro.

Azione del sovraccarico a tergo del muro

Si assume caelativamente un'azione da traffico stradale convenzionale pari a 20 kPa uniformemente ed indefinitamente distribuito sul pendio a monte dell'opera.

Azione sismica

L'analisi sismica dei muri è stata eseguita con il metodo pseudo-statico. I coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v sono valutati con le relazioni:

$$k_h = \beta_m \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove:

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	141 di 239

β_m è un coefficiente dipendente dal valore dell'accelerazione orizzontale a_g e dalla tipologia di sottosuolo. Nel caso in esame, essendo il sottosuolo di categoria C e $a_g(g)$ compresa tra 0.2 e 0.4, si assume $\beta_m=0.31$;

k_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

k_v è il coefficiente sismico in direzione verticale;

L'accelerazione massima viene valutata come:

$$\frac{a_{max}}{g} = S_R \cdot S_T \cdot \frac{a_g}{g}$$

dove:

$S_s = 1.37$ tiene conto dell'amplificazione stratigrafica;

$S_t = 1.00$ tiene conto dell'amplificazione topografica;

$\frac{a_g}{g} = 0.22$ è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito per lo SLV.

La valutazione della spinta in condizioni dinamiche viene effettuata con il metodo di Mononobe e Okabe:

per $\beta \leq \varphi - \theta$

$$k_{a,s} = \frac{\sin^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos(\theta) \cdot \sin^2(\psi - \theta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

per $\beta > \varphi - \theta$

$$k_{a,s} = \frac{\sin^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos(\theta) \cdot \sin^2(\beta) \cdot \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

dove:

θ è l'angolo tale che $\tan \theta = \frac{k_h}{1+k_v}$;

La tabella seguente riporta i suddetti parametri, distinguendo le combinazioni di verifica in base all'approccio perseguito:

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI						
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO						
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	142 di 239

Dati Sismici	Accelerazione sismica	a _g /g	0.36	(-)
	Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	S _s	1.062	(-)
	Coefficiente Amplificazione Topografico	S _T	1	(-)
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β _s	0.62	(-)
	Coefficiente sismico orizzontale	k _h	0.2370384	(-)
	Coefficiente sismico verticale	k _v	0.1185	(-)
	Muro libero di traslare o ruotare	<input type="radio"/> si <input checked="" type="radio"/> no		

Coefficienti di Spinta	Coeff. di Spinta Attiva Statico	k _a	0.238		0.238	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma +	k _{as+}	0.362		0.362	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma -	k _{as-}	0.405		0.405	

Sono state altresì considerate le forze di inerzia dovute al peso del muro e del terreno gravante sulla zattera di monte, valutate come:

$$F_i = k_h \cdot W_i$$

Per quanto riguarda l'incremento sismico di spinta dovuto ai terrapieni, esso è stato applicato alla stessa altezza dell'aliquota statica, così come prescritto dalla norma per muri liberi di traslare e ruotare intorno al piede.

9.7.2 Combinazioni di carico SLU

Tutte le condizioni di carico elementari di carico possono essere raggruppate nei seguenti gruppi di condizioni:

G1: azioni dovute al peso proprio e ai carichi permanenti strutturali;

G2: azioni dovute ai carichi permanenti non strutturali;

P: azioni dovute ai carichi di precompressione;

Q_{ik}: azioni dovute ai sovraccarichi accidentali;

E: azioni dovute ai carichi sismici orizzontali e verticali.

Secondo quanto previsto dalle NTC 2008, si considerano tutte le combinazioni non sismiche del tipo:

$$F_d = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_p \cdot P_k + \gamma_q \left[Q_{1k} + \sum (\Psi_{0i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. <i>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</i>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 143 di 239

essendo:

Carichi	Coef.	Condizione		
	$\gamma_F (\gamma_E)$	EQU	STR (A1)	GEO (A2)
Permanenti	$\gamma_{G,1}$	0.9÷1.1	1.0÷1.3	1.0÷1.0
Perm.non strutturali	$\gamma_{G,2}$	0.0÷1.5	0,0÷1.5	0.0÷1.3
Variabili	$\gamma_{Q,i}$	0.0÷1.5	0.0÷1.5	0.0÷1.3

Tabella 4-Coefficienti parziali per le azioni favorevoli-sfavorevoli

$\gamma_p = 1.00$ (precompressione)

$\Psi_{0i} = 0 \div 1.00$ (coefficiente di combinazione allo SLU per tutte le condizioni di carico elementari variabili per tipologia e categoria Q_{ik})

Le combinazioni sismiche considerate sono:

$$F_d = G_1 + G_2 + P_k + E + \left[\sum (\Psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

essendo:

$\Psi_{2i} = 0$ nel caso di sovraccarichi stradali.

9.7.3 Combinazione di carico SLE

Secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, si considerano le combinazioni:

$$F_d = G_1 + G_2 + P_k + \left[\sum (\Psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

Essendo, nel caso di carichi stradali, Ψ_{2i} pari a 0 per la combinazione quasi permanente, pari a 0.75 per la combinazione frequente e pari a 1 per la combinazione rara.

APPALDATORE:	TELESE s.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	144 di 239

9.7.4 Verifiche agli stati limite ultimi

Le sollecitazioni di calcolo per le verifiche SLU e SLV sono state ottenute calcolando le risultanti di tutte le azioni normali, taglianti e flettenti rispetto al piano di fondazione. Si riportano di seguito i valori caratteristici.

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

- Muro (Mm)			
Mm1 =	$Pm1*(B1+2/3 B2)$	(kN/m)	0.00
Mm2 =	$Pm2*(B1+B2+0,5*B3)$	(kN/m)	84.00
Mm3 =	$Pm3*(B1+B2+B3+1/3 B4)$	(kN/m)	81.00
Mm4 =	$Pm4*(B/2)$	(kN/m)	504.60
Mm =	$Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4$	(kN/m)	669.60
- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro			
Mt1 =	$Pt1*(B1+B2+B3+B4+0,5*B5)$	(kN/m)	1728.00
Mt2 =	$Pt2*(B1+B2+B3+2/3*(B4+B5))$	(kN/m)	0.00
Mt3 =	$Pt3*(B1+B2+B3+2/3*B4)$	(kN/m)	72.00
Msovr =	$Sov*(B1+B2+B3+1/2*(B4+B5))$	(kN/m)	0.00
Mt =	$Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr$	(kN/m)	1800.00
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro			
Sovr acc. Stat	$*(B1+B2+B3+1/2*(B4+B5))$	(kNm/m)	310.80
Sovr acc. Sism	$*(B1+B2+B3+1/2*(B4+B5))$	(kNm/m)	0.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE:			RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO					
Mandataria:	Mandante:		II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
			PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	145 di 239

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia del muro (Ps)

Ps h =	Pm*kh	(kN/m)	66.13
Ps v =	Pm*kv	(kN/m)	33.07

- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)

Ptsh =	Pt*kh	(kN/m)	110.93
Ptsv =	Pt*kv	(kN/m)	55.47

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)

MPs1 h=	kh*Pm1*(H2+H3/3)	(kN/m)	0.00
MPs2 h=	kh*Pm2*(H2 + H3/2)	(kN/m)	59.73
MPs3 h=	kh*Pm3*(H2+H3/3)	(kN/m)	34.13
MPs4 h=	kh*Pm4*(H2/2)	(kN/m)	24.75
MPs h=	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4	(kN/m)	118.61

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)

MPs1 v=	kv*Pm1*(B1+2/3*B2)	(kN/m)	0.00
MPs2 v=	kv*Pm2*(B1+B2+B3/2)	(kN/m)	9.96
MPs3 v=	kv*Pm3*(B1+B2+B3+B4/3)	(kN/m)	9.60
MPs4 v=	kv*Pm4*(B/2)	(kN/m)	59.80
MPs v=	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4	(kN/m)	79.36

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)

MPts1 h=	kh*Pt1*(H2 + H3/2)	(kNm/m)	430.08
MPts2 h=	kh*Pt2*(H2 + H3 + H4/3)	(kNm/m)	0.00
MPts3 h=	kh*Pt3*(H2+H3*2/3)	(kNm/m)	44.37
MPts h=	MPts1 + MPts2 + MPts3	(kNm/m)	474.46

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)

MPts1 v=	kv*Pt1*((H2 + H3/2) - (B - B5/2)*0.5)	(kNm/m)	204.80
MPts2 v=	kv*Pt2*((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3)*0.5)	(kNm/m)	0.00
MPts3 v=	kv*Pt3*((H2+H3*2/3)-(B1+B2+B3+2/3*B4)*0.5)	(kNm/m)	10.67
MPts v=	MPts1 + MPts2 + MPts3	(kNm/m)	215.47

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandatario:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						146 di 239

Spinte e momenti SLU A1

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

			SLE	STR/GEO
- Spinta totale condizione statica				
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4)^2 \cdot ka$	(kN/m)	123.32	160.31
Sq perm =	$q \cdot (H2+H3+H4) \cdot ka$	(kN/m)	0.00	0.00
Sq acc =	$q \cdot (H2+H3+H4) \cdot ka$	(kN/m)	34.26	51.38
- Componente orizzontale condizione statica				
Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m)	123.32	160.31
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	34.26	51.38
- Componente verticale condizione statica				
Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Sqv perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Sqv acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

			SLE	STR/GEO
MSt1 =	$Sth \cdot ((H2+H3+H4)/3)$	(kN/m)	295.96	384.75
MSt2 =	$St \cdot v \cdot B$	(kN/m)	0.00	0.00
MSq1 perm =	$Sqh \text{ perm} \cdot ((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m)	0.00	0.00
MSq2 perm =	$Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kN/m)	0.00	0.00
MSq1 acc =	$Sqh \text{ acc} \cdot ((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m)	123.32	184.98
MSq2 acc =	$Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kN/m)	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext perm =	$mp + fp \cdot (H3 + H2) + vp \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mfext acc =	$m + f \cdot (H3 + H2) + v \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	0.00	0.00

AZIONI COMPLESSIVE SULLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)

N perm =	$Pm + Pt + vp + Stv + Sqv \text{ perm} + Sqv \text{ acc}$	(kN/m)	747.00	747.00
N acc min =	$v + Sqv \text{ acc}$	(kN/m)	0.00	0.00
N acc max =	$v + Sqv \text{ acc} + q \text{ acc}$	(kN/m)	84.00	126.00

Risultante forze orizzontali (T)

T perm =	$Sth + Sqh \text{ perm} + fp$	(kN/m)	123.32	160.31
T acc =	$Sqh \text{ acc} + f$	(kN/m)	34.26	51.38

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

MM perm =	$\sum M$	(kNm/m)	2173.64	2084.85
MM acc (Nmin) =	$\sum M$	(kNm/m)	-123.32	-184.98
MM acc (Nmax) =	$\sum M$	(kNm/m)	187.48	281.22

APPALTATORE:	TELESE s.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	147 di 239

Spinte e momenti SLV A1+

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Spinta condizione sismica +			
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4) \cdot ka$	(kN/m)	123.32	123.32
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4) \cdot kas^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	86.86	86.86
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4) \cdot kas^+$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4) \cdot kas^+$	(kN/m)	0.00	0.00
- Componente orizzontale condizione sismica +			
Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	123.32	123.32
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	86.86	86.86
Ssq1h perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1h acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
- Componente verticale condizione sismica +			
Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Condizione sismica +			
MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} \cdot ((H2+H3+H4)/3)$	(kN/m)	295.96	295.96
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m)	312.69	312.69
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kN/m)	0.00	0.00
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kN/m)	0.00	0.00
MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m)	0.00	0.00
MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$	(kN/m)	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $mp+ms$	(kNm/m)		0.00
Mfext2 = $(fp+fs) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m)		0.00
Mfext3 = $(vp+vs) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)		0.00

AZIONI COMPLESSIVE SULLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)

Nmin = $Pm+ Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Pts'$	(kN/m)	835.53	835.53
Nmax = $Pm+Pt+vp+vs+Sst1v+Ssq1v+Ps v+Ptv+q \text{ acc}$	(kN/m)	835.53	835.53

Risultante forze orizzontali (T)

T = $Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Ptv$	(kN/m)	387.24	387.24
--	--------	--------	--------

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

MM (Nmin) = ΣM	(kNm/m)	1562.70	1562.70
MM (Nmax) = ΣM	(kNm/m)	1562.70	1562.70

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						148 di 239

Spinte e momenti SLV A1-

CONDIZIONE SISMICA -

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

		SLE	STR/GEO
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4)^2 \cdot ka$	(kN/m)	123.32	123.32
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4)^2 \cdot kas^- - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	61.70	61.70
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4) \cdot kas^-$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4) \cdot kas^-$	(kN/m)	0.00	0.00

- Componente orizzontale condizione sismica -

Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	123.32	123.32
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	61.70	61.70
Ssq1h perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1h acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00

- Componente verticale condizione sismica -

Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica -

		SLE	STR/GEO
MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} \cdot ((H2+H3+H4)/3)$	(kN/m)	295.96	295.96
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m)	222.13	222.13
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kN/m)	0.00	0.00
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kN/m)	0.00	0.00
MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m)	0.00	0.00
MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$	(kN/m)	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $mp+ms$	(kNm/m)		0.00
Mfext2 = $(fp+fs) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m)		0.00
Mfext3 = $(vp+vs) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)		0.00

AZIONI COMPLESSIVE SULLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)

Nmin = $Pm+Pt+vp+vs+Sst1v+Ssq1v+Ps v+Pts$	(kN/m)	658.47	658.47
Nmax = $Pm+Pt+vp+vs+Sst1v+Ssq1v+Ps v+Pts+q \text{ acc}$	(kN/m)	658.47	658.47

Risultante forze orizzontali (T)

T = $Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Pts h$	(kN/m)	362.09	362.09
--	--------	--------	--------

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

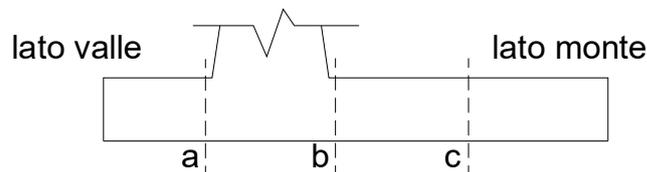
MM (Nmin) = ΣM	(kNm/m)	1653.26	1653.26
MM (Nmax) = ΣM	(kNm/m)	1653.26	1653.26

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. <i>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</i>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 149 di 239

1.1.1.22 Verifiche STR

Le verifiche vengono condotte, tanto in condizione statica che in condizione dinamica, nella combinazione A1+M1+R1.

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE



Mensola Lato Valle

$$M_a = \sum N_i \cdot (B_1 - d_i) / i_i - PP \cdot (1 \pm kv) \cdot B_1^2 / 2$$

$$T_a = \sum N_i / i_i - PP \cdot (1 \pm kv)$$

Σ estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Mensola Lato Monte

$$M_b = \sum N_i \cdot (B_5 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot B_5^2 / 2 + p_{vb} \cdot B_5^2 / 2 + (p_m - p_{vb}) \cdot B_5^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v) \cdot B_5$$

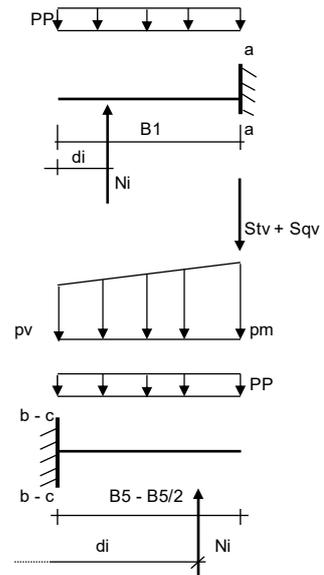
$$M_c = \sum N_i \cdot (B_5 / 2 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + p_{vc} \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + (p_m - p_{vc}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v) \cdot B_5 / 2$$

$$V_b = \sum N_i / i_i - [PP \cdot B_5 + p_{vb} \cdot B_5 + (p_m - p_{vb}) \cdot B_5] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v)$$

$$V_c = \sum N_i / i_i - [PP \cdot (B_5 / 2) + p_{vc} \cdot (B_5 / 2) + (p_m - p_{vc}) \cdot (B_5 / 2)] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v)$$

Σ estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Peso Proprio	PP	=	30.00	(kN/m ²)
	p _m	=	120.00	(kN/m ²)
	p _{vb}	=	120.00	(kN/m ²)
	p _{vc}	=	120.00	(kN/m ²)



caso	Ma	Va	Mb	Vb	Mc	Vc
	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]
statico	110.57	276.44	-278.12	-105.44	-57.44	-84.44
sisma+	169.18	443.09	-685.97	-251.82	-228.33	-228.33
sisma-	93.16	248.78	-259.45	-98.04	-79.53	-79.53

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI						
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO						
Mandatario:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	150 di 239

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t\ stat} = \frac{1}{2} K_{a\ orizz} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_{t\ sism} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a\ orizz} \cdot (1 \pm kv) - K_{a\ orizz}) \cdot h^2 \cdot h/2 \quad o \cdot h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a\ orizz} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m + f \cdot h$$

$$M_{inerzia} = \sum P m_i \cdot b_i \cdot kh \quad (\text{solo con sisma})$$

$$N_{ext} = v$$

$$N_{pp+inerzia} = \sum P m_i \cdot (1 \pm kv)$$

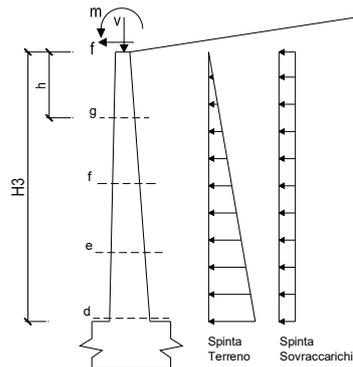
$$V_{t\ stat} = \frac{1}{2} K_{a\ orizz} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

$$V_{t\ sism} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a\ orizz} \cdot (1 \pm kv) - K_{a\ orizz}) \cdot h^2$$

$$V_q = K_{a\ orizz} \cdot q \cdot h$$

$$V_{ext} = f$$

$$V_{inerzia} = \sum P m_i \cdot kh$$



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	6.00	222.66	128.46	0.00	351.12	0.00	105.00	105.00
e-e	4.50	93.93	72.26	0.00	166.19	0.00	70.31	70.31
f-f	3.00	27.83	32.11	0.00	59.95	0.00	41.25	41.25
g-g	1.50	3.48	8.03	0.00	11.51	0.00	17.81	17.81

sezione	h	Vt	Vq	V _{ext}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	6.00	111.33	42.82	0.00	154.15
e-e	4.50	62.62	32.11	0.00	94.74
f-f	3.00	27.83	21.41	0.00	49.24
g-g	1.50	6.96	10.70	0.00	17.66

condizione sismica +

sezione	h	M _{t stat}	M _{t sism}	M _q	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	6.00	171.28	180.95	0.00	0.00	64.00	416.23	0.00	117.44	117.44
e-e	4.50	72.26	76.34	0.00	0.00	33.00	181.60	0.00	78.65	78.65
f-f	3.00	21.41	22.62	0.00	0.00	13.33	57.36	0.00	46.14	46.14
g-g	1.50	2.68	2.83	0.00	0.00	3.00	8.50	0.00	19.92	19.92

sezione	h	V _{t stat}	V _{t sism}	V _q	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	6.00	85.64	60.32	0.00	0.00	24.89	170.85
e-e	4.50	48.17	33.93	0.00	0.00	16.67	98.77
f-f	3.00	21.41	15.08	0.00	0.00	9.78	46.27
g-g	1.50	5.35	3.77	0.00	0.00	4.22	13.34

condizione sismica -

sezione	h	M _{t stat}	M _{t sism}	M _q	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	6.00	171.28	128.55	0.00	0.00	64.00	363.82	0.00	92.56	92.56
e-e	4.50	72.26	54.23	0.00	0.00	33.00	159.49	0.00	61.98	61.98
f-f	3.00	21.41	16.07	0.00	0.00	13.33	50.81	0.00	36.36	36.36
g-g	1.50	2.68	2.01	0.00	0.00	3.00	7.68	0.00	15.70	15.70

sezione	h	V _{t stat}	V _{t sism}	V _q	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	6.00	85.64	42.85	0.00	0.00	24.89	153.38
e-e	4.50	48.17	24.10	0.00	0.00	16.67	88.94
f-f	3.00	21.41	10.71	0.00	0.00	9.78	41.90
g-g	1.50	5.35	2.68	0.00	0.00	4.22	12.25

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B 151 di 239
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080							
Muri di sostegno - Relazione di calcolo							

In definitiva risulta:

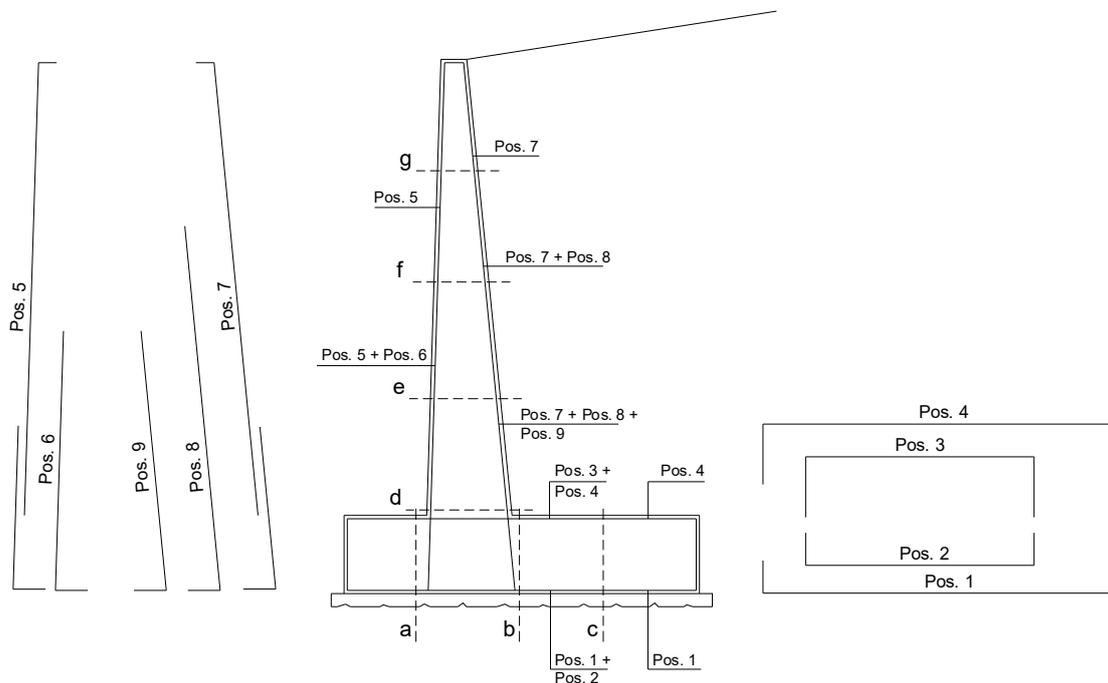
- Armatura longitudinale
- Posizione 1: 1 registro 10 Ø16
- Posizione 4: 1 registro 10 Ø16
- Posizione 5: 1 registro 5 Ø16
- Posizione 7: 1 registro 10 Ø16

- Armatura trasversale

Si prevedono Spilli Ø12/20x40 sulla zattera di fondazione.

Tutte le verifiche sono riferite ad un metro lineare di muro nella direzione longitudinale.

SCHEMA DELLE ARMATURE



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	152 di 239

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu	Mu/M
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)	(-)
a - a	169.18	0.00	1.20	20.11	20.11	867.31	5.13
b - b	-685.97	0.00	1.20	20.11	20.11	867.31	1.26
c - c	-228.33	0.00	1.20	20.11	20.11	867.31	3.80
d - d	416.23	117.44	1.00	20.11	10.05	761.06	1.83
e - e	181.60	78.65	0.85	20.11	10.05	620.27	3.42
f - f	59.95	41.25	0.70	20.11	10.05	485.67	8.10
g - g	11.51	17.81	0.55	20.11	10.05	359.61	31.25

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

Sez.	V _{Ed}	h	V _{rd}	Ø staffe	i orizz.	i vert.	θ	V _{Rsd}	
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)	
a - a	443.09	1.20	366.83	12	20	40	21.8	1406.49	Sezione verificata
b - b	251.82	1.20	366.83	12	20	40	21.8	1406.49	Armatura a taglio non necessaria
c - c	228.33	1.20	366.83	12	20	40	21.8	1406.49	Armatura a taglio non necessaria
d - d	170.85	1.00	332.11	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
e - e	98.77	0.85	289.65	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
f - f	49.24	0.70	256.55	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
g - g	17.66	0.55	222.69	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria

1.1.1.23 Verifica a carico limite del singolo palo per azioni verticali (GEO)

A seguire sono riportate le sollecitazioni massime in testa ai pali nella combinazione A1+M1+R3 dell'Approccio 2.

Sollecitazioni sui pali SLU

caso		N pali all.1	N pali all.2	N pali all.3	T pali	
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
statico	Nmin	749.85	597.60	445.35	169.36	
	Nmax	793.05	698.40	603.75		
sisma+	Nmin	1160.05	668.43	176.80	309.80	
	Nmax	1160.05	668.43	176.80		
sisma-	Nmin	673.22	526.77	380.32	289.67	
	Nmax	673.22	526.77	380.32		

Il massimo sforzo di compressione è pari a: **1160.05 kN**.

La curva di carico limite riportata nel seguito mostra che per un palo di lunghezza pari **20 m**, la resistenza Qd è pari a **1570.98 kN**, con un coefficiente di sicurezza FS=1.35.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	154 di 239

Verifica a carico limite del singolo palo per azioni orizzontali (GEO)

Le verifiche vengono condotte, tanto in condizione statica che in condizioni sismiche, nella combinazione A1+M1+R3.

A seguire sono riportate le sollecitazioni massime in testa ai pali.

Sollecitazioni sui pali SLU

caso		N pali all.1	N pali all.2	N pali all.3	T pali	
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
statico	Nmin	749.85	597.60	445.35	169.36	
	Nmax	793.05	698.40	603.75		
sisma+	Nmin	1160.05	668.43	176.80	309.80	
	Nmax	1160.05	668.43	176.80		
sisma-	Nmin	673.22	526.77	380.32	289.67	
	Nmax	673.22	526.77	380.32		

Il massimo sforzo di taglio è pari a: 309.80 kN.

Per tener conto dell'effetto di gruppo, nella verifica a carico limite orizzontale si considera un incremento delle azioni sui pali delle file anteriori (effetto ombra) pari a $1/0.8=1.25$ e si ottiene $T_{max} = 309.8 \times 1.25 = 387.25$

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
			REV.	FOGLIO		
			B	155 di 239		

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

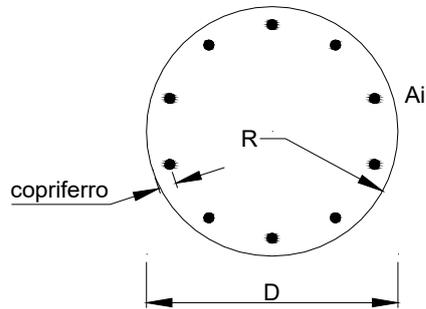
Diametro = 800 (mm)
Raggio = 400 (mm)
Sforzo Normale = 0 (kN)

Caratteristiche dei Materiali

calcestruzzo

Rck = 30 (Mpa)
fck = 25 (Mpa)
 γ_C = 1,5
 α_{cc} = 0,85

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_C = 14,17$ (Mpa)



Acciaio

tipo di acciaio

f_{yk} = 450 (Mpa)
 γ_S = 1,15
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 391,3$ (Mpa)

E_s = 210000 (Mpa)

ϵ_{ys} = 0,186%
 ϵ_{uk} = 10,000%

Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
22	φ 26	11680	84
0	φ 8	0	30
0	φ 8	0	30

Calcolo

Momento di Plasticizzazione

$M_y = 1169,8$ (kN m)

Inserisci

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI						
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO						
Mandatario:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	156 di 239

Lunghezza del palo	L =	20,00	(m)		
Diametro del palo	d =	0,80	(m)		
Momento di plasticizzazione della sezione	My =	1169,81	(kN m)		
Angolo di attrito del terreno	φ'_{med} =	25,00	(°)	φ'_{min} =	25,00 (°)
Angolo di attrito di calcolo del terreno	$\varphi'_{med,d}$ =	25,00	(°)	$\varphi'_{min,d}$ =	25,00 (°)
Coeff. di spinta passiva ($k_p = (1+\sin\varphi')/(1-\sin\varphi')$)	$k_{p,med}$ =	2,46	(-)	$k_{p,min}$ =	2,46 (-)
Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$)	γ =	20,00	(kN/m ³)		
Carico Assiale Permanente (G):	G =	387,25	(kN)		
Carico Assiale variabile (Q):	Q =		(kN)		

Palo corto:

$$H1_{med} = 23653,56 \quad (kN) \qquad H1_{min} = 23653,56 \quad (kN)$$

Palo intermedio:

$$H2_{med} = 7943,01 \quad (kN) \qquad H2_{min} = 7943,01 \quad (kN)$$

Palo lungo:

$$H3_{med} = 900,00 \quad (kN) \qquad H3_{min} = 900,00 \quad (kN)$$

$$H_{med} = 900,00 \quad (kN) \quad \text{palo lungo} \qquad H_{min} = 900,00 \quad (kN) \quad \text{palo lungo}$$

$$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 529,41 \quad (kN)$$

$$H_d = H_k/\gamma_T = 407,24 \quad (kN)$$

$$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 387,25 \quad (kN)$$

$$FS = H_d / F_d = 1,05$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 157 di 239

1.1.1.24 Verifica stabilità globale (GEO)

Le verifiche di stabilità globali non sono state eseguite in quanto sicuramente soddisfatte. Infatti, la potenziale superficie di scorrimento al di sotto dei pali di fondazione si andrebbe a trovare ad una profondità notevole, andando ad interessare terreni con tensione tangenziale limite particolarmente elevata.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI						
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO						
Mandatario:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	158 di 239

1.1.1.25 Verifiche strutturali dei pali (STR)

Nel seguito sono riportate le massime sollecitazioni in testa ai pali nelle combinazioni STR.

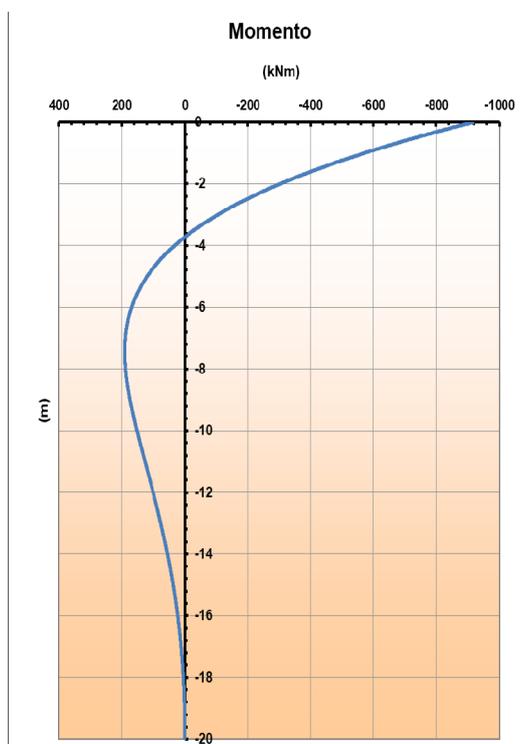
Sollecitazioni sui pali SLU

caso		N pali all.1	N pali all.2	N pali all.3	T pali	
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
statico	Nmin	749.85	597.60	445.35	169.36	
	Nmax	793.05	698.40	603.75		
sisma+	Nmin	1160.05	668.43	176.80	309.80	
	Nmax	1160.05	668.43	176.80		
sisma-	Nmin	673.22	526.77	380.32	289.67	
	Nmax	673.22	526.77	380.32		

In considerazione dell'effetto di gruppo, come indicato in precedenza, si considera un massimo sforzo di taglio è pari a: **387.25 kN**.

Per il calcolo delle sollecitazioni lungo il fusto del palo si procederà secondo il metodo di Matlock e Reese, in cui il palo è supposto come un elemento elastico immerso in un letto di molle a cui verrà assegnata una rigidezza adeguata, in questo caso pari a 6250 kN/m^3 .

Di seguito si presentano i grafici della sollecitazione flettente considerato in sede di verifica.



Il massimo momento flettente è pari a **918.14 kNm**.

APPALTATORE:	TELESE s.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	159 di 239

A seguire si presentano le verifiche strutturali della sezione del palo eseguite mediante il software di calcolo RC-Sec.

Ai fini della verifica a pressoflessione si prevede un'armatura longitudinale costituita da 22 barre di armatura $\Phi 26$ disposte uniformemente lungo il perimetro della sezione circolare.

Ai fini della verifica a taglio, invece, si prevede un'armatura trasversale $\Phi 12/20$ cm.

L'armatura trasversale e longitudinale si mantiene invariata lungo tutto lo sviluppo del palo.

DATI GENERALI SEZIONE CIRCOLARE DI PALO IN C.A.

NOME SEZIONE: NV30-Pali Muro Tipo H=6m_verifiche STR-SLE_rev1
(Percorso File: P:\Interprogetti\COMMESSE\Progetti\523 - P-e-TAV Na-Ba-Telese Vitulano\Ingegneria\Varie\NV30-Muri\Muro su pali H=6.0m\NV30-Pali Muro Tipo H=6m_verifiche STR-SLE_rev1.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Palo
Forma della sezione:	Circolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

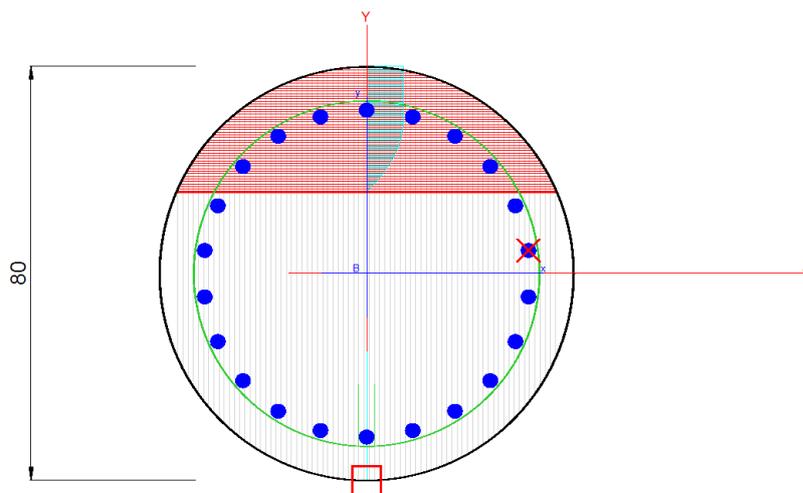
CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	141.6	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	70.8	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	25.6	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	150	daN/cm ²
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta 1 * \beta 2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta 1 * \beta 2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	3600	daN/cm ²	

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080						FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo						B 160 di 239

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione:	80.0	cm
Barre circonferenza:	22Ø26	(116.8 cm ²)
Coprif.(dal baric. barre):	8.5	cm



CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
MT	Momento torcente [daN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	91800	38700	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	17200	37700

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.1	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.4	cm
Interferro massimo barre longitudinali:	0.0	cm [deve essere < 0.0]
Copriferro netto minimo staffe:	5.9	cm

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO						
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO						
Mandataria:	Mandante:							
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	161 di 239

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata									
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)									
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico									
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)									
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico									
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1,000$									
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.									
As Tot.	Area complessiva armature long. pilastro [cm ²]. (tra parentesi l'area minima di normativa)									
N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tot.
1	S	0	91800	-14	116617	1.270	14.5	---	---	116.8 (15.1)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione					
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)					
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)					
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)					
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)					
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)					
N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	40.0	0.00235	31.6	-0.00634	-31.6

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe/legature:	12	mm	
Passo staffe:	20.0	cm	[Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
N.Bracci staffe:	2		
Area staffe/m :	11.3	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 2.3 cm ² /m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata									
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.									
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.									
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]									
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]									
bw z	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro Braccio coppia interna									
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo									
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione									
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]									
N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	bw z	Ctg	Acw	ASt		
1	S	38700	91110	58357	70.8 52.7	2.500	1.000	7.5		

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata	
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])	

APPALTATORE:	TELESE s.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO						
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO						
Mandataria:	Mandante:							
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	162 di 239

Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	77.5	-40.0	0.0	40.0	-1539	31.6	21.0	1700	47.8	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2) in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [daNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00093	0.00058		0.50	0.60	0.000462 (0.000462)	399	0.184 (990.00)	19409

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	163 di 239

9.7.5 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono quelle fornite dalle specifiche RFI (Requisiti concernenti la fessurazione per strutture in c.a., c.a.p. e miste acciaio-calcestruzzo) secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

In particolare, per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- Combinazione Caratteristica (Rara) $\delta_f \leq w_L = 0.2 \text{ mm}$

Le verifiche tensionali di cui ai par. 4.1.2.2.5.1 e 4.1.2.2.5.2 delle NTC 2008 sono state eseguite per la combinazione rara e la combinazione quasi permanente, controllando che le tensioni nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori ai seguenti valori limite:

Le verifiche di tensione si ritengono soddisfatte se sono verificate le seguenti condizioni:

Calcestruzzo

- Combinazione di carico caratteristica (RARA): 0.55 fck
- Combinazione di carico quasi permanente: 0.40 fck

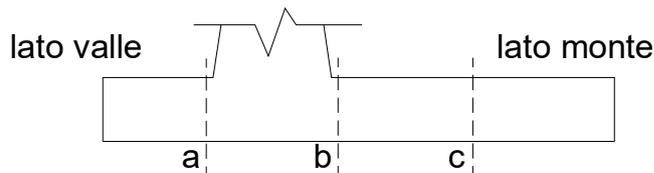
Acciaio

- Combinazione di carico caratteristica (RARA): 0.75 fyk

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 164 di 239

1.1.1.26 Verifiche a fessurazione

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE



Mensola Lato Valle

$$M_a = \sum N_i (B_1 - d_i) / i_i - PP * (1 \pm kv) * B_1^2 / 2$$

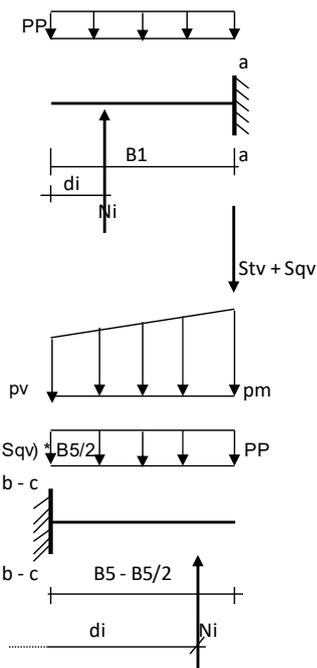
Σ estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Mensola Lato Monte

$$M_b = \sum N_i (B_5 - (B - d_i)) / i_i - [PP * B_5^2 / 2 + p_{vb} * B_5^2 / 2 + (p_m - p_{vb}) * B_5^2 / 3] * (1 \pm kv) - (St_v + S_{q_v}) * B_5$$

$$M_c = \sum N_i (B_5 / 2 - (B - d_i)) / i_i - [PP * (B_5 / 2)^2 / 2 + p_{vc} * (B_5 / 2)^2 / 2 + (p_m - p_{vc}) * (B_5 / 2)^2 / 3] * (1 \pm kv) - (St_v + S_{q_v}) * B_5 / 2$$

Σ estesa a tutti i pali presenti sulla mensola



Peso Proprio PP = 30.00 (kN/m²)

pm = 120.00 (kN/m²)

pvb = 120.00 (kN/m²)

pvc = 120.00 (kN/m²)

caso	Ma	Mb	Mc
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
Rara	106.36	-177.82	-21.62

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 165 di 239

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

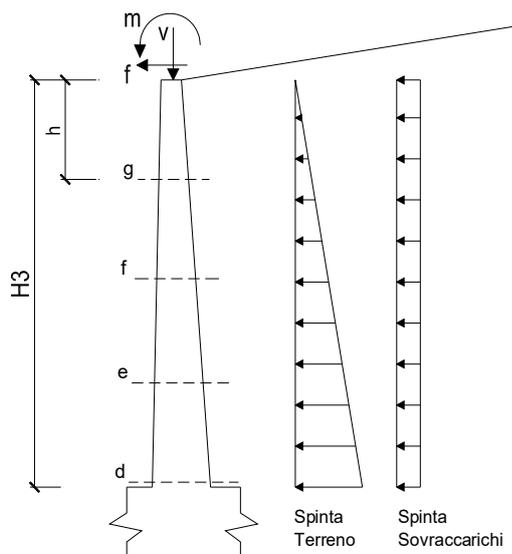
Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_t = \frac{1}{2} K_{a_{orizz.}} \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{orizz.}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m + f \cdot h$$

$$N_{ext} = v$$



sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	6.00	171.28	85.64	0.00	256.91	0.00	105.00	105.00
e-e	4.50	72.26	48.17	0.00	120.43	0.00	70.31	70.31
f-f	3.00	21.41	21.41	0.00	42.82	0.00	41.25	41.25
g-g	1.50	2.68	5.35	0.00	8.03	0.00	17.81	17.81

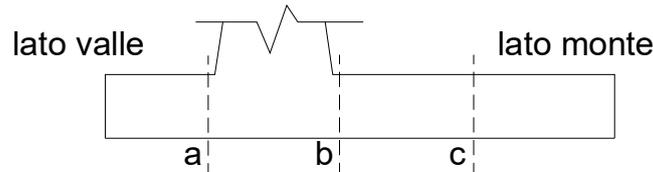
Sez.	M	N	h	A _f	A' _f	σ ^c	σ ^f	w _k	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	106.36	0.00	1.20	20.11	20.11	0.78	49.97	0.064	0.200
b - b	-177.82	0.00	1.20	20.11	20.11	1.31	83.55	0.107	0.200
c - c	-21.62	0.00	1.20	20.11	20.11	0.16	10.16	0.013	0.200
d - d	256.91	105.00	1.00	20.11	10.05	2.78	123.97	0.159	0.200
e - e	120.43	70.31	0.85	20.11	10.05	1.73	67.19	0.086	0.200
f - f	42.82	41.25	0.70	20.11	10.05	0.87	27.57	0.034	0.200
g - g	8.03	17.81	0.55	20.11	10.05	0.25	5.23	0.005	0.200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

APPALTATORE:	TELESE s.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						166 di 239

1.1.1.27 Verifiche alle tensioni

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE



Mensola Lato Valle

$$M_a = \sum N_i (B_1 - d_i) / i_i - PP * (1 \pm kv) * B_1^2 / 2$$

Σ estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Mensola Lato Monte

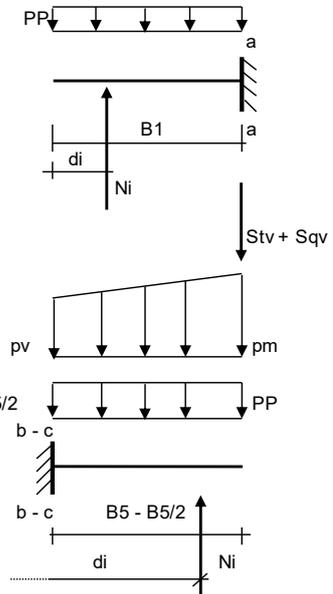
$$M_b = \sum N_i (B_5 - (B - d_i)) / i_i - [PP * B_5^2 / 2 + p_{vb} * B_5^2 / 2 + (p_m - p_{vb}) * B_5^2 / 3] * (1 \pm kv) - (Stv + Sqv) * B_5$$

$$M_c = \sum N_i (B_5 / 2 - (B - d_i)) / i_i - [PP * (B_5 / 2)^2 / 2 + p_{vc} * (B_5 / 2)^2 / 2 + (p_m - p_{vc}) * (B_5 / 2)^2 / 3] * (1 \pm kv) - (Stv + Sqv) * B_5 / 2$$

Σ estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Peso Proprio	PP	=	30.00	(kN/m ²)
	p _m	=	120.00	(kN/m ²)
	p _{vb}	=	120.00	(kN/m ²)
	p _{vc}	=	120.00	(kN/m ²)

caso	Ma	Mb	Mc
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
statico rara	106.36	-177.82	-21.62
sisma+	169.18	-685.97	-198.13
sisma-	93.16	-259.45	-55.73



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI						
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO						
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	167 di 239

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a \text{ orizz.}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a \text{ orizz.}}) \cdot h^2 \cdot h/2 \quad \text{o} \quad h/3$$

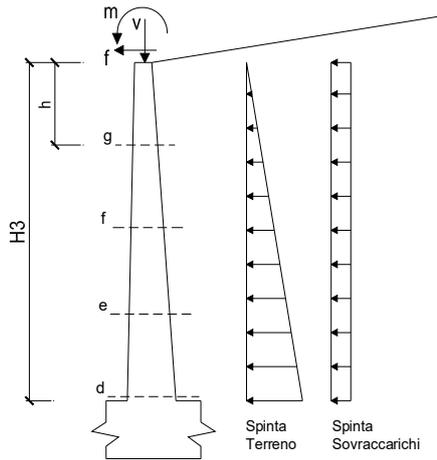
$$M_q = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{\text{ext}} = m + f \cdot h$$

$$M_{\text{inerzia}} = \sum P m_i \cdot b_i \cdot kh \quad (\text{solo con sisma})$$

$$N_{\text{ext}} = v$$

$$N_{\text{pp+inerzia}} = \sum P m_i \cdot (1 \pm kv)$$



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	6.00	171.28	85.64	0.00	256.91	0.00	105.00	105.00
e-e	4.50	72.26	48.17	0.00	120.43	0.00	70.31	70.31
f-f	3.00	21.41	21.41	0.00	42.82	0.00	41.25	41.25
g-g	1.50	2.68	5.35	0.00	8.03	0.00	17.81	17.81

condizione sismica +

sezione	h	Mt stat	Mt sism	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	6.00	171.28	180.95	0.00	0.00	64.00	416.23	0.00	117.44	117.44
e-e	4.50	72.26	76.34	0.00	0.00	33.00	181.60	0.00	78.65	78.65
f-f	3.00	21.41	22.62	0.00	0.00	13.33	57.36	0.00	46.14	46.14
g-g	1.50	2.68	2.83	0.00	0.00	3.00	8.50	0.00	19.92	19.92

condizione sismica -

sezione	h	Mt stat	Mt sism	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	6.00	171.28	128.55	0.00	0.00	64.00	363.82	0.00	92.56	92.56
e-e	4.50	72.26	54.23	0.00	0.00	33.00	159.49	0.00	61.98	61.98
f-f	3.00	21.41	16.07	0.00	0.00	13.33	50.81	0.00	36.36	36.36
g-g	1.50	2.68	2.01	0.00	0.00	3.00	7.68	0.00	15.70	15.70

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO						
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO						
Mandatario:	Mandante:							
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	168 di 239

Condizione Statica Rara

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ^c	σ^f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	106.36	0.00	1.20	20.11	20.11	0.78	49.97
b - b	-177.82	0.00	1.20	20.11	20.11	1.31	83.55
c - c	-21.62	0.00	1.20	20.11	20.11	0.16	10.16
d - d	256.91	105.00	1.00	20.11	10.05	2.78	123.97
e - e	120.43	70.31	0.85	20.11	10.05	1.73	67.19
f - f	42.82	41.25	0.70	20.11	10.05	0.87	27.57
g - g	8.03	17.81	0.55	20.11	10.05	0.25	5.23

La verifica tensionale nella combinazione di carico Quasi Permanente per il calcestruzzo risulta automaticamente soddisfatta, in quanto la tensione in combinazione di carico Rara risulta inferiore al limite inerente alla combinazione di carico Quasi Permanente ($0.40f_{ck}$). La verifica risulta, pertanto, certamente soddisfatta secondo entrambe le combinazioni.

La verifica tensionale nella combinazione di carico Rara per l'acciaio risulta soddisfatta in quanto la tensione è inferiore al limite di 337.5 MPa.

Per le verifiche agli stati limite di esercizio della sezione dei pali si faccia riferimento al tabulato di verifica (RC-Sec) presentato al paragrafo precedente.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	169 di 239

9.7.6 Incidenze armature

Visto lo sviluppo longitudinale del muro, il calcolo delle incidenze viene eseguito con riferimento ad un metro lineare, con incrementi che tengono conto delle eventuali sovrapposizioni e sfridi.

FONDAZIONE				
VOLUME CLS (mc/m)				7.0
	ϕ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
Trasv. Inf.	16	8.2	10	129.4
Trasv. Sup.	16	8.2	10	129.4
Long. Sup.	14	1.0	30	36.2
Long. Inf.	14	1.0	30	36.2
Parete	14	1.0	12	14.5
Attese L. valle	16	2.5	5	19.7
Spilli	12	1.50	80	106.5
Cavallotti	16	3.6	10.0	56.8
Attese L. monte	16	2.5	10	39.4
				0.0
INCREMENTO %				22%
PESO TOTALE ARMATURA				693
INCIDENZA (kg/mc)				100

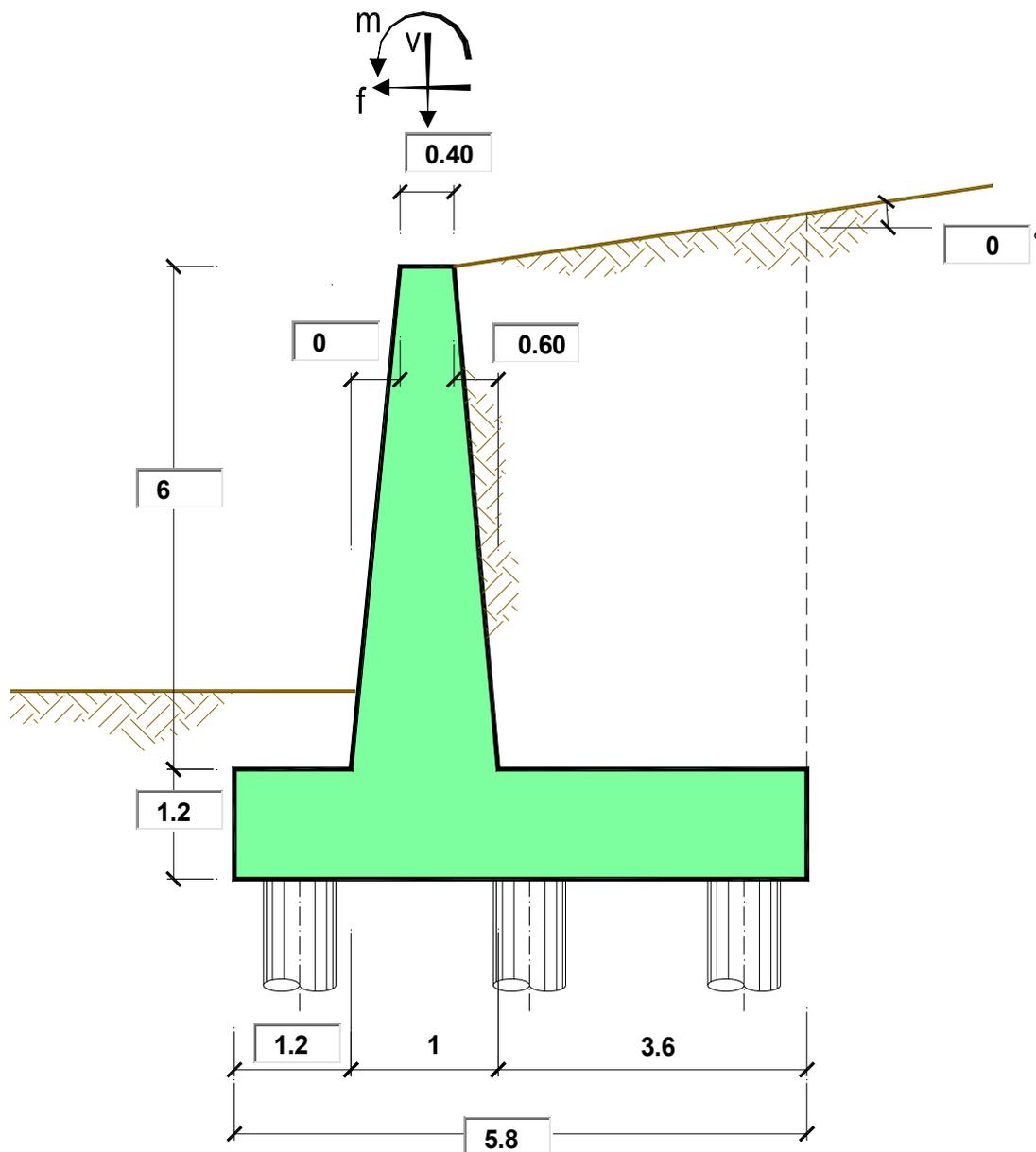
ELEVAZIONE				
VOLUME CLS (mc/m)				4.2
	ϕ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
Vert. L. monte	16	6.6	10	104.1
Vert. L. valle	16	6.6	5	52.1
Orizz. L. monte	14	1.0	32	38.6
Orizz. L. valle	14	1.0	32	38.6
Spilli	12	1.0	100	88.7
				0.0
				0.0
				0.0
				0.0
INCREMENTO %				31%
PESO TOTALE ARMATURA				422
INCIDENZA (kg/mc)				100

PALI				
VOLUME CLS (mc/m)				0,503
	ϕ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
Long.	26	1,0	22	91,6
Staffe	12	2,5	5	11,2
Irrigid.	20	2,5	0,3	2,1
				0,0
				0,0
				0,0
				0,0
				0,0
				0,0
INCREMENTO %				16%
PESO TOTALE ARMATURA				121
INCIDENZA (kg/mc)				241

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO
		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B 170 di 239

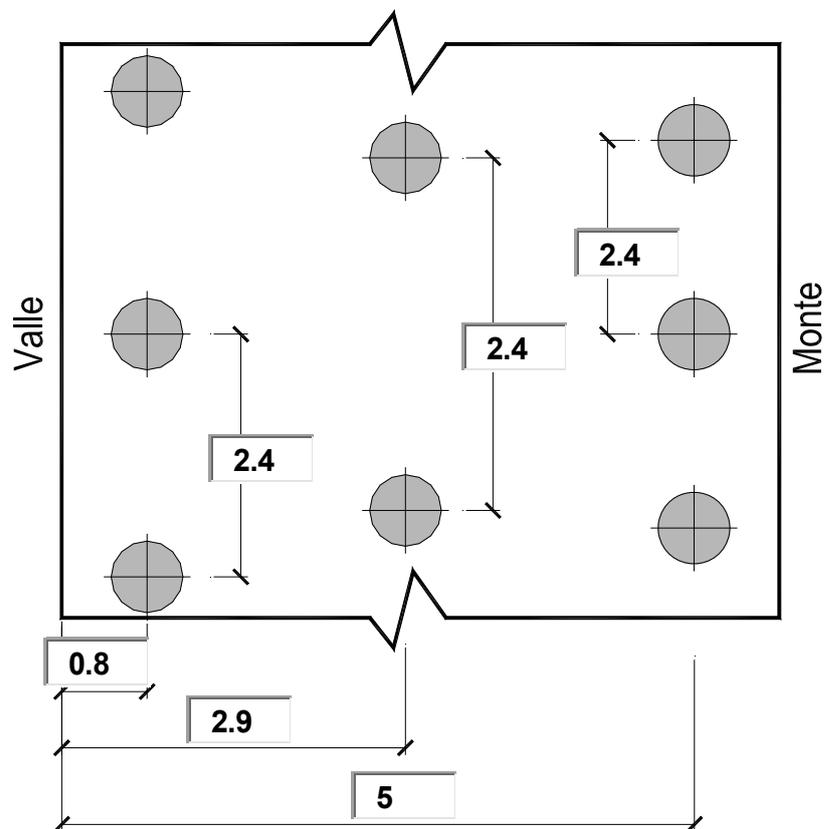
9.8 MURO SU PALI TIPO H=6.5 M

Di seguito la geometria di calcolo adottata.



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI						
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO						
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	171 di 239

Le fondazioni sono del tipo indiretto su pali trivellati di diametro pari a **0.80 m** e lunghezza pari a **24 m**, disposti così come nella figura a seguire.



APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 172 di 239

9.8.1 Analisi dei carichi

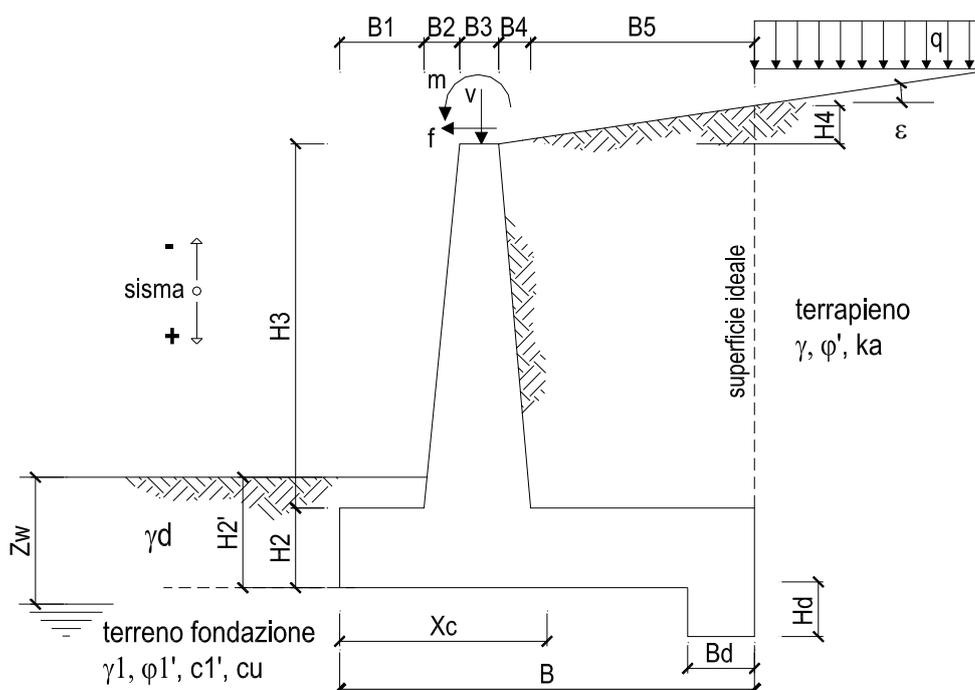
Si riporta nel seguito la valutazione dell'entità dei carichi fissi e variabili che intervengono ai fini delle analisi e verifiche delle opere di sostegno oggetto del presente documento.

Peso permanente strutturale

Per pesi permanenti strutturali si intendono le azioni associate ai pesi propri del muro e del terreno di riempimento.

Ai fini del calcolo del peso del muro si considera un peso per unità di volume $\gamma_m = 25 \text{ kN/m}^3$.
Il terreno di riempimento ha peso per unità di volume $\gamma_{\text{rint}} = 20 \text{ kN/m}^3$ e un angolo di attrito di progetto pari a $\varphi = 32^\circ$.

Con riferimento alla figura mostrata sotto:



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						173 di 239

Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	6.50	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0.00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0.40	(m)
Aggetto monte	B4 =	0.65	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	5.80	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	1.20	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	1.20	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	3.55	(m)

Peso Specifico del Calcestruzzo	γ_{cls} =	25.00	(kN/m ³)
---------------------------------	------------------	-------	----------------------

FORZE VERTICALI

- Peso del Muro (Pm)

			SLE
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	0.00
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	65.00
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	52.81
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	174.00
Pm =	$Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4$	(kN/m)	291.81

- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)

Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma')$	(kN/m)	461.50
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4 + B5) \cdot H4 \cdot \gamma')$	(kN/m)	0.00
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma')$	(kN/m)	42.25
Sovr =	$q_p \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	0.00
Pt =	$Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr$	(kN/m)	503.75

- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro

Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	84
Sovr acc. Sism	$q_s \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	0

Le spinte del terreno a monte sono state valutate coerentemente con la caratterizzazione mostrata al paragrafo 9.3.

Il coefficiente di spinta attiva è stato valutato utilizzando la teoria del cuneo di rottura di Coulomb, che tiene conto, oltre alle ipotesi base della teoria di Rankine, anche della presenza dell'attrito fra terra e muro δ e della superficie interna del paramento del muro comunque inclinata di un angolo ψ . Lo sviluppo analitico della teoria di Coulomb è stato

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	174 di 239

definito da Muller-Breslau, i quali valutano il coefficiente di spinta attiva in condizione statica come:

$$k_a = \frac{\sin^2(\psi + \varphi)}{\sin^2(\varphi) \cdot \sin(\varphi - \delta) \cdot \left[1 + \frac{\sin(\psi + \delta) \cdot \sin(\psi - \beta)}{\sin(\varphi - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)} \right]^2}$$

dove:

φ è l'angolo di resistenza a taglio del terreno;

δ è l'angolo di attrito terra-muro, assunto pari a $2/3 \varphi$;

ε è l'inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terreno;

β è l'inclinazione rispetto alla verticale della parete interna del muro.

Azione del sovraccarico a tergo del muro

Si assume caelativamente un'azione da traffico stradale convenzionale pari a 20 kPa uniformemente ed indefinitamente distribuito sul pendio a monte dell'opera.

Azione sismica

L'analisi sismica dei muri è stata eseguita con il metodo pseudo-statico. I coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v sono valutati con le relazioni:

$$k_h = \beta_m \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove:

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	175 di 239

β_m è un coefficiente dipendente dal valore dell'accelerazione orizzontale a_g e dalla tipologia di sottosuolo. Nel caso in esame, essendo il sottosuolo di categoria C e $a_g(g)$ compresa tra 0.2 e 0.4, si assume $\beta_m=0.31$;

k_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

k_v è il coefficiente sismico in direzione verticale;

L'accelerazione massima viene valutata come:

$$\frac{a_{max}}{g} = S_R \cdot S_T \cdot \frac{a_g}{g}$$

dove:

$S_s = 1.37$ tiene conto dell'amplificazione stratigrafica;

$S_t = 1.00$ tiene conto dell'amplificazione topografica;

$\frac{a_g}{g} = 0.22$ è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito per lo SLV.

La valutazione della spinta in condizioni dinamiche viene effettuata con il metodo di Mononobe e Okabe:

per $\beta \leq \varphi - \theta$

$$k_{a,s} = \frac{\sin^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos(\theta) \cdot \sin^2(\psi - \theta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

per $\beta > \varphi - \theta$

$$k_{a,s} = \frac{\sin^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos(\theta) \cdot \sin^2(\beta) \cdot \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

dove:

θ è l'angolo tale che $\tan \theta = \frac{k_h}{1+k_v}$;

La tabella seguente riporta i suddetti parametri, distinguendo le combinazioni di verifica in base all'approccio perseguito:

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	176 di 239

Dati Sismici	Accelerazione sismica	a _g /g	0.36	(-)
	Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	S _s	1.062	(-)
	Coefficiente Amplificazione Topografico	S _T	1	(-)
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β _s	0.62	(-)
	Coefficiente sismico orizzontale	k _h	0.2370384	(-)
	Coefficiente sismico verticale	k _v	0.1185	(-)
	Muro libero di traslare o ruotare			<input type="radio"/> si

Coefficienti di Spinta	Coeff. di Spinta Attiva Statico	k _a	0.238		0.238	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma +	k _{as+}	0.362		0.362	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma -	k _{as-}	0.405		0.405	

Sono state altresì considerate le forze di inerzia dovute al peso del muro e del terreno gravante sulla zattera di monte, valutate come:

$$F_i = k_h \cdot W_i$$

Per quanto riguarda l'incremento sismico di spinta dovuto ai terrapieni, esso è stato applicato alla stessa altezza dell'aliquota statica, così come prescritto dalla norma per muri liberi di traslare e ruotare intorno al piede.

9.8.2 Combinazioni di carico SLU

Tutte le condizioni di carico elementari di carico possono essere raggruppate nei seguenti gruppi di condizioni:

G1: azioni dovute al peso proprio e ai carichi permanenti strutturali;

G2: azioni dovute ai carichi permanenti non strutturali;

P: azioni dovute ai carichi di precompressione;

Q_{ik}: azioni dovute ai sovraccarichi accidentali;

E: azioni dovute ai carichi sismici orizzontali e verticali.

Secondo quanto previsto dalle NTC 2008, si considerano tutte le combinazioni non sismiche del tipo:

$$F_d = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_p \cdot P_k + \gamma_q \left[Q_{1k} + \sum (\Psi_{0i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. <i>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</i>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 177 di 239

essendo:

Carichi	Coef.	Condizione		
	$\gamma_F (\gamma_E)$	EQU	STR (A1)	GEO (A2)
Permanenti	$\gamma_{G,1}$	0.9÷1.1	1.0÷1.3	1.0÷1.0
Perm.non strutturali	$\gamma_{G,2}$	0.0÷1.5	0,0÷1.5	0.0÷1.3
Variabili	$\gamma_{Q,i}$	0.0÷1.5	0.0÷1.5	0.0÷1.3

Tabella 5-Coefficienti parziali per le azioni favorevoli-sfavorevoli

$\gamma_p = 1.00$ (precompressione)

$\Psi_{0i} = 0 \div 1.00$ (coefficiente di combinazione allo SLU per tutte le condizioni di carico elementari variabili per tipologia e categoria Q_{ik})

Le combinazioni sismiche considerate sono:

$$F_d = G_1 + G_2 + P_k + E + \left[\sum (\Psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

essendo:

$\Psi_{2i} = 0$ nel caso di sovraccarichi stradali.

9.8.3 Combinazione di carico SLE

Secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, si considerano le combinazioni:

$$F_d = G_1 + G_2 + P_k + \left[\sum (\Psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

Essendo, nel caso di carichi stradali, Ψ_{2i} pari a 0 per la combinazione quasi permanente, pari a 0.75 per la combinazione frequente e pari a 1 per la combinazione rara.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	178 di 239

9.8.4 Verifiche agli stati limite ultimi

Le sollecitazioni di calcolo per le verifiche SLU e SLV sono state ottenute calcolando le risultanti di tutte le azioni normali, taglianti e flettenti rispetto al piano di fondazione. Si riportano di seguito i valori caratteristici.

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

- Muro (Mm)			
Mm1 =	$Pm1 \cdot (B1 + 2/3 B2)$	(kN/m)	0.00
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1 + B2 + 0,5 \cdot B3)$	(kN/m)	91.00
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/3 B4)$	(kN/m)	95.94
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kN/m)	504.60
Mm =	$Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4$	(kN/m)	691.54
- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro			
Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4 + 0,5 \cdot B5)$	(kN/m)	1857.54
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot (B4 + B5))$	(kN/m)	0.00
Mt3 =	$Pt3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4)$	(kN/m)	85.91
Msovr =	$Sovr \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kN/m)	0.00
Mt =	$Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr$	(kN/m)	1943.45
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro			
Sovr acc. Stat	$\cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	310.80
Sovr acc. Sism	$\cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	0.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
						REV. B
						FOGLIO 179 di 239

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia del muro (Ps)

Ps h =	Pm*kh	(kN/m)	69.17
Ps v =	Pm*kv	(kN/m)	34.59

- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)

Ptsh =	Pt*kh	(kN/m)	119.41
Ptsv =	Pt*kv	(kN/m)	59.70

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)

MPs1 h=	kh*Pm1*(H2+H3/3)	(kN/m)	0.00
MPs2 h=	kh*Pm2*(H2 + H3/2)	(kN/m)	68.56
MPs3 h=	kh*Pm3*(H2+H3/3)	(kN/m)	42.15
MPs4 h=	kh*Pm4*(H2/2)	(kN/m)	24.75
MPs h=	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4	(kN/m)	135.46

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)

MPs1 v=	kv*Pm1*(B1+2/3*B2)	(kN/m)	0.00
MPs2 v=	kv*Pm2*(B1+B2+B3/2)	(kN/m)	10.79
MPs3 v=	kv*Pm3*(B1+B2+B3+B4/3)	(kN/m)	11.37
MPs4 v=	kv*Pm4*(B/2)	(kN/m)	59.80
MPs v=	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4	(kN/m)	81.96

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)

MPts1 h=	kh*Pt1*(H2 + H3/2)	(kNm/m)	486.80
MPts2 h=	kh*Pt2*(H2 + H3 + H4/3)	(kNm/m)	0.00
MPts3 h=	kh*Pt3*(H2+H3*2/3)	(kNm/m)	55.42
MPts h=	MPts1 + MPts2 + MPts3	(kNm/m)	542.22

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)

MPts1 v=	kv*Pt1*((H2 + H3/2) - (B - B5/2)*0.5)	(kNm/m)	220.15
MPts2 v=	kv*Pt2*((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3)*0.5)	(kNm/m)	0.00
MPts3 v=	kv*Pt3*((H2+H3*2/3)-(B1+B2+B3+2/3*B4)*0.5)	(kNm/m)	12.89
MPts v=	MPts1 + MPts2 + MPts3	(kNm/m)	233.05

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
						REV. B
						FOGLIO 180 di 239

Spinte e momenti SLU A1

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Spinta totale condizione statica			
St	= $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4) \cdot ka$	(kN/m) 141.04	183.35
Sq perm	= $q \cdot (H2+H3+H4) \cdot ka$	(kN/m) 0.00	0.00
Sq acc	= $q \cdot (H2+H3+H4) \cdot ka$	(kN/m) 36.63	54.95
- Componente orizzontale condizione statica			
Sth	= $St \cdot \cos \delta$	(kN/m) 141.04	183.35
Sqh perm	= $Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
Sqh acc	= $Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 36.63	54.95
- Componente verticale condizione statica			
Stv	= $St \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
Sqv perm	= $Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
Sqv acc	= $Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
MSt1	= $St \cdot ((H2+H3+H4)/3)$	(kN/m) 362.00	470.61
MSt2	= $St \cdot B$	(kN/m) 0.00	0.00
MSq1 perm	= $Sqh \text{ perm} \cdot ((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m) 0.00	0.00
MSq2 perm	= $Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kN/m) 0.00	0.00
MSq1 acc	= $Sqh \text{ acc} \cdot ((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m) 141.04	211.56
MSq2 acc	= $Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kN/m) 0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext perm	= $mp + fp \cdot (H3 + H2) + vp \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m) 0.00	0.00
Mfext acc	= $m + f \cdot (H3 + H2) + v \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m) 0.00	0.00

AZIONI COMPLESSIVE SULLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)

N perm	= $Pm + Pt + vp + Stv + Sqv \text{ perm} + Sqv \text{ acc}$	(kN/m) 795.56	795.56
N acc min	= $v + Sqv \text{ acc}$	(kN/m) 0.00	0.00
N acc max	= $v + Sqv \text{ acc} + q \text{ acc}$	(kN/m) 84.00	126.00

Risultante forze orizzontali (T)

T perm	= $Sth + Sqh \text{ perm} + fp$	(kN/m) 141.04	183.35
T acc	= $Sqh \text{ acc} + f$	(kN/m) 36.63	54.95

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

MM perm	= ΣM	(kNm/m) 2272.98	2164.38
MM acc (Nmin)	= ΣM	(kNm/m) -141.04	-211.56
MM acc (Nmax)	= ΣM	(kNm/m) 169.76	254.64

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						181 di 239

Spinte e momenti SLV A1+

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Spinta condizione sismica +			
Sst1 stat =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4)^2 \cdot ka$	(kN/m) 141.04	141.04
Sst1 sism =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4)^2 \cdot kas^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m) 99.34	99.34
Ssq1 perm =	$qp \cdot (H2+H3+H4) \cdot kas^+$	(kN/m) 0.00	0.00
Ssq1 acc =	$qs \cdot (H2+H3+H4) \cdot kas^+$	(kN/m) 0.00	0.00
- Componente orizzontale condizione sismica +			
Sst1h stat =	$Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 141.04	141.04
Sst1h sism =	$Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 99.34	99.34
Ssq1h perm =	$Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
Ssq1h acc =	$Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
- Componente verticale condizione sismica +			
Sst1v stat =	$Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
Sst1v sism =	$Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
Ssq1v perm =	$Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
Ssq1v acc =	$Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Condizione sismica +			
MSst1 stat =	$Sst1h \text{ stat} \cdot ((H2+H3+H4)/3)$	(kN/m) 362.00	362.00
MSst1 sism =	$Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m) 382.46	382.46
MSst2 stat =	$Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kN/m) 0.00	0.00
MSst2 sism =	$Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kN/m) 0.00	0.00
MSsq1 =	$Ssq1h \cdot ((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m) 0.00	0.00
MSsq2 =	$Ssq1v \cdot B$	(kN/m) 0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp+ms$	(kNm/m)	0.00
Mfext2 =	$(fp+fs) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m)	0.00
Mfext3 =	$(vp+vs) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	0.00

AZIONI COMPLESSIVE SULLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)			
Nmin =	$Pm+ Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Pts'$	(kN/m)	889.85
Nmax =	$Pm+Pt+vp+vs+Sst1v+Ssq1v+Ps v+Ptv+q \text{ acc}$	(kN/m)	889.85
Risultante forze orizzontali (T)			
T =	$Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Pts h$	(kN/m)	428.96
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)			
MM (Nmin) =	ΣM	(kNm/m)	1527.86
MM (Nmax) =	ΣM	(kNm/m)	1527.86

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080						
Muri di sostegno - Relazione di calcolo						
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	182 di 239

Spinte e momenti SLV A1-

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Spinta condizione sismica -			
Sst1 stat =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4)^2 \cdot ka$	(kN/m) 141.04	141.04
Sst1 sism =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4)^2 \cdot kas^- - Sst1\ stat$	(kN/m) 70.57	70.57
Ssq1 perm =	$qp \cdot (H2+H3+H4) \cdot kas^-$	(kN/m) 0.00	0.00
Ssq1 acc =	$qs \cdot (H2+H3+H4) \cdot kas^-$	(kN/m) 0.00	0.00
- Componente orizzontale condizione sismica -			
Sst1h stat =	$Sst1\ stat \cdot \cos \delta$	(kN/m) 141.04	141.04
Sst1h sism =	$Sst1\ sism \cdot \cos \delta$	(kN/m) 70.57	70.57
Ssq1h perm =	$Ssq1\ perm \cdot \cos \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
Ssq1h acc =	$Ssq1\ acc \cdot \cos \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
- Componente verticale condizione sismica -			
Sst1v stat =	$Sst1\ stat \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
Sst1v sism =	$Sst1\ sism \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
Ssq1v perm =	$Ssq1\ perm \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
Ssq1v acc =	$Ssq1\ acc \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Condizione sismica -			
MSst1 stat =	$Sst1h\ stat \cdot ((H2+H3+H4)/3)$	(kN/m) 362.00	362.00
MSst1 sism =	$Sst1h\ sism \cdot ((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m) 271.70	271.70
MSst2 stat =	$Sst1v\ stat \cdot B$	(kN/m) 0.00	0.00
MSst2 sism =	$Sst1v\ sism \cdot B$	(kN/m) 0.00	0.00
MSsq1 =	$Ssq1h \cdot ((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m) 0.00	0.00
MSsq2 =	$Ssq1v \cdot B$	(kN/m) 0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp+ms$	(kNm/m)	0.00
Mfext2 =	$(fp+fs) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m)	0.00
Mfext3 =	$(vp+vs) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	0.00

AZIONI COMPLESSIVE SULLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)

Nmin =	$Pm+ Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Pts'$	(kN/m)	701.27	701.27
Nmax =	$Pm+Pt+vp+vs+Sst1v+Ssq1v+Ps v+Ptsv+q\ acc$	(kN/m)	701.27	701.27

Risultante forze orizzontali (T)

T =	$Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Pts h$	(kN/m)	400.19	400.19
-----	--	--------	--------	--------

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

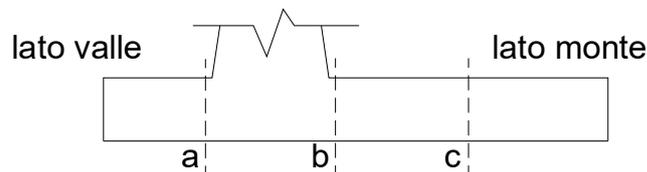
MM (Nmin) =	ΣM	(kNm/m)	1638.62	1638.62
MM (Nmax) =	ΣM	(kNm/m)	1638.62	1638.62

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	183 di 239

1.1.1.28 Verifiche STR

Le verifiche vengono condotte, tanto in condizione statica che in condizione dinamica, nella combinazione A1+M1+R1.

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE



Mensola Lato Valle

$$M_a = \sum N_i \cdot (B_1 - d_i) / i_i - PP \cdot (1 \pm kv) \cdot B_1^2 / 2$$

$$T_a = \sum N_i / i_i - PP \cdot (1 \pm kv)$$

Σ estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Mensola Lato Monte

$$M_b = \sum N_i \cdot (B_5 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot B_5^2 / 2 + p_{vb} \cdot B_5^2 / 2 + (p_m - p_{vb}) \cdot B_5^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (Stv + Sqv) \cdot B_5$$

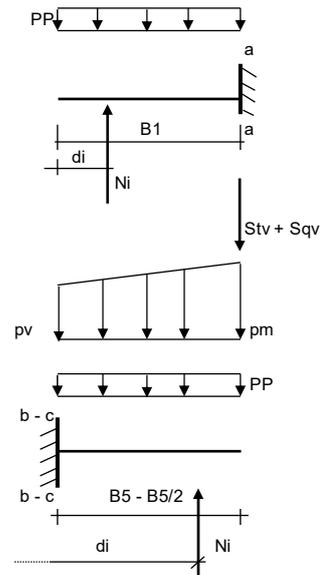
$$M_c = \sum N_i \cdot (B_5 / 2 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + p_{vc} \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + (p_m - p_{vc}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (Stv + Sqv) \cdot B_5 / 2$$

$$V_b = \sum N_i / i_i - [PP \cdot B_5 + p_{vb} \cdot B_5 + (p_m - p_{vb}) \cdot B_5] \cdot (1 \pm kv) - (Stv + Sqv)$$

$$V_c = \sum N_i / i_i - [PP \cdot (B_5 / 2) + p_{vc} \cdot (B_5 / 2) + (p_m - p_{vc}) \cdot (B_5 / 2)] \cdot (1 \pm kv) - (Stv + Sqv)$$

Σ estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Peso Proprio	PP	=	30.00	(kN/m ²)
	p _m	=	130.00	(kN/m ²)
	p _{vb}	=	130.00	(kN/m ²)
	p _{vc}	=	130.00	(kN/m ²)



caso	Ma	Va	Mb	Vb	Mc	Vc
	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]
statico	125.42	313.55	-338.55	-121.98	-75.74	-103.17
sisma+	194.75	507.00	-808.47	-292.73	-271.69	-271.69
sisma-	112.09	296.09	-352.61	-127.23	-110.65	-110.65

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI						
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO						
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	184 di 239

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t\ stat} = \frac{1}{2} K_{a\ orizz} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv)^2 \cdot h^3 / 3$$

$$M_{t\ sism} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a\ orizz} \cdot (1 \pm kv) - K_{a\ orizz}) \cdot h^2 / 2 \quad o \cdot h^3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a\ orizz} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m + f \cdot h$$

$$M_{inerzia} = \sum P_m \cdot b \cdot kh \quad (\text{solo con sisma})$$

$$N_{ext} = v$$

$$N_{pp+inerzia} = \sum P_m \cdot (1 \pm kv)$$

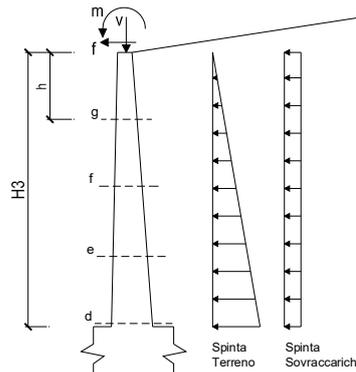
$$V_{t\ stat} = \frac{1}{2} K_{a\ orizz} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv)^2 \cdot h^2$$

$$V_{t\ sism} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a\ orizz} \cdot (1 \pm kv) - K_{a\ orizz}) \cdot h^2$$

$$V_q = K_{a\ orizz} \cdot q \cdot h$$

$$V_{ext} = f$$

$$V_{inerzia} = \sum P_m \cdot kh$$



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	6.50	283.09	150.76	0.00	433.85	0.00	117.81	117.81
e-e	4.88	119.43	84.80	0.00	204.23	0.00	78.46	78.46
f-f	3.25	35.39	37.69	0.00	73.08	0.00	45.70	45.70
g-g	1.63	4.42	9.42	0.00	13.85	0.00	19.55	19.55

sezione	h	Vt	Vq	V _{ext}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	6.50	130.66	46.39	0.00	177.04
e-e	4.88	73.49	34.79	0.00	108.29
f-f	3.25	32.66	23.19	0.00	55.86
g-g	1.63	8.17	11.60	0.00	19.76

condizione sismica +

sezione	h	M _{t stat}	M _{t sism}	M _q	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	6.50	217.76	230.07	0.00	0.00	77.20	525.03	0.00	131.78	131.78
e-e	4.88	91.87	97.06	0.00	0.00	39.61	228.54	0.00	87.76	87.76
f-f	3.25	27.22	28.76	0.00	0.00	15.91	71.89	0.00	51.12	51.12
g-g	1.63	3.40	3.59	0.00	0.00	3.55	10.55	0.00	21.87	21.87

sezione	h	V _{t stat}	V _{t sism}	V _q	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	6.50	100.51	70.79	0.00	0.00	27.93	199.22
e-e	4.88	56.53	39.82	0.00	0.00	18.60	114.95
f-f	3.25	25.13	17.70	0.00	0.00	10.83	53.66
g-g	1.63	6.28	4.42	0.00	0.00	4.63	15.34

condizione sismica -

sezione	h	M _{t stat}	M _{t sism}	M _q	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	6.50	217.76	163.44	0.00	0.00	77.20	458.40	0.00	103.85	103.85
e-e	4.88	91.87	68.95	0.00	0.00	39.61	200.43	0.00	69.16	69.16
f-f	3.25	27.22	20.43	0.00	0.00	15.91	63.56	0.00	40.29	40.29
g-g	1.63	3.40	2.55	0.00	0.00	3.55	9.51	0.00	17.23	17.23

sezione	h	V _{t stat}	V _{t sism}	V _q	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	6.50	100.51	50.29	0.00	0.00	27.93	178.72
e-e	4.88	56.53	28.29	0.00	0.00	18.60	103.42
f-f	3.25	25.13	12.57	0.00	0.00	10.83	48.53
g-g	1.63	6.28	3.14	0.00	0.00	4.63	14.06

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO						
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO						
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	185 di 239
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080								
Muri di sostegno - Relazione di calcolo								

In definitiva risulta:

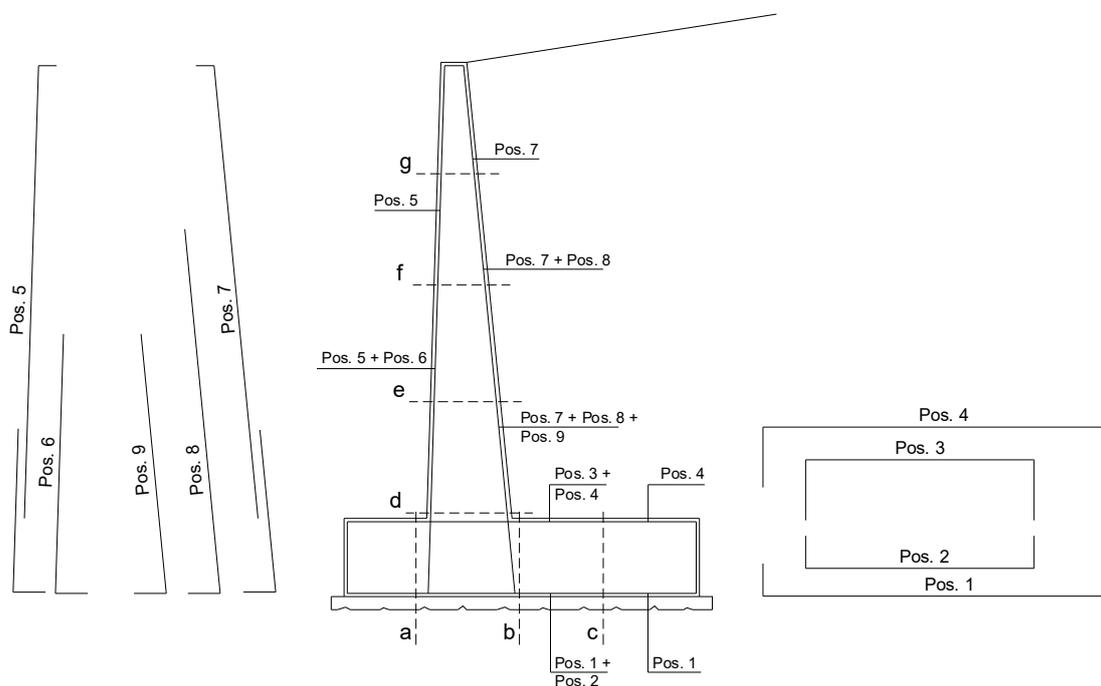
- Armatura longitudinale
- Posizione 1: 1 registro 10 Ø16
- Posizione 4: 1 registro 10 Ø16
- Posizione 5: 1 registro 5 Ø16
- Posizione 7: 1 registro 10 Ø16

- Armatura trasversale

Si prevedono Spilli Ø12/20x40 sulla zattera di fondazione.

Tutte le verifiche sono riferite ad un metro lineare di muro nella direzione longitudinale.

SCHEMA DELLE ARMATURE



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Mandante:		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080	Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	186 di 239

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu	Mu/M
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)	(-)
a - a	194.75	0.00	1.20	20.11	20.11	867.31	4.45
b - b	-808.47	0.00	1.20	20.11	20.11	867.31	1.07
c - c	-271.69	0.00	1.20	20.11	20.11	867.31	3.19
d - d	525.03	131.78	1.05	20.11	10.05	809.92	1.54
e - e	228.54	87.76	0.89	20.11	10.05	654.70	2.86
f - f	73.08	45.70	0.73	20.11	10.05	507.18	6.94
g - g	13.85	19.55	0.56	20.11	10.05	369.94	26.72

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

Sez.	V _{Ed}	h	V _{rd}	∅ staffe	i orizz.	i vert.	θ	V _{Rsd}	
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)	
a - a	507.00	1.20	366.83	12	20	40	21.8	1406.49	Sezione verificata
b - b	292.73	1.20	366.83	12	20	40	21.8	1406.49	Armatura a taglio non necessaria
c - c	271.69	1.20	366.83	12	20	40	21.8	1406.49	Armatura a taglio non necessaria
d - d	199.22	1.05	347.07	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
e - e	114.95	0.89	298.49	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
f - f	55.86	0.73	261.98	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
g - g	19.76	0.56	225.61	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria

1.1.1.29 Verifica a carico limite del singolo palo per azioni verticali (GEO)

A seguire sono riportate le sollecitazioni massime in testa ai pali nella combinazione A1+M1+R3 dell'Approccio 2.

Sollecitazioni sui pali SLU

caso		N pali all.1	N pali all.2	N pali all.3	T pali	
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
statico	Nmin	838.91	636.45	433.99	190.64	
	Nmax	882.11	737.25	592.39		
sisma+	Nmin	1313.43	711.88	110.33	343.17	
	Nmax	1313.43	711.88	110.33		
sisma-	Nmin	786.77	561.02	335.26	320.15	
	Nmax	786.77	561.02	335.26		

Il massimo sforzo di compressione è pari a: **1313.43 kN**.

La curva di carico limite riportata nel seguito mostra che per un palo di lunghezza pari **24 m**, la resistenza Qd è pari a **1721.08 kN**, con un coefficiente di sicurezza FS=1.31.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	187 di 239
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080							
Muri di sostegno - Relazione di calcolo							

Qp (m) =	1,5	quota testa palo da piano campagna (+ verso il basso)										
Qf (m) =	2,0	quota falda da piano campagna (+ verso il basso)										
Dp (m) =	0,8	diametro del palo										
Ap (m ²) =	0,50	area del palo										
γp (kN/m ³)	25,00	peso specifico del palo										
γp_c (kN/m)	5,00	peso specifico del palo per verifica a compressione (peso specifico del palo - peso specifico medio terreno)										
γp_t (kN/m)	15,00	peso specifico del palo per verifica a trazione (peso specifico del palo - peso specifico dell'acqua)										
FSL,c =	2,0	fattore di sicurezza per resistenza laterale a compressione										
FSL,t	2,1	fattore di sicurezza per resistenza laterale a trazione										
FSB	2,3	fattore di sicurezza per capacità portante di base										
F (verifica)	1,25											
		COMPRESSIONE										
Depth From Pile Head (m)	Elevation (m)	Skin Friction Capacity (kN)	End Bearing Capacity (kN)	Ultimate Capacity (kN)	FSL,c	FSL,t	FSB	Ql/FS (kN)	Ql/F(kN)	Qb/FS (kN)	Wp (kN)	Qd,c (kN)
0	-1,5	0	0	0	1,955	2,13	2,30	0	0	0	0	0
0,5	-2	18,51674839	301,5928947	320,1096431	1,955	2,13	2,30	9,47148	13,8081	131,413	1,26	139,63
1	-2,5	84,49019834	678,5840132	763,0742115	1,955	2,13	2,30	43,2175	65,5815	295,679	2,51	336,38353
1,5	-3	150,4636441	678,5840132	829,0476572	1,955	2,13	2,30	76,9635	117,355	295,679	3,77	368,8729
2	-3,5	216,4370898	678,5840132	895,021103	1,955	2,13	2,30	110,71	169,128	295,679	5,03	401,36
2,5	-4	282,4105355	678,5840132	960,9945487	1,955	2,13	2,30	144,456	220,902	295,679	6,28	433,85164
3	-4,5	348,3839812	678,5840132	1026,967994	1,955	2,13	2,30	178,202	272,675	295,679	7,54	466,34101
3,5	-5	414,3574727	678,5840132	1092,94144	1,955	2,13	2,30	211,948	324,449	295,679	8,80	498,83038
4	-5,5	480,3308727	678,5840132	1158,914886	1,955	2,13	2,30	245,694	376,222	295,679	10,05	531,31975
4,5	-6	546,3043184	678,5840132	1224,888332	1,955	2,13	2,30	279,44	427,996	295,679	11,31	563,80912
5	-6,5	612,2777641	678,5840132	1290,861777	1,955	2,13	2,30	313,186	479,769	295,679	12,57	596,2985
5,5	-7	678,2512099	678,5840132	1356,835223	1,955	2,13	2,30	346,932	531,543	295,679	13,82	628,78787
6	-7,5	744,2246556	678,5840132	1422,808669	1,955	2,13	2,30	380,678	583,316	295,679	15,08	661,27724
6,5	-8	810,1981013	678,5840132	1488,782114	1,955	2,13	2,30	414,424	635,089	295,679	16,34	693,76661
7	-8,5	876,171547	678,5840132	1554,75556	1,955	2,13	2,30	448,17	686,863	295,679	17,59	726,25598
7,5	-9	942,1449928	678,5840132	1620,729006	1,955	2,13	2,30	481,916	738,636	295,679	18,85	758,74535
8	-9,5	1008,118439	678,5840132	1686,702452	1,955	2,13	2,30	515,662	790,41	295,679	20,11	791,23472
8,5	-10	1074,091884	678,5840132	1752,675897	1,955	2,13	2,30	549,408	842,183	295,679	21,36	823,72409
9	-10,5	1140,06533	678,5840132	1818,649343	1,955	2,13	2,30	583,154	893,957	295,679	22,62	856,21346
9,5	-11	1206,038776	678,5840132	1884,622789	1,955	2,13	2,30	616,9	945,73	295,679	23,88	888,70283
10	-11,5	1272,012221	678,5840132	1950,596235	1,955	2,13	2,30	650,646	997,504	295,679	25,13	921,1922
10,5	-12	1337,985667	678,5840132	2016,56968	1,955	2,13	2,30	684,392	1049,28	295,679	26,39	953,68158
11	-12,5	1403,959113	678,5840132	2082,543126	1,955	2,13	2,30	718,138	1101,05	295,679	27,65	986,17095
11,5	-13	1469,932559	678,5840132	2148,516572	1,955	2,13	2,30	751,884	1152,82	295,679	28,90	1018,6603
12	-13,5	1535,906004	678,5840132	2214,490017	1,955	2,13	2,30	785,63	1204,6	295,679	30,16	1051,1497
12,5	-14	1601,87945	678,5840132	2280,463463	1,955	2,13	2,30	819,376	1256,37	295,679	31,42	1083,6391
13	-14,5	1667,852896	678,5840132	2346,436909	1,955	2,13	2,30	853,122	1308,14	295,679	32,67	1116,1284
13,5	-15	1733,826341	678,5840132	2412,410355	1,955	2,13	2,30	886,868	1359,92	295,679	33,93	1148,6178
14	-15,5	1799,799787	678,5840132	2478,3838	1,955	2,13	2,30	920,614	1411,69	295,679	35,19	1181,1072
14,5	-16	1865,773233	678,5840132	2544,357246	1,955	2,13	2,30	954,36	1463,46	295,679	36,44	1213,5965
15	-16,5	1931,746679	678,5840132	2610,330692	1,955	2,13	2,30	988,106	1515,24	295,679	37,70	1246,0859
15,5	-17	1997,720124	678,5840132	2676,304138	1,955	2,13	2,30	1021,85	1567,01	295,679	38,96	1278,5753
16	-17,5	2063,69357	678,5840132	2742,277583	1,955	2,13	2,30	1055,6	1618,78	295,679	40,21	1311,0647
16,5	-18	2129,667016	678,5840132	2808,251029	1,955	2,13	2,30	1089,34	1670,56	295,679	41,47	1343,554
17	-18,5	2195,640462	678,5840132	2874,224475	1,955	2,13	2,30	1123,09	1722,33	295,679	42,73	1376,0434
17,5	-19	2261,613907	678,5840132	2940,19792	1,955	2,13	2,30	1156,84	1774,11	295,679	43,98	1408,5328
18	-19,5	2327,587353	678,5840132	3006,171366	1,955	2,13	2,30	1190,58	1825,88	295,679	45,24	1441,0221
18,5	-20	2393,560799	678,5840132	3072,144812	1,955	2,13	2,30	1224,33	1877,65	295,679	46,50	1473,5115
19	-20,5	2459,534244	678,5840132	3138,118258	1,955	2,13	2,30	1258,07	1929,43	295,679	47,75	1506,0009
19,5	-21	2525,50769	678,5840132	3204,091703	1,955	2,13	2,30	1291,82	1981,2	295,679	49,01	1538,4903
20	-21,5	2591,481136	678,5840132	3270,065149	1,955	2,13	2,30	1325,57	2032,97	295,679	50,27	1570,9796
20,5	-22	2657,454582	678,5840132	3336,038595	1,955	2,13	2,30	1359,31	2084,75	295,679	51,52	1603,469
21	-22,5	2723,428027	678,5840132	3402,012041	1,955	2,13	2,30	1393,06	2136,52	295,679	52,78	1635,9584
21,5	-23	2789,401473	678,5840132	3467,985486	1,955	2,13	2,30	1426,8	2188,29	295,679	54,04	1668,4477
22	-23,5	2855,374919	678,5840132	3533,958932	1,955	2,13	2,30	1460,55	2240,07	295,679	55,29	1700,9371
22,5	-24	2921,348365	678,5840132	3599,932378	1,955	2,13	2,30	1494,3	2291,84	295,679	56,55	1733,4265
23	-24,5	2987,32181	678,5840132	3665,905823	1,955	2,13	2,30	1528,04	2343,61	295,679	57,81	1765,9159
23,5	-25	3053,295256	678,5840132	3731,879269	1,955	2,13	2,30	1561,79	2395,39	295,679	59,06	1798,4052
24	-25,5	3097,277553	452,3893421	3549,666895	1,955	2,13	2,30	1584,29	2429,57	197,12	60,32	1721,0862
24,5	-26	3141,25985	452,3893421	3593,649192	1,955	2,13	2,30	1606,78	2463,75	197,12	61,58	1742,3269
25	-26,5	3185,242059	452,3893421	3637,631402	1,955	2,13	2,30	1629,28	2497,93	197,12	62,83	1763,5675
25,5	-27	3229,224357	452,3893421	3681,613699	1,955	2,13	2,30	1651,78	2532,11	197,12	64,09	1784,8082
26	-27,5	3273,206566	452,3893421	3725,595908	1,955	2,13	2,30	1674,27	2566,29	197,12	65,35	1806,0489
26,5	-28	3317,188863	452,3893421	3769,578205	1,955	2,13	2,30	1696,77	2600,47	197,12	66,60	1827,2896
27	-28,5	3361,17116	452,3893421	3813,560502	1,955	2,13	2,30	1719,27	2634,65	197,12	67,86	1848,5303
27,5	-29	3405,153457	452,3893421	3857,542799	1,955	2,13	2,30	1741,77	2668,83	197,12	69,12	1869,771
28	-29,5	3449,135666	452,3893421	3901,525009	1,955	2,13	2,30	1764,26	2703,01	197,12	70,37	1891,0116
28,5	-30	3493,117964	452,3893421	3945,507306	1,955	2,13	2,30	1786,76	2737,19	197,12	71,63	1912,2523
29	-30,5	3537,100173	452,3893421	3989,489515	1,955	2,13	2,30	1809,26	2771,37	197,12	72,88	1933,493
29,5	-31	3581,08247	452,3893421	4033,471812	1,955	2,13	2,30	1831,76	2805,55	197,12	74,14	1954,7337
30	-31,5	3625,064653	452,3893421	4077,453995	1,955	2,13	2,30	1854,25	2839,73	197,12	75,40	1975,9743

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	188 di 239

Verifica a carico limite del singolo palo per azioni orizzontali (GEO)

Le verifiche vengono condotte, tanto in condizione statica che in condizioni sismiche, nella combinazione A1+M1+R3.

A seguire sono riportate le sollecitazioni massime in testa ai pali.

Sollecitazioni sui pali SLU

caso		N pali all.1	N pali all.2	N pali all.3	T pali	
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
statico	Nmin	838.91	636.45	433.99	190.64	
	Nmax	882.11	737.25	592.39		
sisma+	Nmin	1313.43	711.88	110.33	343.17	
	Nmax	1313.43	711.88	110.33		
sisma-	Nmin	786.77	561.02	335.26	320.15	
	Nmax	786.77	561.02	335.26		

Il massimo sforzo di taglio è pari a: 343.17 kN.

Per tener conto dell'effetto di gruppo, nella verifica a carico limite orizzontale si considera un incremento delle azioni sui pali delle file anteriori (effetto ombra) pari a $1/0.8=1.25$ e si ottiene $T_{max}=343.17 \times 1.25 = 428.96$ kN

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	189 di 239

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

Diametro = 800 (mm)
Raggio = 400 (mm)
Sforzo Normale = 0 (kN)

Caratteristiche dei Materiali

calcestruzzo

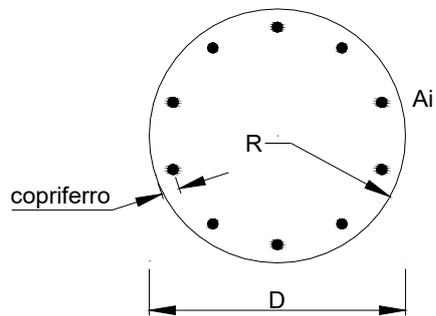
Rck = 30 (Mpa)
fck = 25 (Mpa)
 γ_c = 1,5
 α_{cc} = 0,85

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14,17$ (Mpa)

Acciaio

tipo di acciaio

f_{yk} = 450 (Mpa)
 γ_s = 1,15
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391,3$ (Mpa)
Es = 210000 (Mpa)
 ϵ_{ys} = 0,186%
 ϵ_{uk} = 10,000%



Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
24	φ 26	12742	83
0	φ 8	0	30
0	φ 8	0	30

Calcolo

Momento di Plasticizzazione

My = 1263,0 (kN m)

Inserisci

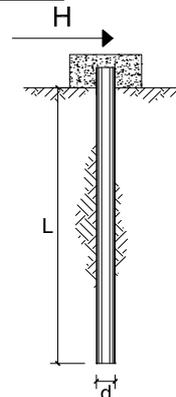
APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI						
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO						
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	190 di 239

CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI UN PALO IN TERRENI INCOERENTI
PALI CON ROTAZIONE IN TESTA IMPEDITA

OPERA:

TEORIA DI BASE:

(Broms, 1964)



coefficienti parziali			A		M	R	
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	γ_G	γ_T	
			γ_G	γ_Q			
S.U.	A1+M1+R1	○	1,30	1,50	1,00	1,00	
	A2+M1+R2	○	1,00	1,30	1,00	1,60	
	A1+M1+R3	○	1,30	1,50	1,00	1,30	
	SISMA	⊙	1,00	1,00	1,00	1,30	
DM88			○	1,00	1,00	1,00	
definiti dal progettista			○	1,30	1,50	1,25	1,00

n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00

Palo corto: $H = 1.5k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d}\right)^2$

Palo intermedio: $H = \frac{1}{2} k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d}\right)^2 + \frac{M_y}{L}$

Palo lungo: $H = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{\left(\frac{3.676 M_y}{k_p \gamma d^4}\right)^2}$

DATI DI INPUT:

Lunghezza del palo	L =	24,00	(m)		
Diametro del palo	d =	0,80	(m)		
Momento di plasticizzazione della sezione	$M_y =$	1262,98	(kN m)		
Angolo di attrito del terreno	$\phi'_{med} =$	25,00	(°)	$\phi'_{min} =$	25,00 (°)
Angolo di attrito di calcolo del terreno	$\phi'_{med,d} =$	25,00	(°)	$\phi'_{min,d} =$	25,00 (°)
Coeff. di spinta passiva ($k_p = (1+\sin\phi')/(1-\sin\phi')$)	$k_{p,med} =$	2,46	(-)	$k_{p,min} =$	2,46 (-)
Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$)	$\gamma =$	20,00	(kN/m ³)		
Carico Assiale Permanente (G):	G =	428,5	(kN)		
Carico Assiale variabile (Q):	Q =		(kN)		

Palo corto:
 $H1_{med} = 34061,13$ (kN) $H1_{min} = 34061,13$ (kN)

Palo intermedio:
 $H2_{med} = 11406,33$ (kN) $H2_{min} = 11406,33$ (kN)

Palo lungo:
 $H3_{med} = 947,17$ (kN) $H3_{min} = 947,17$ (kN)

$H_{med} = 947,17$ (kN) palo lungo $H_{min} = 947,17$ (kN) palo lungo

$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 557,16$ (kN)

$H_d = H_k/\gamma_T = 428,59$ (kN)

$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 428,50$ (kN)

$FS = H_d / F_d = 1,00$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: <u> </u> Mandante: <u> </u> SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 191 di 239

Verifica stabilità globale (GEO)

Le verifiche di stabilità globali non sono state eseguite in quanto sicuramente soddisfatte. Infatti, la potenziale superficie di scorrimento al di sotto dei pali di fondazione si andrebbe a trovare ad una profondità notevole, andando ad interessare terreni con tensione tangenziale limite particolarmente elevata.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	192 di 239

1.1.1.30 Verifiche strutturali dei pali (STR)

Nel seguito sono riportate le massime sollecitazioni in testa ai pali nelle combinazioni STR.

Sollecitazioni sui pali SLU

caso		N pali all.1	N pali all.2	N pali all.3	T pali	
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
statico	Nmin	838.91	636.45	433.99	190.64	
	Nmax	882.11	737.25	592.39		
sisma+	Nmin	1313.43	711.88	110.33	343.17	
	Nmax	1313.43	711.88	110.33		
sisma-	Nmin	786.77	561.02	335.26	320.15	
	Nmax	786.77	561.02	335.26		

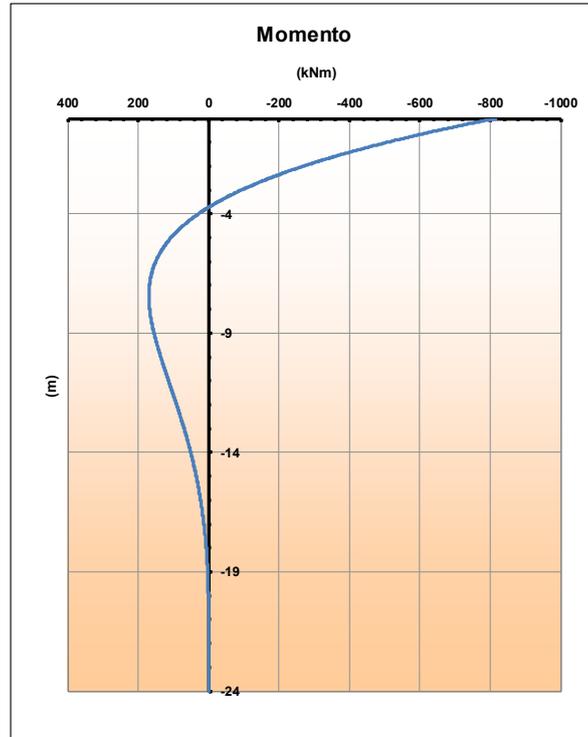
Il massimo sforzo di taglio è pari a: 343.17 kN.

Come indicato in precedenza, per tener conto dell'effetto di gruppo, si amplifica il valore di 1.25 e si ottiene $T_{max} = 343.17 \times 1.25 = 428.96 \text{ kN}$

Per il calcolo delle sollecitazioni lungo il fusto del palo si procederà secondo il metodo di Matlock e Reese, in cui il palo è supposto come un elemento elastico immerso in un letto di molle a cui verrà assegnata una rigidezza adeguata, in questo caso pari a 6250 kN/m³.

Di seguito si presentano i grafici della sollecitazione flettente considerato in sede di verifica.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI						
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO						
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	193 di 239



Il massimo momento flettente è pari a **1017.27** kNm.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	194 di 239

A seguire si presentano le verifiche strutturali della sezione del palo eseguite mediante il software di calcolo RC-Sec.

Ai fini della verifica a pressoflessione si prevede un'armatura longitudinale costituita da 24 barre di armatura $\Phi 24$ disposte uniformemente lungo il perimetro della sezione circolare.

Ai fini della verifica a taglio, invece, si prevede un'armatura trasversale $\Phi 12/20$ cm.

L'armatura trasversale e longitudinale si mantiene invariata lungo tutto lo sviluppo del palo.

DATI GENERALI SEZIONE CIRCOLARE DI PALO IN C.A.

NOME SEZIONE: NV30-Pali Muro Tipo H=6.5m_verifiche STR-SLE_rev1

(Percorso File: P:\Interprogetti\COMMESSE\Progetti\523 - P-e-TAV Na-Ba-Telese Vitulano\Ingegneria\Varie\NV30-Muri\Muro su pali H=6.5m\NV30-Pali Muro Tipo H=6.5m_verifiche STR-SLE_rev1.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Palo
Forma della sezione:	Circolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

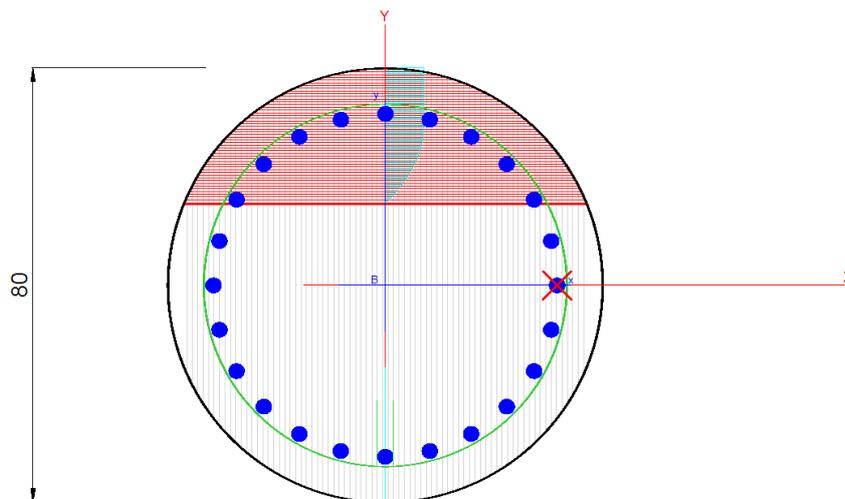
CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	141.6	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	70.8	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	25.6	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	150	daN/cm ²
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta 1 * \beta 2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta 1 * \beta 2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	3600	daN/cm ²	

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						195 di 239

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione: 80.0 cm
 Barre circonferenza: 24Ø26 (127.4 cm²)
 Coprif.(dal baric. barre): 8.5 cm



CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
MT	Momento torcente [daN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	101700	42900	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	17200	42400

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.6 cm
 Interferro massimo barre longitudinali: 0.0 cm [deve essere < 0.0]
 Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm

APPALTATORE:	TELESE s.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO						
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO						
Mandataria:	Mandante:							
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	196 di 239

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata									
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)									
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico									
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)									
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico									
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)									
	Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000									
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.									
As Tot.	Area complessiva armature long. pilastro [cm ²]. (tra parentesi l'area minima di normativa)									
N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tot.
1	S	0	101700	-22	125600	1.235	13.7	---	---	127.4 (15.1)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione					
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O sez.)					
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)					
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X, Y, O sez.)					
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)					
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)					
N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	40.0	0.00237	31.5	-0.00603	-31.5

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe/legature:	12	mm	
Passo staffe:	20.0	cm	[Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
N.Bracci staffe:	2		
Area staffe/m :	11.3	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 2.3 cm ² /m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata									
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.									
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.									
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]									
Vvd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]									
bw z	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro Braccio coppia interna									
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo									
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione									
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]									
N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vvd	bw z	Ctg	Acw	ASt		
1	S	42900	91300	57542	71.9 52.0	2.500	1.000	8.4		

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata	
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])	

APPALTATORE:	TELESE s.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO						
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO						
Mandataria:	Mandante:							
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	197 di 239

Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	83.3	-40.0	0.0	40.0	-1623	31.5	21.3	1922	58.4	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2) in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [daNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00098	0.00062		0.50	0.60	0.000510 (0.000487)	390	0.199 (990.00)	19793

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	198 di 239

9.8.5 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono quelle fornite dalle specifiche RFI (Requisiti concernenti la fessurazione per strutture in c.a., c.a.p. e miste acciaio-calcestruzzo) secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

In particolare, per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- Combinazione Caratteristica (Rara) $\delta_f \leq w_L = 0.2 \text{ mm}$

Le verifiche tensionali di cui ai par. 4.1.2.2.5.1 e 4.1.2.2.5.2 delle NTC 2008 sono state eseguite per la combinazione rara e la combinazione quasi permanente, controllando che le tensioni nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori ai seguenti valori limite:

Le verifiche di tensione si ritengono soddisfatte se sono verificate le seguenti condizioni:

Calcestruzzo

- Combinazione di carico caratteristica (RARA): 0.55 fck
- Combinazione di carico quasi permanente: 0.40 fck

Acciaio

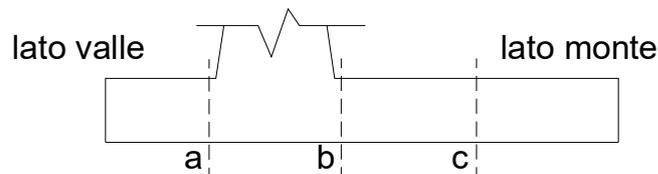
- Combinazione di carico caratteristica (RARA): 0.75 fyk

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080						
Muri di sostegno - Relazione di calcolo						
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	199 di 239

1.1.1.31 Verifiche a fessurazione

VERIFICA A FESSURAZIONE

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE



Mensola Lato Valle

$$M_a = \sum N_i (B_1 - d_i) / i_i - PP * (1 \pm kv) * B^2 / 2$$

\sum estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Mensola Lato Monte

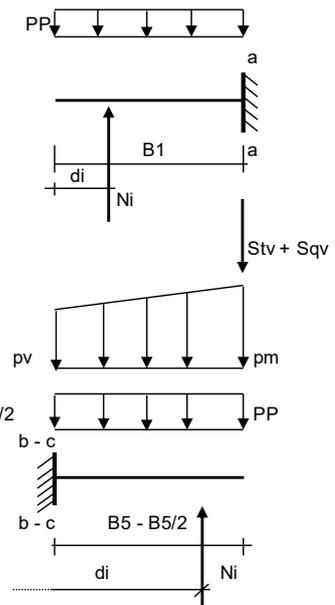
$$M_b = \sum N_i (B_5 - (B - d_i)) / i_i - [PP * B^2 / 2 + p_{vb} * B^2 / 2 + (p_m - p_{vb}) * B^2 / 3] * (1 \pm kv) - (Stv + Sqv) * B_5$$

$$M_c = \sum N_i (B_5 / 2 - (B - d_i)) / i_i - [PP * (B_5 / 2)^2 / 2 + p_{vc} * (B_5 / 2)^2 / 2 + (p_m - p_{vc}) * (B_5 / 2)^2 / 3] * (1 \pm kv) - (Stv + Sqv) * B_5 / 2$$

\sum estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Peso Proprio	PP	=	30.00	(kN/m ²)
	p _m	=	130.00	(kN/m ²)
	p _{vb}	=	130.00	(kN/m ²)
	p _{vc}	=	130.00	(kN/m ²)

caso	Ma	Mb	Mc
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
FR	115.09	-221.27	-34.16
Q.P.	115.09	-144.87	-34.16



APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 200 di 239

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

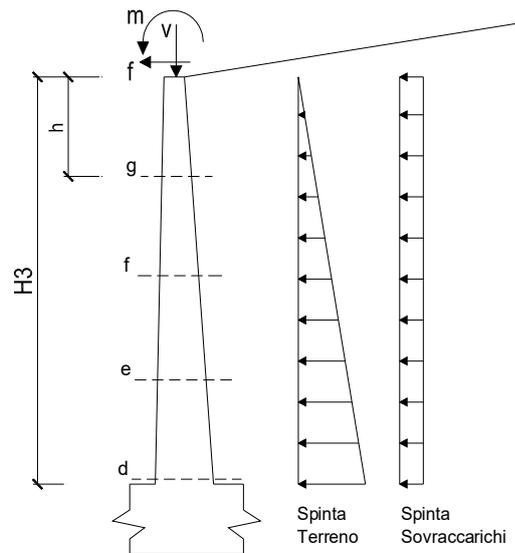
Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_t = \frac{1}{2} K_{a_{orizz.}} \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{orizz.}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m + f \cdot h$$

$$N_{ext} = v$$



sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	6.50	217.76	100.51	0.00	318.27	0.00	117.81	117.81
e-e	4.88	91.87	56.53	0.00	148.40	0.00	78.46	78.46
f-f	3.25	27.22	25.13	0.00	52.35	0.00	45.70	45.70
g-g	1.63	3.40	6.28	0.00	9.68	0.00	19.55	19.55

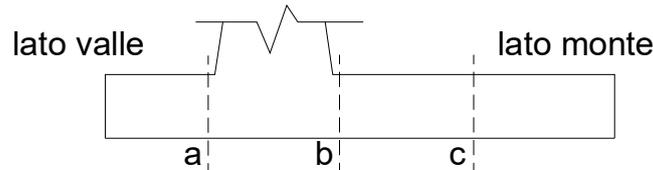
Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ ^c	σ ^f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	115.09	0.00	1.20	20.11	20.11	0.85	54.08	0.069	0.200
b - b	-221.27	0.00	1.20	20.11	20.11	1.63	103.97	0.133	0.200
c - c	-34.16	0.00	1.20	20.11	20.11	0.25	16.05	0.021	0.200
d - d	318.27	117.81	1.05	20.11	10.05	3.16	146.69	0.188	0.200
e - e	148.40	78.46	0.89	20.11	10.05	1.97	79.78	0.102	0.200
f - f	52.35	45.70	0.73	20.11	10.05	1.00	32.98	0.042	0.200
g - g	9.68	19.55	0.56	20.11	10.05	0.29	6.43	0.007	0.200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

APPALTATORE:	TELESE s.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandatario:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						201 di 239

1.1.1.32 Verifiche alle tensioni

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE



Mensola Lato Valle

$$M_a = \sum N_i \cdot (B_1 - d_i) / i_i - PP \cdot (1 \pm kv) \cdot B_1^2 / 2$$

Σ estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Mensola Lato Monte

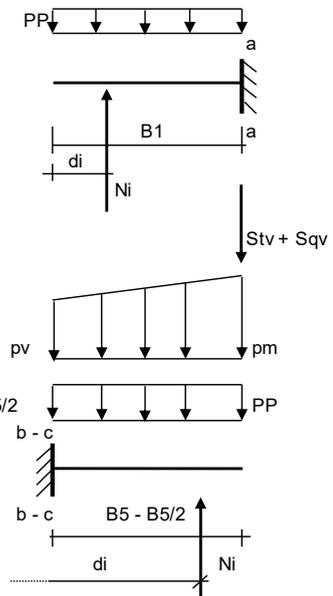
$$M_b = \sum N_i \cdot (B_5 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot B_5^2 / 2 + p_{vb} \cdot B_5^2 / 2 + (p_m - p_{vb}) \cdot B_5^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v) \cdot B_5$$

$$M_c = \sum N_i \cdot (B_5 / 2 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + p_{vc} \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + (p_m - p_{vc}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v) \cdot B_5 / 2$$

Σ estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Peso Proprio	PP	=	30.00	(kN/m ²)
	p _m	=	130.00	(kN/m ²)
	p _{vb}	=	130.00	(kN/m ²)
	p _{vc}	=	130.00	(kN/m ²)

caso	Ma	Mb	Mc
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
statico rara	115.09	-221.27	-34.16
sisma+	194.75	-808.47	-237.10
sisma-	112.09	-352.61	-85.98



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO					
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	202 di 239

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a \text{ orizz.}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a \text{ orizz.}}) \cdot h^2 \cdot h/2 \quad \text{o} \quad h/3$$

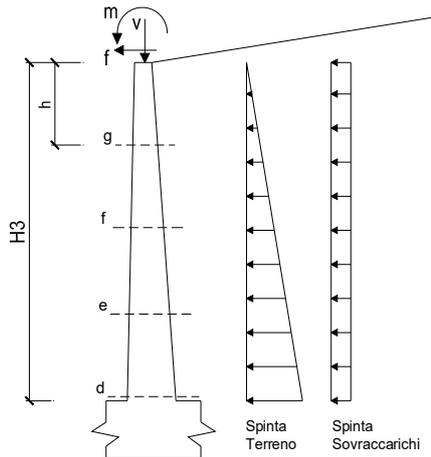
$$M_q = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{\text{ext}} = m + f \cdot h$$

$$M_{\text{inerzia}} = \sum P m_i \cdot b_i \cdot kh \quad (\text{solo con sisma})$$

$$N_{\text{ext}} = v$$

$$N_{\text{pp+inerzia}} = \sum P m_i \cdot (1 \pm kv)$$



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	6.50	217.76	100.51	0.00	318.27	0.00	117.81	117.81
e-e	4.88	91.87	56.53	0.00	148.40	0.00	78.46	78.46
f-f	3.25	27.22	25.13	0.00	52.35	0.00	45.70	45.70
g-g	1.63	3.40	6.28	0.00	9.68	0.00	19.55	19.55

condizione sismica +

sezione	h	Mt stat	Mt sism	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	6.50	217.76	230.07	0.00	0.00	77.20	525.03	0.00	131.78	131.78
e-e	4.88	91.87	97.06	0.00	0.00	39.61	228.54	0.00	87.76	87.76
f-f	3.25	27.22	28.76	0.00	0.00	15.91	71.89	0.00	51.12	51.12
g-g	1.63	3.40	3.59	0.00	0.00	3.55	10.55	0.00	21.87	21.87

condizione sismica -

sezione	h	Mt stat	Mt sism	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	6.50	217.76	163.44	0.00	0.00	77.20	458.40	0.00	103.85	103.85
e-e	4.88	91.87	68.95	0.00	0.00	39.61	200.43	0.00	69.16	69.16
f-f	3.25	27.22	20.43	0.00	0.00	15.91	63.56	0.00	40.29	40.29
g-g	1.63	3.40	2.55	0.00	0.00	3.55	9.51	0.00	17.23	17.23

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO						
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO						
Mandatario:	Mandante:							
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	203 di 239

Condizione Statica Rara

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ^c	σ^f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	115.09	0.00	1.20	20.11	20.11	0.85	54.08
b - b	-221.27	0.00	1.20	20.11	20.11	1.63	103.97
c - c	-34.16	0.00	1.20	20.11	20.11	0.25	16.05
d - d	318.27	117.81	1.05	20.11	10.05	3.16	146.69
e - e	148.40	78.46	0.89	20.11	10.05	1.97	79.78
f - f	52.35	45.70	0.73	20.11	10.05	1.00	32.98
g - g	9.68	19.55	0.56	20.11	10.05	0.29	6.43

La verifica tensionale nella combinazione di carico Quasi Permanente per il calcestruzzo risulta automaticamente soddisfatta, in quanto la tensione in combinazione di carico Rara risulta inferiore al limite inerente alla combinazione di carico Quasi Permanente ($0.40f_{ck}$). La verifica risulta, pertanto, certamente soddisfatta secondo entrambe le combinazioni.

La verifica tensionale nella combinazione di carico Rara per l'acciaio risulta soddisfatta in quanto la tensione è inferiore al limite di 337.5 MPa.

Per le verifiche agli stati limite di esercizio della sezione dei pali si faccia riferimento al tabulato di verifica (RC-Sec) presentato al paragrafo precedente.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	204 di 239

9.8.6 Incidenze armature

Visto lo sviluppo longitudinale del muro, il calcolo delle incidenze viene eseguito con riferimento ad un metro lineare, con incrementi che tengono conto delle eventuali sovrapposizioni e sfridi.

FONDAZIONE				
VOLUME CLS (mc/m)				7.0
	ϕ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
Trasv. Inf.	16	8.2	10	129.4
Trasv. Sup.	16	8.2	10	129.4
Long. Sup.	14	1.0	30	36.2
Long. Inf.	14	1.0	30	36.2
Parete	14	1.0	12	14.5
Attese L. valle	16	2.5	5	19.7
Spilli	12	1.50	80	106.5
Cavallotti	16	3.6	10.0	56.8
Attese L. monte	16	2.5	10	39.4
				0.0
INCREMENTO %				22%
PESO TOTALE ARMATURA				693
INCIDENZA (kg/mc)				100

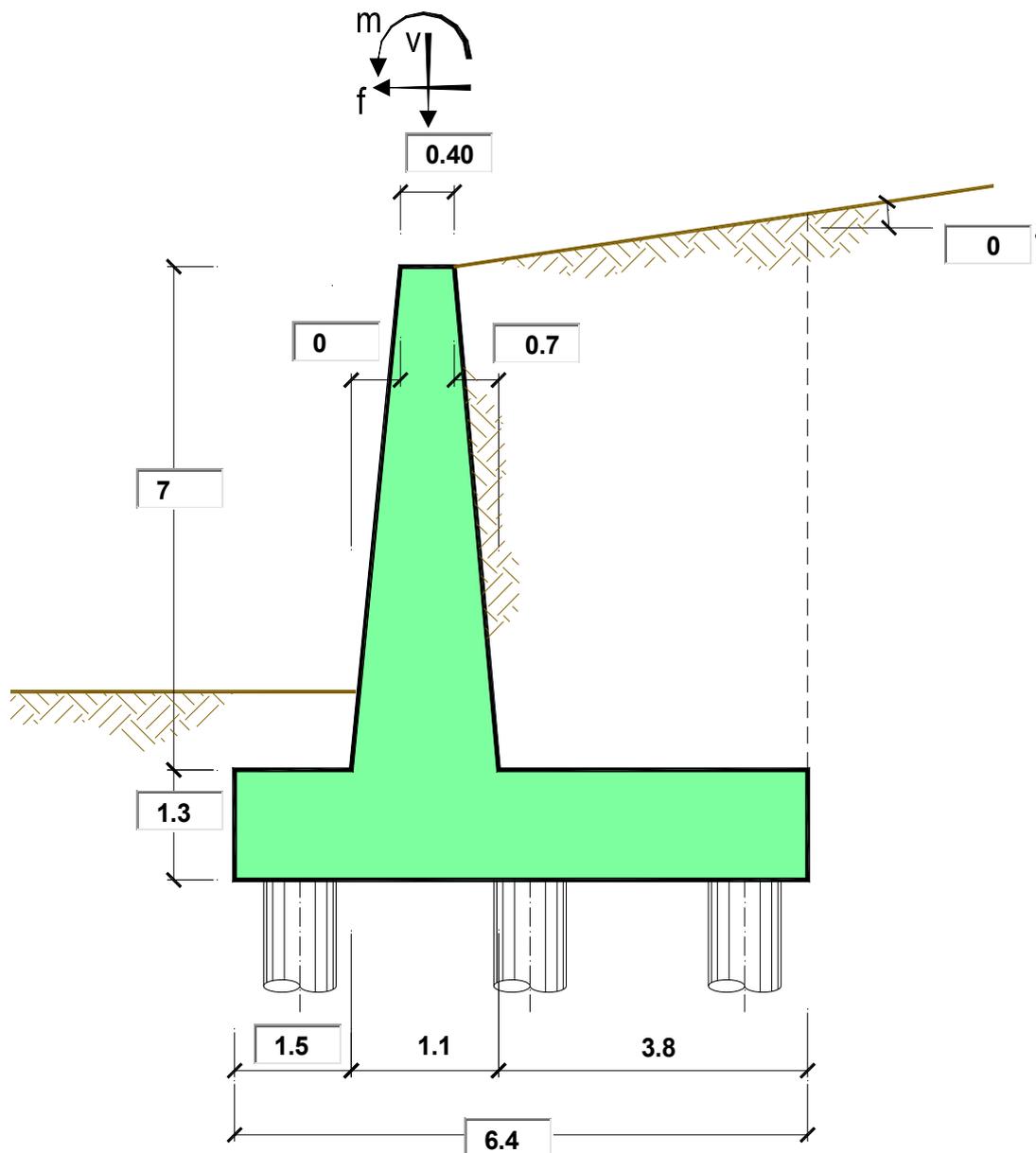
ELEVAZIONE				
VOLUME CLS (mc/m)				4.7
	ϕ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
Vert. L. monte	16	7.0	10	110.4
Vert. L. valle	16	7.0	5	55.2
Orizz. L. monte	14	1.0	38	45.9
Orizz. L. valle	14	1.0	38	45.9
Spilli	12	1.0	115	102.0
				0.0
				0.0
				0.0
				0.0
INCREMENTO %				31%
PESO TOTALE ARMATURA				471
INCIDENZA (kg/mc)				100

PALI				
VOLUME CLS (mc/m)				0,503
	ϕ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
Long.	26	1,0	24	100,0
Staffe	12	2,5	5	11,2
Irrigid.	20	2,5	0,3	2,1
				0,0
				0,0
				0,0
				0,0
				0,0
				0,0
INCREMENTO %				18%
PESO TOTALE ARMATURA				133
INCIDENZA (kg/mc)				265

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B 205 di 239
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo							

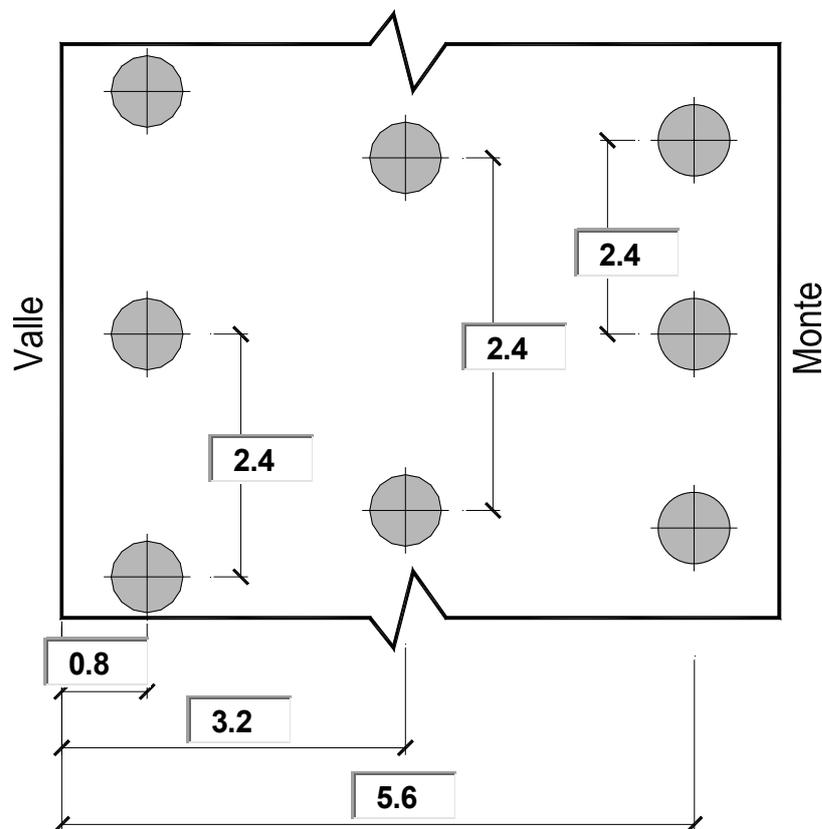
9.9 MURO SU PALI TIPO H=7.0 M

Di seguito la geometria di calcolo adottata.



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI						
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO						
Mandatario:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	206 di 239

Le fondazioni sono del tipo indiretto su pali trivellati di diametro pari a **0.80 m** e lunghezza pari a **27 m**, disposti così come nella figura a seguire.



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandatario:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	207 di 239

9.9.1 Analisi dei carichi

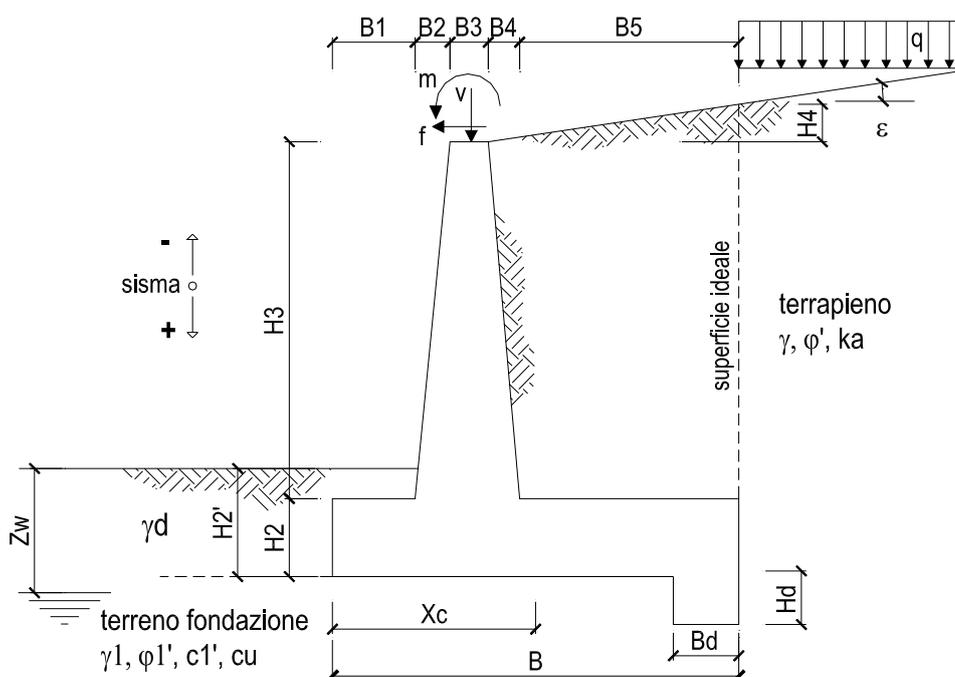
Si riporta nel seguito la valutazione dell'entità dei carichi fissi e variabili che intervengono ai fini delle analisi e verifiche delle opere di sostegno oggetto del presente documento.

Peso permanente strutturale

Per pesi permanenti strutturali si intendono le azioni associate ai pesi propri del muro e del terreno di riempimento.

Ai fini del calcolo del peso del muro si considera un peso per unità di volume $\gamma_m = 25 \text{ kN/m}^3$.
Il terreno di riempimento ha peso per unità di volume $\gamma_{\text{rint}} = 20 \text{ kN/m}^3$ e un angolo di attrito di progetto pari a $\varphi = 32^\circ$.

Con riferimento alla figura mostrata sotto:



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
						REV. B
						FOGLIO 208 di 239

Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	7.00	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0.00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0.40	(m)
Aggetto monte	B4 =	0.70	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	6.40	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	1.30	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	1.50	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	3.80	(m)

Peso Specifico del Calcestruzzo	γ_{cls} =	25.00	(kN/m ³)
---------------------------------	------------------	-------	----------------------

FORZE VERTICALI

- Peso del Muro (Pm)

			SLE
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	0.00
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	70.00
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	61.25
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	208.00
Pm =	$Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4$	(kN/m)	339.25

- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)

Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma')$	(kN/m)	532.00
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4 + B5) \cdot H4 \cdot \gamma')$	(kN/m)	0.00
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma')$	(kN/m)	49.00
Sovr =	$q_p \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	0.00
Pt =	$Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr$	(kN/m)	581.00

- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro

Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	90
Sovr acc. Sism	$q_s \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	0

Le spinte del terreno a monte sono state valutate coerentemente con la caratterizzazione mostrata al paragrafo 9.3.

Il coefficiente di spinta attiva è stato valutato utilizzando la teoria del cuneo di rottura di Coulomb, che tiene conto, oltre alle ipotesi base della teoria di Rankine, anche della presenza dell'attrito fra terra e muro δ e della superficie interna del paramento del muro comunque inclinata di un angolo ψ . Lo sviluppo analitico della teoria di Coulomb è stato

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	209 di 239

definito da Muller-Breslau, i quali valutano il coefficiente di spinta attiva in condizione statica come:

$$k_a = \frac{\sin^2(\psi + \varphi)}{\sin^2(\varphi) \cdot \sin(\varphi - \delta) \cdot \left[1 + \frac{\sin(\psi + \delta) \cdot \sin(\psi - \beta)}{\sin(\varphi - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)} \right]^2}$$

dove:

φ è l'angolo di resistenza a taglio del terreno;

δ è l'angolo di attrito terra-muro, assunto pari a $2/3 \varphi$;

ε è l'inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terreno;

β è l'inclinazione rispetto alla verticale della parete interna del muro.

Azione del sovraccarico a tergo del muro

Si assume caelativamente un'azione da traffico stradale convenzionale pari a 20 kPa uniformemente ed indefinitamente distribuito sul pendio a monte dell'opera.

Azione sismica

L'analisi sismica dei muri è stata eseguita con il metodo pseudo-statico. I coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v sono valutati con le relazioni:

$$k_h = \beta_m \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove:

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandante:			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080	Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	210 di 239

β_m è un coefficiente dipendente dal valore dell'accelerazione orizzontale a_g e dalla tipologia di sottosuolo. Nel caso in esame, essendo il sottosuolo di categoria C e $a_g(g)$ compresa tra 0.2 e 0.4, si assume $\beta_m=0.31$;

k_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

k_v è il coefficiente sismico in direzione verticale;

L'accelerazione massima viene valutata come:

$$\frac{a_{max}}{g} = S_R \cdot S_T \cdot \frac{a_g}{g}$$

dove:

$S_s = 1.37$ tiene conto dell'amplificazione stratigrafica;

$S_t = 1.00$ tiene conto dell'amplificazione topografica;

$\frac{a_g}{g} = 0.22$ è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito per lo SLV.

La valutazione della spinta in condizioni dinamiche viene effettuata con il metodo di Mononobe e Okabe:

per $\beta \leq \varphi - \theta$

$$k_{a,s} = \frac{\sin^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos(\theta) \cdot \sin^2(\psi - \theta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

per $\beta > \varphi - \theta$

$$k_{a,s} = \frac{\sin^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos(\theta) \cdot \sin^2(\beta) \cdot \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

dove:

θ è l'angolo tale che $\tan \theta = \frac{k_h}{1+k_v}$;

La tabella seguente riporta i suddetti parametri, distinguendo le combinazioni di verifica in base all'approccio perseguito:

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 211 di 239

Dati Sismici	Accelerazione sismica	a _g /g	0.36	(-)
	Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	S _s	1.062	(-)
	Coefficiente Amplificazione Topografico	S _T	1	(-)
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β _s	0.62	(-)
	Coefficiente sismico orizzontale	k _h	0.2370384	(-)
	Coefficiente sismico verticale	k _v	0.1185	(-)
	Muro libero di traslare o ruotare	<input type="radio"/> si <input checked="" type="radio"/> no		

Coefficienti di Spinta	Coeff. di Spinta Attiva Statico	k _a	0.238		0.238	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma +	k _{as+}	0.362		0.362	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma -	k _{as-}	0.405		0.405	

Sono state altresì considerate le forze di inerzia dovute al peso del muro e del terreno gravante sulla zattera di monte, valutate come:

$$F_i = k_h \cdot W_i$$

Per quanto riguarda l'incremento sismico di spinta dovuto ai terrapieni, esso è stato applicato alla stessa altezza dell'aliquota statica, così come prescritto dalla norma per muri liberi di traslare e ruotare intorno al piede.

9.9.2 Combinazioni di carico SLU

Tutte le condizioni di carico elementari di carico possono essere raggruppate nei seguenti gruppi di condizioni:

G1: azioni dovute al peso proprio e ai carichi permanenti strutturali;

G2: azioni dovute ai carichi permanenti non strutturali;

P: azioni dovute ai carichi di precompressione;

Q_{ik}: azioni dovute ai sovraccarichi accidentali;

E: azioni dovute ai carichi sismici orizzontali e verticali.

Secondo quanto previsto dalle NTC 2008, si considerano tutte le combinazioni non sismiche del tipo:

$$F_d = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_p \cdot P_k + \gamma_q \left[Q_{1k} + \sum (\Psi_{0i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	212 di 239

essendo:

Carichi	Coef.	Condizione		
	$\gamma_F (\gamma_E)$	EQU	STR (A1)	GEO (A2)
Permanenti	$\gamma_{G,1}$	0.9÷1.1	1.0÷1.3	1.0÷1.0
Perm.non strutturali	$\gamma_{G,2}$	0.0÷1.5	0,0÷1.5	0.0÷1.3
Variabili	$\gamma_{Q,i}$	0.0÷1.5	0.0÷1.5	0.0÷1.3

Tabella 6-Coefficienti parziali per le azioni favorevoli-sfavorevoli

$\gamma_p = 1.00$ (precompressione)

$\Psi_{0i} = 0 \div 1.00$ (coefficiente di combinazione allo SLU per tutte le condizioni di carico elementari variabili per tipologia e categoria Q_{ik})

Le combinazioni sismiche considerate sono:

$$F_d = G_1 + G_2 + P_k + E + \left[\sum (\Psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

essendo:

$\Psi_{2i} = 0$ nel caso di sovraccarichi stradali.

9.9.3 Combinazione di carico SLE

Secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, si considerano le combinazioni:

$$F_d = G_1 + G_2 + P_k + \left[\sum (\Psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

Essendo, nel caso di carichi stradali, Ψ_{2i} pari a 0 per la combinazione quasi permanente, pari a 0.75 per la combinazione frequente e pari a 1 per la combinazione rara.

APPALTATORE:	TELESE s.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	213 di 239

9.9.4 Verifiche agli stati limite ultimi

Le sollecitazioni di calcolo per le verifiche SLU e SLV sono state ottenute calcolando le risultanti di tutte le azioni normali, taglianti e flettenti rispetto al piano di fondazione. Si riportano di seguito i valori caratteristici.

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

- Muro (Mm)

Mm1 =	$Pm1 \cdot (B1 + 2/3 B2)$	(kN/m)	0.00
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1 + B2 + 0,5 \cdot B3)$	(kN/m)	119.00
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/3 B4)$	(kN/m)	130.67
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kN/m)	665.60
Mm =	$Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4$	(kN/m)	915.27

- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro

Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4 + 0,5 \cdot B5)$	(kN/m)	2394.00
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot (B4 + B5))$	(kN/m)	0.00
Mt3 =	$Pt3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4)$	(kN/m)	115.97
Msovr =	$Sovr \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kN/m)	0.00
Mt =	$Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr$	(kN/m)	2509.97

- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro

Sovr acc. Stat	$\cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	373.50
Sovr acc. Sism	$\cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	0.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
						REV. B
						FOGLIO 214 di 239

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia del muro (Ps)

Ps h =	Pm*kh	(kN/m)	80.42
Ps v =	Pm*kv	(kN/m)	40.21

- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)

Ptsh =	Pt*kh	(kN/m)	137.72
Ptsv =	Pt*kv	(kN/m)	68.86

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)

MPs1 h=	kh*Pm1*(H2+H3/3)	(kN/m)	0.00
MPs2 h=	kh*Pm2*(H2 + H3/2)	(kN/m)	79.64
MPs3 h=	kh*Pm3*(H2+H3/3)	(kN/m)	52.75
MPs4 h=	kh*Pm4*(H2/2)	(kN/m)	32.05
MPs h=	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4	(kN/m)	164.44

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)

MPs1 v=	kv*Pm1*(B1+2/3*B2)	(kN/m)	0.00
MPs2 v=	kv*Pm2*(B1+B2+B3/2)	(kN/m)	14.10
MPs3 v=	kv*Pm3*(B1+B2+B3+B4/3)	(kN/m)	15.49
MPs4 v=	kv*Pm4*(B/2)	(kN/m)	78.89
MPs v=	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4	(kN/m)	108.48

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)

MPts1 h=	kh*Pt1*(H2 + H3/2)	(kNm/m)	605.30
MPts2 h=	kh*Pt2*(H2 + H3 + H4/3)	(kNm/m)	0.00
MPts3 h=	kh*Pt3*(H2+H3*2/3)	(kNm/m)	69.30
MPts h=	MPts1 + MPts2 + MPts3	(kNm/m)	674.60

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)

MPts1 v=	kv*Pt1*((H2 + H3/2) - (B - B5/2)*0.5)	(kNm/m)	283.73
MPts2 v=	kv*Pt2*((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3)*0.5)	(kNm/m)	0.00
MPts3 v=	kv*Pt3*((H2+H3*2/3)-(B1+B2+B3+2/3*B4)*0.5)	(kNm/m)	17.13
MPts v=	MPts1 + MPts2 + MPts3	(kNm/m)	300.87

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandatario:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						215 di 239

Spinte e momenti SLU A1

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

			SLE	STR/GEO
- Spinta totale condizione statica				
St	=	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4)^2 \cdot ka$	(kN/m) 163.88	213.04
Sq perm	=	$q \cdot (H2+H3+H4) \cdot ka$	(kN/m) 0.00	0.00
Sq acc	=	$q \cdot (H2+H3+H4) \cdot ka$	(kN/m) 39.49	59.23
- Componente orizzontale condizione statica				
Sth	=	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m) 163.88	213.04
Sqh perm	=	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
Sqh acc	=	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 39.49	59.23
- Componente verticale condizione statica				
Stv	=	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
Sqv perm	=	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
Sqv acc	=	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

			SLE	STR/GEO
MSt1	=	$Sth \cdot ((H2+H3+H4)/3)$	(kN/m) 453.39	589.41
MSt2	=	$Stv \cdot B$	(kN/m) 0.00	0.00
MSq1 perm	=	$Sqh \text{ perm} \cdot ((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m) 0.00	0.00
MSq2 perm	=	$Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kN/m) 0.00	0.00
MSq1 acc	=	$Sqh \text{ acc} \cdot ((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m) 163.88	245.82
MSq2 acc	=	$Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kN/m) 0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext perm	=	$mp + fp \cdot (H3 + H2) + vp \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m) 0.00	0.00
Mfext acc	=	$m + f \cdot (H3 + H2) + v \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m) 0.00	0.00

AZIONI COMPLESSIVE SULLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)				
N perm	=	$Pm + Pt + vp + Stv + Sqv \text{ perm} + Sqv \text{ acc}$	(kN/m) 920.25	920.25
N acc min	=	$v + Sqv \text{ acc}$	(kN/m) 0.00	0.00
N acc max	=	$v + Sqv \text{ acc} + q \text{ acc}$	(kN/m) 90.00	135.00
Risultante forze orizzontali (T)				
T perm	=	$Sth + Sqh \text{ perm} + fp$	(kN/m) 163.88	213.04
T acc	=	$Sqh \text{ acc} + f$	(kN/m) 39.49	59.23
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM perm	=	$\sum M$	(kNm/m) 2971.84	2835.82
MM acc (Nmin)	=	$\sum M$	(kNm/m) -163.88	-245.82
MM acc (Nmax)	=	$\sum M$	(kNm/m) 209.62	314.43

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						216 di 239

Spinte e momenti SLV A1+

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Spinta condizione sismica +			
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4) \cdot ka$	(kN/m)	163.88	163.88
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4) \cdot kas^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	115.43	115.43
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4) \cdot kas^+$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4) \cdot kas^+$	(kN/m)	0.00	0.00
- Componente orizzontale condizione sismica +			
Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	163.88	163.88
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	115.43	115.43
Ssq1h perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1h acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
- Componente verticale condizione sismica +			
Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Condizione sismica +			
MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} \cdot ((H2+H3+H4)/3)$	(kN/m)	453.39	453.39
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m)	479.02	479.02
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kN/m)	0.00	0.00
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kN/m)	0.00	0.00
MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m)	0.00	0.00
MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$	(kN/m)	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $mp+ms$	(kNm/m)		0.00
Mfext2 = $(fp+fs) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m)		0.00
Mfext3 = $(vp+vs) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)		0.00

AZIONI COMPLESSIVE SULLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)			
Nmin = $Pm+Pt+vp+vs+Sst1v+Ssq1v+Ps v+Pts'$	(kN/m)	1029.32	1029.32
Nmax = $Pm+Pt+vp+vs+Sst1v+Ssq1v+Ps v+Ptsv+q \text{ acc}$	(kN/m)	1029.32	1029.32
Risultante forze orizzontali (T)			
T = $Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Ptsh$	(kN/m)	497.44	497.44
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)			
MM (Nmin) = ΣM	(kNm/m)	2063.12	2063.12
MM (Nmax) = ΣM	(kNm/m)	2063.12	2063.12

APPALTATORE:	TELESE s.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						217 di 239

Spinte e momenti SLV A1-

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Spinta condizione sismica -			
Sst1 stat =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4) \cdot ka$	(kN/m) 163.88	163.88
Sst1 sism =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4) \cdot kas^- - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m) 82.00	82.00
Ssq1 perm =	$qp \cdot (H2+H3+H4) \cdot kas^-$	(kN/m) 0.00	0.00
Ssq1 acc =	$qs \cdot (H2+H3+H4) \cdot kas^-$	(kN/m) 0.00	0.00
- Componente orizzontale condizione sismica -			
Sst1h stat =	$Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 163.88	163.88
Sst1h sism =	$Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 82.00	82.00
Ssq1h perm =	$Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
Ssq1h acc =	$Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
- Componente verticale condizione sismica -			
Sst1v stat =	$Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
Sst1v sism =	$Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
Ssq1v perm =	$Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
Ssq1v acc =	$Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Condizione sismica -			
MSst1 stat =	$Sst1h \text{ stat} \cdot ((H2+H3+H4)/3)$	(kN/m) 453.39	453.39
MSst1 sism =	$Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m) 340.29	340.29
MSst2 stat =	$Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kN/m) 0.00	0.00
MSst2 sism =	$Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kN/m) 0.00	0.00
MSsq1 =	$Ssq1h \cdot ((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m) 0.00	0.00
MSsq2 =	$Ssq1v \cdot B$	(kN/m) 0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp+ms$	(kNm/m)	0.00
Mfext2 =	$(fp+fs) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m)	0.00
Mfext3 =	$(vp+vs) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	0.00

AZIONI COMPLESSIVE SULLA FONDAZIONE

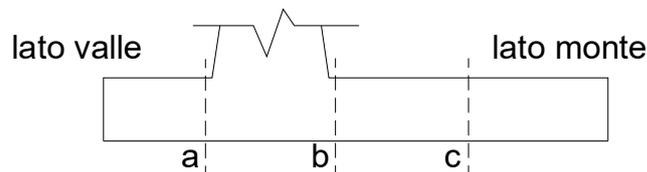
Risultante forze verticali (N)			
Nmin =	$Pm+ Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Pts'$	(kN/m)	811.18
Nmax =	$Pm+Pt+vp+vs+Sst1v+Ssq1v+Ps v+Pts+q \text{ acc}$	(kN/m)	811.18
Risultante forze orizzontali (T)			
T =	$Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Pts h$	(kN/m)	464.01
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)			
MM (Nmin) =	ΣM	(kNm/m)	2201.85
MM (Nmax) =	ΣM	(kNm/m)	2201.85

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	218 di 239

1.1.1.33 Verifiche STR

Le verifiche vengono condotte, tanto in condizione statica che in condizione dinamica, nella combinazione A1+M1+R1.

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE



Mensola Lato Valle

$$M_a = \sum N_i \cdot (B_1 - d_i) / i_i - PP \cdot (1 \pm kv) \cdot B_1^2 / 2$$

$$T_a = \sum N_i / i_i - PP \cdot (1 \pm kv)$$

Σ estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Mensola Lato Monte

$$M_b = \sum N_i \cdot (B_5 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot B_5^2 / 2 + p_{vb} \cdot B_5^2 / 2 + (p_m - p_{vb}) \cdot B_5^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (Stv + Sqv) \cdot B_5$$

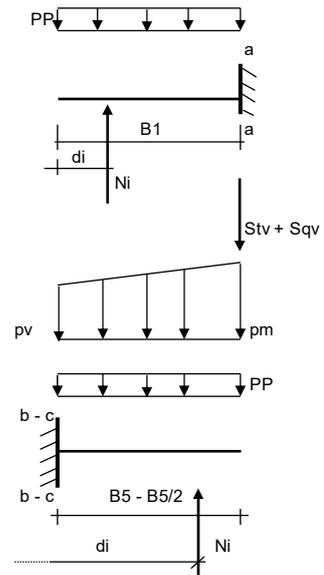
$$M_c = \sum N_i \cdot (B_5 / 2 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + p_{vc} \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + (p_m - p_{vc}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (Stv + Sqv) \cdot B_5 / 2$$

$$V_b = \sum N_i / i_i - [PP \cdot B_5 + p_{vb} \cdot B_5 + (p_m - p_{vb}) \cdot B_5] \cdot (1 \pm kv) - (Stv + Sqv)$$

$$V_c = \sum N_i / i_i - [PP \cdot (B_5 / 2) + p_{vc} \cdot (B_5 / 2) + (p_m - p_{vc}) \cdot (B_5 / 2)] \cdot (1 \pm kv) - (Stv + Sqv)$$

Σ estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Peso Proprio	PP	=	32.50	(kN/m ²)
	p _m	=	140.00	(kN/m ²)
	p _{vb}	=	140.00	(kN/m ²)
	p _{vc}	=	140.00	(kN/m ²)



caso	M _a	V _a	M _b	V _b	M _c	V _c
	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]
statico	242.70	331.92	-362.90	-115.92	-55.25	-94.92
sisma+	378.75	544.97	-927.06	-303.37	-279.88	-279.88
sisma-	214.50	309.49	-370.63	-119.09	-100.58	-100.58

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO					
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	219 di 239

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t\ stat} = \frac{1}{2} K_{a\ orizz} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_{t\ sism} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a\ orizz} \cdot (1 \pm kv) - K_{a\ orizz}) \cdot h^2 \cdot h/2 \quad o \cdot h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a\ orizz} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m + f \cdot h$$

$$M_{inerzia} = \Sigma P_m \cdot b_i \cdot kh \quad (\text{solo con sisma})$$

$$N_{ext} = v$$

$$N_{pp+inerzia} = \Sigma P_m \cdot (1 \pm kv)$$

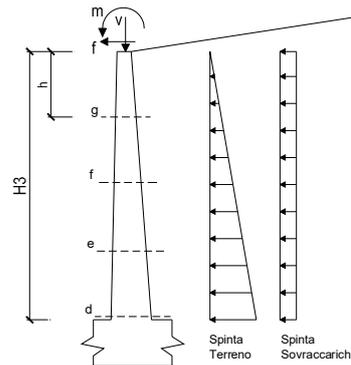
$$V_{t\ stat} = \frac{1}{2} K_{a\ orizz} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

$$V_{t\ sism} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a\ orizz} \cdot (1 \pm kv) - K_{a\ orizz}) \cdot h^2$$

$$V_q = K_{a\ orizz} \cdot q \cdot h$$

$$V_{ext} = f$$

$$V_{inerzia} = \Sigma P_m \cdot kh$$



condizione statica

sezione	h [m]	Mt [kNm/m]	Mq [kNm/m]	M _{ext} [kNm/m]	M _{tot} [kNm/m]	N _{ext} [kN/m]	N _{pp} [kN/m]	N _{tot} [kN/m]
d-d	7.00	353.57	174.84	0.00	528.42	0.00	131.25	131.25
e-e	5.25	149.16	98.35	0.00	247.51	0.00	86.95	86.95
f-f	3.50	44.20	43.71	0.00	87.91	0.00	50.31	50.31
g-g	1.75	5.52	10.93	0.00	16.45	0.00	21.33	21.33

sezione	h [m]	Vt [kN/m]	Vq [kN/m]	V _{ext} [kN/m]	V _{tot} [kN/m]
d-d	7.00	151.53	49.96	0.00	201.49
e-e	5.25	85.24	37.47	0.00	122.70
f-f	3.50	37.88	24.98	0.00	62.86
g-g	1.75	9.47	12.49	0.00	21.96

condizione sismica +

sezione	h [m]	Mt _{stat} [kNm/m]	Mt _{sism} [kNm/m]	Mq [kNm/m]	M _{ext} [kNm/m]	M _{inerzia} [kNm/m]	M _{tot} [kNm/m]	N _{ext} [kN/m]	N _{pp+inerzia} [kN/m]	N _{tot} [kN/m]
d-d	7.00	271.98	287.35	0.00	0.00	91.95	651.28	0.00	146.81	146.81
e-e	5.25	114.74	121.23	0.00	0.00	46.96	282.93	0.00	97.26	97.26
f-f	3.50	34.00	35.92	0.00	0.00	18.75	88.67	0.00	56.28	56.28
g-g	1.75	4.25	4.49	0.00	0.00	4.16	12.90	0.00	23.86	23.86

sezione	h [m]	Vt _{stat} [kN/m]	Vt _{sism} [kN/m]	Vq [kN/m]	V _{ext} [kN/m]	V _{inerzia} [kN/m]	V _{tot} [kN/m]
d-d	7.00	116.56	82.10	0.00	0.00	31.11	229.77
e-e	5.25	65.57	46.18	0.00	0.00	20.61	132.36
f-f	3.50	29.14	20.52	0.00	0.00	11.93	61.59
g-g	1.75	7.29	5.13	0.00	0.00	5.06	17.47

condizione sismica -

sezione	h [m]	Mt _{stat} [kNm/m]	Mt _{sism} [kNm/m]	Mq [kNm/m]	M _{ext} [kNm/m]	M _{inerzia} [kNm/m]	M _{tot} [kNm/m]	N _{ext} [kN/m]	N _{pp+inerzia} [kN/m]	N _{tot} [kN/m]
d-d	7.00	271.98	204.13	0.00	0.00	91.95	568.06	0.00	115.69	115.69
e-e	5.25	114.74	86.12	0.00	0.00	46.96	247.82	0.00	76.65	76.65
f-f	3.50	34.00	25.52	0.00	0.00	18.75	78.27	0.00	44.35	44.35
g-g	1.75	4.25	3.19	0.00	0.00	4.16	11.60	0.00	18.80	18.80

sezione	h [m]	Vt _{stat} [kN/m]	Vt _{sism} [kN/m]	Vq [kN/m]	V _{ext} [kN/m]	V _{inerzia} [kN/m]	V _{tot} [kN/m]
d-d	7.00	116.56	58.32	0.00	0.00	31.11	206.00
e-e	5.25	65.57	32.81	0.00	0.00	20.61	118.98
f-f	3.50	29.14	14.58	0.00	0.00	11.93	55.65
g-g	1.75	7.29	3.65	0.00	0.00	5.06	15.99

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		FOGLIO	220 di 239			
Muri di sostegno - Relazione di calcolo						

In definitiva risulta:

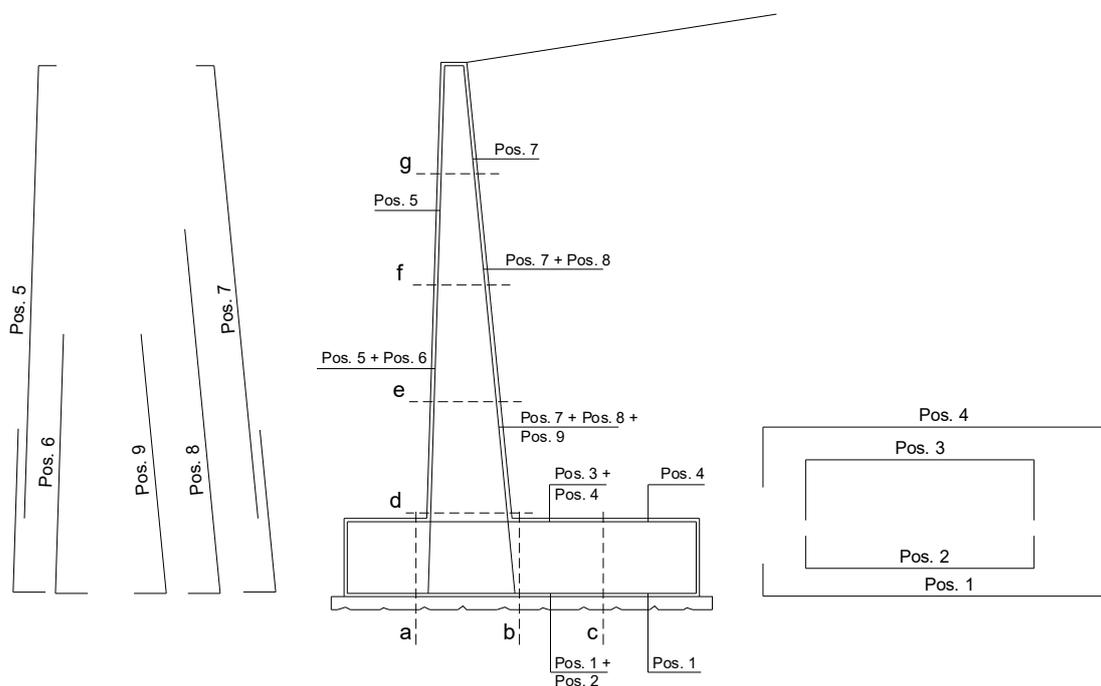
- Armatura longitudinale
- Posizione 1: 1 registro 10 Ø16
- Posizione 4: 1 registro 10 Ø20
- Posizione 5: 1 registro 5 Ø16
- Posizione 7: 1 registro 10 Ø20

- Armatura trasversale

Si prevedono Spilli Ø12/20x40 sulla zattera di fondazione.

Tutte le verifiche sono riferite ad un metro lineare di muro nella direzione longitudinale.

SCHEMA DELLE ARMATURE



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Mandante:		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080	Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	221 di 239

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu	Mu/M
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)	(-)
a - a	378.75	0.00	1.30	20.11	31.42	944.73	2.49
b - b	-927.06	0.00	1.30	31.42	20.11	1457.53	1.57
c - c	-279.88	0.00	1.30	31.42	20.11	1457.53	5.21
d - d	651.28	146.81	1.10	31.42	10.05	1280.97	1.97
e - e	282.93	97.26	0.93	31.42	10.05	1033.98	3.65
f - f	88.67	56.28	0.75	31.42	10.05	798.14	9.00
g - g	16.45	21.33	0.58	31.42	10.05	570.69	34.69

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

Sez.	V _{Ed}	h	V _{rd}	Ø staffe	i orizz.	i vert.	θ	V _{Rsd}	
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)	
a - a	544.97	1.30	391.45	12	20	40	21.8	1528.47	Sezione verificata
b - b	303.37	1.30	407.98	12	20	40	21.8	1528.47	Armatura a taglio non necessaria
c - c	279.88	1.30	407.98	12	20	40	21.8	1528.47	Armatura a taglio non necessaria
d - d	229.77	1.10	392.65	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
e - e	132.36	0.93	351.83	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
f - f	62.86	0.75	309.51	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
g - g	21.96	0.58	264.21	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria

1.1.1.34 Verifica a carico limite del singolo palo per azioni verticali (GEO)

A seguire sono riportate le sollecitazioni massime in testa ai pali nella combinazione A1+M1+R3 dell'Approccio 2.

Sollecitazioni sui pali SLU

caso		N pali all.1	N pali all.2	N pali all.3	T pali	
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
statico	Nmin	913.60	736.20	558.80	217.82	
	Nmax	957.47	844.20	730.93		
sisma+	Nmin	1438.80	823.45	208.11	397.95	
	Nmax	1438.80	823.45	208.11		
sisma-	Nmin	845.92	648.95	451.98	371.21	
	Nmax	845.92	648.95	451.98		

Il massimo sforzo di compressione è pari a: **1438.80 kN**.

La curva di carico limite riportata nel seguito mostra che per un palo di lunghezza pari **27 m**, la resistenza Qd è pari a **1848.53 kN**, con un coefficiente di sicurezza FS=1.28.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	223 di 239

Verifica a carico limite del singolo palo per azioni orizzontali (GEO)

Le verifiche vengono condotte, tanto in condizione statica che in condizioni sismiche, nella combinazione A1+M1+R3.

A seguire sono riportate le sollecitazioni massime in testa ai pali.

Sollecitazioni sui pali SLU

caso		N pali all.1	N pali all.2	N pali all.3	T pali	
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
statico	Nmin	913.60	736.20	558.80	217.82	
	Nmax	957.47	844.20	730.93		
sisma+	Nmin	1438.80	823.45	208.11	397.95	
	Nmax	1438.80	823.45	208.11		
sisma-	Nmin	845.92	648.95	451.98	371.21	
	Nmax	845.92	648.95	451.98		

Il massimo sforzo di taglio è pari a: 397.95 kN.

Per tener conto dell'effetto di gruppo, nella verifica a carico limite orizzontale si considera un incremento delle azioni sui pali delle file anteriori (effetto ombra) pari a $1/0.8=1.25$ e si ottiene $T_{max} = 397.95 \times 1.25 = 497.44$ kN

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
			REV.	FOGLIO		
			B	224 di 239		

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

Diametro = 800 (mm)

Raggio = 400 (mm)

Sforzo Normale = 0 (kN)

Caratteristiche dei Materiali

calcestruzzo

Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

γ_c = 1,5

α_{cc} = 0,85

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14,17$ (Mpa)

Acciaio

tipo di acciaio

f_{yk} = 450 (Mpa)

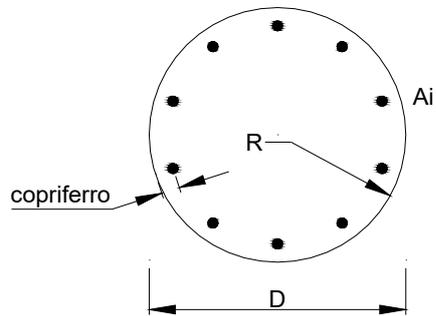
γ_s = 1,15

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391,3$ (Mpa)

E_s = 210000 (Mpa)

ϵ_{ys} = 0,186%

ϵ_{uk} = 10,000%



Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
26	φ 26	13804	84
0	φ 8	0	30
0	φ 8	0	30

Calcolo

Momento di Plasticizzazione

$M_y = 1349,2$ (kN m)

Inserisci

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	225 di 239

Lunghezza del palo	L =	27,00	(m)		
Diametro del palo	d =	0,80	(m)		
Momento di plasticizzazione della sezione	My =	1349,17	(kN m)		
Angolo di attrito del terreno	φ'_{med} =	25,00	(°)	φ'_{min} =	25,00 (°)
Angolo di attrito di calcolo del terreno	$\varphi'_{med,d}$ =	25,00	(°)	$\varphi'_{min,d}$ =	25,00 (°)
Coeff. di spinta passiva ($k_p = (1+\sin\varphi')/(1-\sin\varphi')$)	$k_{p_{med}}$ =	2,46	(-)	$k_{p_{min}}$ =	2,46 (-)
Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$)	γ =	20,00	(kN/m ³)		
Carico Assiale Permanente (G):	G =	397,95	(kN)		
Carico Assiale variabile (Q):	Q =		(kN)		

Palo corto:

$$H1_{med} = 43108,62 \text{ (kN)} \quad H1_{min} = 43108,62 \text{ (kN)}$$

Palo intermedio:

$$H2_{med} = 14419,51 \text{ (kN)} \quad H2_{min} = 14419,51 \text{ (kN)}$$

Palo lungo:

$$H3_{med} = 989,79 \text{ (kN)} \quad H3_{min} = 989,79 \text{ (kN)}$$

$$H_{med} = 989,79 \text{ (kN)} \quad \text{palo lungo} \quad H_{min} = 989,79 \text{ (kN)} \quad \text{palo lungo}$$

$$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3; R_{min}/\xi_4) = 582,23 \text{ (kN)}$$

$$H_d = H_k/\gamma_T = 447,87 \text{ (kN)}$$

$$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 397,95 \text{ (kN)}$$

$$FS = H_d / F_d = 1,13$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 226 di 239

1.1.1.35 Verifica stabilità globale (GEO)

Le verifiche di stabilità globali non sono state eseguite in quanto sicuramente soddisfatte. Infatti, la potenziale superficie di scorrimento al di sotto dei pali di fondazione si andrebbe a trovare ad una profondità notevole, andando ad interessare terreni con tensione tangenziale limite particolarmente elevata.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	227 di 239

1.1.1.36 Verifiche strutturali dei pali (STR)

Nel seguito sono riportate le massime sollecitazioni in testa ai pali nelle combinazioni STR.

Sollecitazioni sui pali SLU

caso		N pali all.1	N pali all.2	N pali all.3	T pali	
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
statico	Nmin	913.60	736.20	558.80	217.82	
	Nmax	957.47	844.20	730.93		
sisma+	Nmin	1438.80	823.45	208.11	397.95	
	Nmax	1438.80	823.45	208.11		
sisma-	Nmin	845.92	648.95	451.98	371.21	
	Nmax	845.92	648.95	451.98		

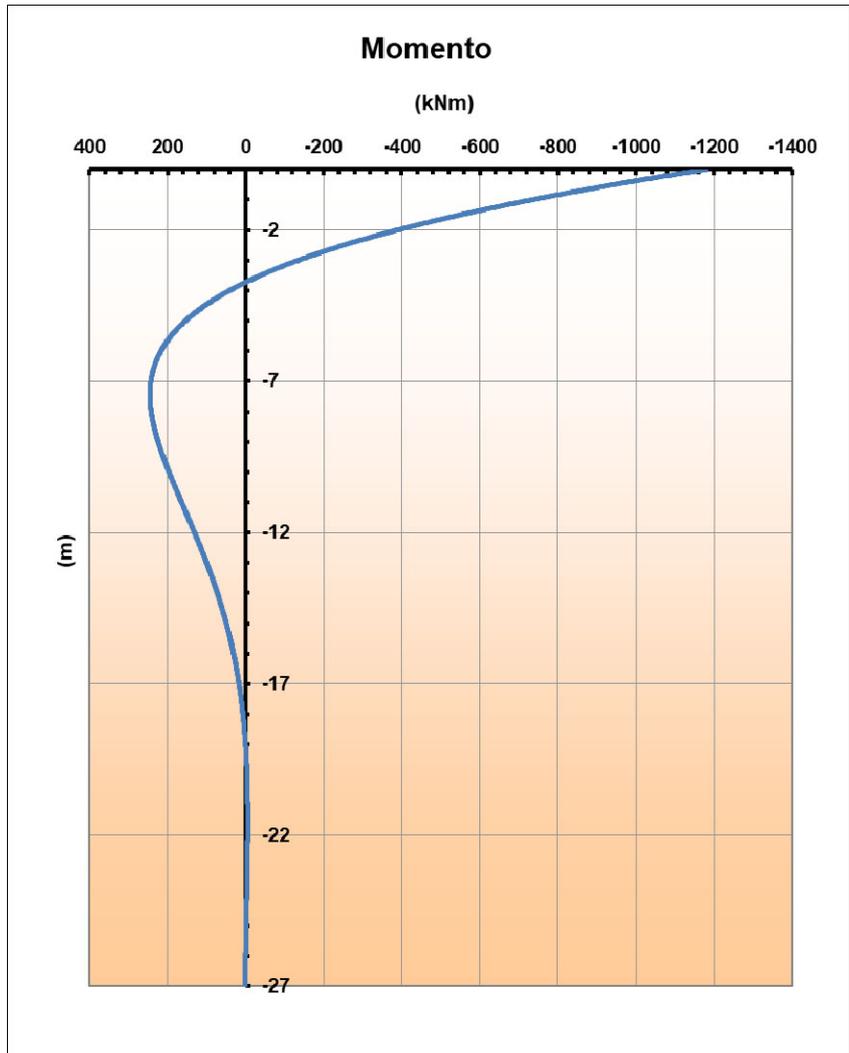
Il massimo sforzo di taglio è pari a: 397.95 kN.

Come indicato in precedenza, per tener conto dell'effetto di gruppo, si considera $T_{max} = 497.44$ kN

Per il calcolo delle sollecitazioni lungo il fusto del palo si procederà secondo il metodo di Matlock e Reese, in cui il palo è supposto come un elemento elastico immerso in un letto di molle a cui verrà assegnata una rigidezza adeguata, in questo caso pari a 6250 kN/m³.

Di seguito si presentano i grafici della sollecitazione flettente considerato in sede di verifica.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. <i>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</i>	ITINERARIO NAPOLI – BARI						
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO						
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	228 di 239



Il massimo momento flettente è pari a **1178.50** kNm.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	229 di 239

A seguire si presentano le verifiche strutturali della sezione del palo eseguite mediante il software di calcolo RC-Sec.

Ai fini della verifica a pressoflessione si prevede un'armatura longitudinale costituita da 26 barre di armatura $\Phi 26$ disposte uniformemente lungo il perimetro della sezione circolare.

Ai fini della verifica a taglio, invece, si prevede un'armatura trasversale $\Phi 12/20$ cm.

L'armatura trasversale e longitudinale si mantiene invariata lungo tutto lo sviluppo del palo.

DATI GENERALI SEZIONE CIRCOLARE DI PALO IN C.A.

NOME SEZIONE: NV30-Pali Muro Tipo H=7m_verifiche STR-SLE_rev1

(Percorso File: P:\Interprogetti\COMMESSE\Progetti\523 - P-e-TAV Na-Ba-Telese Vitulano\Ingegneria\Varie\NV30-Muri\Muro su pali H=7.0m\NV30-Pali Muro Tipo H=7m_verifiche STR-SLE_rev1.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Palo
Forma della sezione:	Circolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

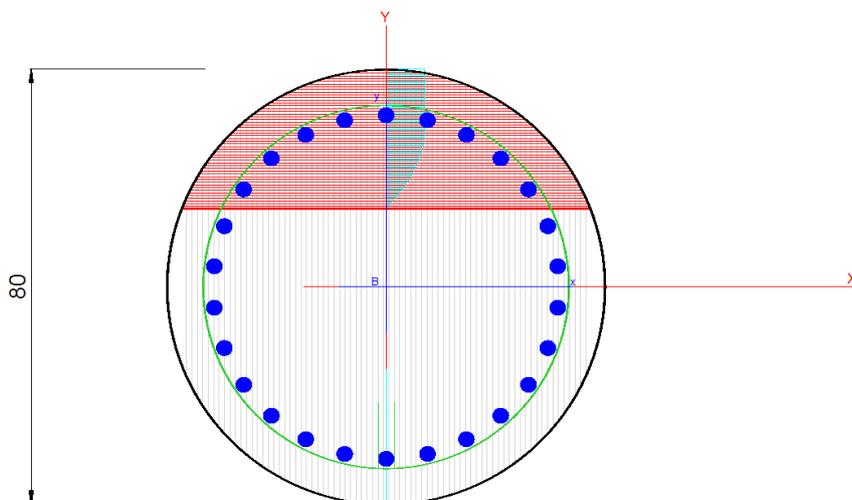
CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	141.6	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	70.8	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	25.6	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	150	daN/cm ²
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta 1 * \beta 2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta 1 * \beta 2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	3600	daN/cm ²	

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					B	230 di 239

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione: 80.0 cm
 Barre circonferenza: 26Ø26 (138.0 cm²)
 Coprif.(dal baric. barre): 8.5 cm



CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
MT	Momento torcente [daN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	117800	49700	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	70000	48400

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm
 Interferro massimo barre longitudinali: 0.0 cm [deve essere < 0.0]
 Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO						
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO						
Mandataria:	Mandante:							
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	231 di 239

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata									
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)									
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico									
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)									
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico									
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000									
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.									
As Tot.	Area complessiva armature long. pilastro [cm ²]. (tra parentesi l'area minima di normativa)									
N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tot.
1	S	0	117800	9	134422	1.141	13.2	---	---	138.0 (15.1)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione					
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O sez.)					
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)					
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X, Y, O sez.)					
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)					
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)					
N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	40.0	0.00239	31.5	-0.00584	-31.5

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe/legature:	12	mm	
Passo staffe:	20.0	cm	[Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
N.Bracci staffe:	2		
Area staffe/m :	11.3	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 2.3 cm ² /m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata								
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.								
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.								
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]								
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]								
bw z	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro Braccio coppia interna								
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo								
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione								
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]								
N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	bw z	Ctg	Acw	ASt	
1	S	49700	90907	57321	71.9 51.8	2.500	1.000	9.8	

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata	
-----	--	--

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO						
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO						
Mandatario:	Mandante:							
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	232 di 239

Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	93.8	-40.0	0.0	40.0	-1346	31.5	21.3	1775	58.4	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2) in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [daNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00084	0.00070		0.50	0.60	0.000404 (0.000404)	379	0.153 (990.00)	23003

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 233 di 239

9.9.5 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono quelle fornite dalle specifiche RFI (Requisiti concernenti la fessurazione per strutture in c.a., c.a.p. e miste acciaio-calcestruzzo) secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

In particolare, per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- Combinazione Caratteristica (Rara) $\delta_f \leq w_L = 0.2 \text{ mm}$

Le verifiche tensionali di cui ai par. 4.1.2.2.5.1 e 4.1.2.2.5.2 delle NTC 2008 sono state eseguite per la combinazione rara e la combinazione quasi permanente, controllando che le tensioni nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori ai seguenti valori limite:

Le verifiche di tensione si ritengono soddisfatte se sono verificate le seguenti condizioni:

Calcestruzzo

- Combinazione di carico caratteristica (RARA): 0.55 fck
- Combinazione di carico quasi permanente: 0.40 fck

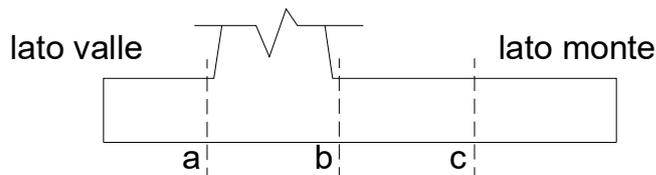
Acciaio

- Combinazione di carico caratteristica (RARA): 0.75 fyk

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	234 di 239

1.1.1.37 Verifiche a fessurazione

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE



Mensola Lato Valle

$$M_a = \sum N_i(B_1 - d_i) / i_i - PP*(1\pm kv)*B_1^2/2$$

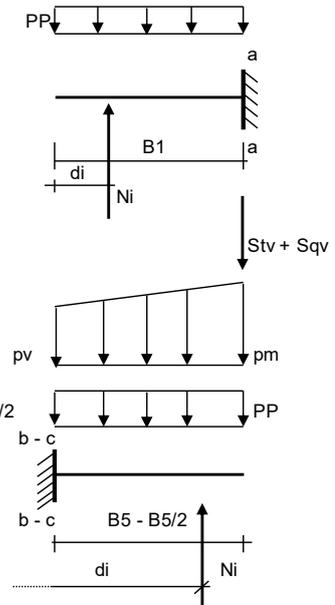
\sum estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Mensola Lato Monte

$$M_b = \sum N_i(B_5 - (B - d_i)) / i_i - [PP*B_5^2/2 + p_{vb}*B_5^2/2 + (p_m - p_{vb})*B_5^2/3]*(1\pm kv) - (Stv + Sqv) * B_5$$

$$M_c = \sum N_i(B_5/2 - (B - d_i)) / i_i - [PP*(B_5/2)^2/2 + p_{vc}*(B_5/2)^2/2 + (p_m - p_{vc})*(B_5/2)^2/3]*(1\pm kv) - (Stv + Sqv) * B_5/2$$

\sum estesa a tutti i pali presenti sulla mensola



Peso Proprio	PP	=	32.50	(kN/m ²)
	p _m	=	140.00	(kN/m ²)
	p _{vb}	=	140.00	(kN/m ²)
	p _{vc}	=	140.00	(kN/m ²)

caso	Ma	Mb	Mc
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
FR	225.79	-226.67	-5.30

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.30.0.0.001	REV. B	FOGLIO 235 di 239

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

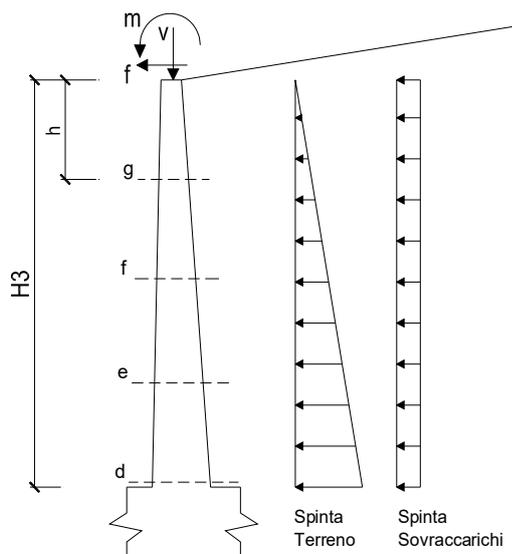
Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_t = \frac{1}{2} K_{a_{orizz.}} \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{orizz.}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m + f \cdot h$$

$$N_{ext} = v$$



sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	7.00	271.98	116.56	0.00	388.54	0.00	131.25	131.25
e-e	5.25	114.74	65.57	0.00	180.31	0.00	86.95	86.95
f-f	3.50	34.00	29.14	0.00	63.14	0.00	50.31	50.31
g-g	1.75	4.25	7.29	0.00	11.53	0.00	21.33	21.33

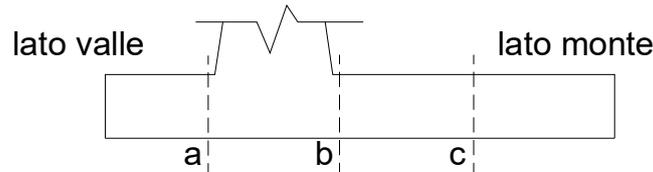
Sez.	M	N	h	A _f	A' _f	σ ^c	σ ^f	w _k	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	225.79	0.00	1.30	20.11	31.42	1.39	97.17	0.128	0.200
b - b	-226.67	0.00	1.30	31.42	20.11	1.24	63.39	0.073	0.200
c - c	-5.30	0.00	1.30	31.42	20.11	0.03	1.48	0.002	0.200
d - d	388.54	131.25	1.10	31.42	10.05	3.04	112.49	0.130	0.200
e - e	180.31	86.95	0.93	31.42	10.05	1.91	61.59	0.071	0.200
f - f	63.14	50.31	0.75	31.42	10.05	0.98	25.80	0.029	0.200
g - g	11.53	21.33	0.58	31.42	10.05	0.30	5.26	0.005	0.200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandatario:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						236 di 239

1.1.1.38 Verifiche alle tensioni

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE



Mensola Lato Valle

$$M_a = \sum N_i (B_1 - d_i) / i_i - PP * (1 \pm kv) * B_1^2 / 2$$

\sum estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Mensola Lato Monte

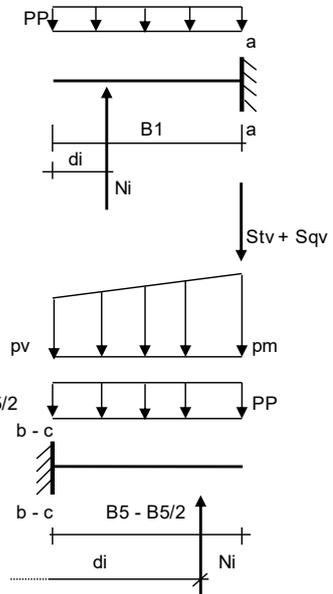
$$M_b = \sum N_i (B_5 - (B - d_i)) / i_i - [PP * B_5^2 / 2 + p_{vb} * B_5^2 / 2 + (p_m - p_{vb}) * B_5^2 / 3] * (1 \pm kv) - (Stv + Sqv) * B_5$$

$$M_c = \sum N_i (B_5 / 2 - (B - d_i)) / i_i - [PP * (B_5 / 2)^2 / 2 + p_{vc} * (B_5 / 2)^2 / 2 + (p_m - p_{vc}) * (B_5 / 2)^2 / 3] * (1 \pm kv) - (Stv + Sqv) * B_5 / 2$$

\sum estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Peso Proprio	PP	=	32.50	(kN/m ²)
	p _m	=	140.00	(kN/m ²)
	p _{vb}	=	140.00	(kN/m ²)
	p _{vc}	=	140.00	(kN/m ²)

caso	Ma	Mb	Mc
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
statico rara	225.79	-226.67	-5.30
sisma+	378.75	-927.06	-252.88
sisma-	214.50	-370.63	-67.30



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B
						FOGLIO
						237 di 239

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a \text{ orizz.}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a \text{ orizz.}}) \cdot h^2 \cdot h/2 \quad \text{o} \quad h/3$$

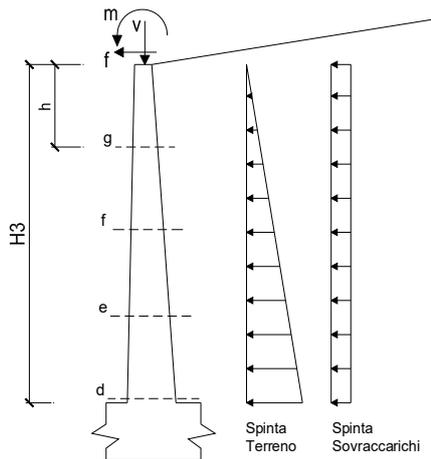
$$M_q = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{\text{ext}} = m + f \cdot h$$

$$M_{\text{inerzia}} = \sum P m_i \cdot b_i \cdot kh \quad (\text{solo con sisma})$$

$$N_{\text{ext}} = v$$

$$N_{\text{pp+inerzia}} = \sum P m_i \cdot (1 \pm kv)$$



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	7.00	271.98	116.56	0.00	388.54	0.00	131.25	131.25
e-e	5.25	114.74	65.57	0.00	180.31	0.00	86.95	86.95
f-f	3.50	34.00	29.14	0.00	63.14	0.00	50.31	50.31
g-g	1.75	4.25	7.29	0.00	11.53	0.00	21.33	21.33

condizione sismica +

sezione	h	Mt stat	Mt sism	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	7.00	271.98	287.35	0.00	0.00	91.95	651.28	0.00	146.81	146.81
e-e	5.25	114.74	121.23	0.00	0.00	46.96	282.93	0.00	97.26	97.26
f-f	3.50	34.00	35.92	0.00	0.00	18.75	88.67	0.00	56.28	56.28
g-g	1.75	4.25	4.49	0.00	0.00	4.16	12.90	0.00	23.86	23.86

condizione sismica -

sezione	h	Mt stat	Mt sism	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	7.00	271.98	204.13	0.00	0.00	91.95	568.06	0.00	115.69	115.69
e-e	5.25	114.74	86.12	0.00	0.00	46.96	247.82	0.00	76.65	76.65
f-f	3.50	34.00	25.52	0.00	0.00	18.75	78.27	0.00	44.35	44.35
g-g	1.75	4.25	3.19	0.00	0.00	4.16	11.60	0.00	18.80	18.80

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	238 di 239

Condizione Statica Rara

Sez.	M	N	h	A _f	A' _f	σ ^C	σ ^f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	225.79	0.00	1.30	20.11	31.42	1.39	97.17
b - b	-226.67	0.00	1.30	31.42	20.11	1.24	63.39
c - c	-5.30	0.00	1.30	31.42	20.11	0.03	1.48
d - d	388.54	131.25	1.10	31.42	10.05	3.04	112.49
e - e	180.31	86.95	0.93	31.42	10.05	1.91	61.59
f - f	63.14	50.31	0.75	31.42	10.05	0.98	25.80
g - g	11.53	21.33	0.58	31.42	10.05	0.30	5.26

La verifica tensionale nella combinazione di carico Quasi Permanente per il calcestruzzo risulta automaticamente soddisfatta, in quanto la tensione in combinazione di carico Rara risulta inferiore al limite inerente alla combinazione di carico Quasi Permanente ($0.40f_{ck}$). La verifica risulta, pertanto, certamente soddisfatta secondo entrambe le combinazioni.

La verifica tensionale nella combinazione di carico Rara per l'acciaio risulta soddisfatta in quanto la tensione è inferiore al limite di 337.5 MPa.

Per le verifiche agli stati limite di esercizio della sezione dei pali si faccia riferimento al tabulato di verifica (RC-Sec) presentato al paragrafo precedente.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV30 – Viabilità di accesso all'area di soccorso al km 45+080 Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	NV.30.0.0.001	B	239 di 239

9.9.6 Incidenze armature

Visto lo sviluppo longitudinale del muro, il calcolo delle incidenze viene eseguito con riferimento ad un metro lineare, con incrementi che tengono conto delle eventuali sovrapposizioni e sfridi.

FONDAZIONE				
VOLUME CLS (mc/m)				8.3
	ϕ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
Trasv. Inf.	16	9.0	10	142.0
Trasv. Sup.	20	9.0	10	221.8
Long. Sup.	14	1.0	32	38.6
Long. Inf.	14	1.0	32	38.6
Parete	14	1.0	12	14.5
Attese L. valle	16	2.6	5	20.5
Spilli	12	1.54	80	109.3
Cavallotti	16	3.8	10.0	59.9
Attese L. monte	20	2.6	10	64.1
				0.0
INCREMENTO %				17%
PESO TOTALE ARMATURA				830
INCIDENZA (kg/mc)				100

ELEVAZIONE				
VOLUME CLS (mc/m)				5.3
	ϕ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
Vert. L. monte	20	7.5	10	184.9
Vert. L. valle	16	7.0	5	55.2
Orizz. L. monte	14	1.0	41	49.5
Orizz. L. valle	14	1.0	41	49.5
Spilli	8	1.0	145	57.2
				0.0
				0.0
				0.0
				0.0
INCREMENTO %				32%
PESO TOTALE ARMATURA				523
INCIDENZA (kg/mc)				100

PALI				
VOLUME CLS (mc/m)				0,503
	ϕ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
Long.	26	1,0	26	108,3
Staffe	12	2,5	5	11,2
Irrigid.	20	2,5	0,3	2,1
				0,0
				0,0
				0,0
				0,0
				0,0
				0,0
INCREMENTO %				17%
PESO TOTALE ARMATURA				142
INCIDENZA (kg/mc)				282