

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. L. LACIOPPO

Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

PROGETTO ESECUTIVO

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

RELAZIONE

VIABILITÀ

NV19 – ADEGUAMENTO VIABILITÀ LOCALE SU IMBOCCO GALLERIA S. LORENZO LATO CANCELLO AL KM 34+942

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	2	2	E	Z	Z	C	L	N	V	1	9	0	0	0	0	1	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

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	IL PROGETTISTA F. DI NULLO	
									25/06/21

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.	2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	2 di 235

1	PREMESSA.....	6
2	DESCRIZIONE DELL'OPERA	7
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	13
4	MATERIALI	14
4.1	CALCESTRUZZO PER ELEVAZIONI (C30/37)	14
4.2	CALCESTRUZZO PER PALI DI FONDAZIONE (C25/30)	14
4.3	ACCIAIO B450C	15
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	16
5.1	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO	16
6	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	17
7	VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI	19
7.1	VERIFICHE SLE	20
7.1.1	Verifiche alle tensioni.....	20
7.1.2	Verifiche a fessurazione.....	21
7.2	VERIFICHE ALLO SLU	23
7.2.1	Pressoflessione.....	23
7.2.2	Taglio.....	23
8	VERIFICHE GEOTECNICHE	26
8.1	CARICO LIMITE	26
8.2	VERIFICA A SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA.....	29
8.3	CRITERIO DI VERIFICA A RIBALTAMENTO.....	29

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 2° 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	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	3 di 235
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo							

8.4	CRITERIO DI VERIFICA A STABILITÀ GLOBALE.....	30
9	ANALISI E VERIFICA DELLE OPERE DI SOSTEGNO	33
9.1	SCHEMATIZZAZIONE DELLE STRUTTURE	33
9.2	DICHIARAZIONE AI SENSI DEL PAR. 10.2 DEL D.M. 2018.....	33
9.3	CONTROLLO DI AFFIDABILITA'	33
9.4	MURO DIRETTO TIPO H=2.0 M.....	34
9.4.1	<i>Analisi dei carichi</i>	34
9.4.2	<i>Combinazioni di carico SLU</i>	39
9.4.3	<i>Combinazione di carico SLE</i>	40
9.4.4	<i>Verifiche agli stati limite ultimi</i>	41
9.4.5	<i>Verifiche agli Stati Limite di Esercizio</i>	60
9.4.6	<i>Incidenze armature</i>	66
9.5	MURO TIPO DIRETTO H=3.0 M.....	67
9.5.1	<i>Analisi dei carichi</i>	68
9.5.2	<i>Combinazioni di carico SLU</i>	72
9.5.3	<i>Combinazione di carico SLE</i>	73
9.5.4	<i>Verifiche agli stati limite ultimi</i>	74
9.5.5	<i>Verifiche agli Stati Limite di Esercizio</i>	93
9.5.6	<i>Incidenze armature</i>	99
9.6	MURO DIRETTO TIPO H=4.0 M.....	100
9.6.1	<i>Analisi dei carichi</i>	101
9.6.2	<i>Combinazioni di carico SLU</i>	105

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 2° 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	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	4 di 235
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo							

9.6.3	Combinazione di carico SLE	106
9.6.4	Verifiche agli stati limite ultimi	107
9.6.5	Verifiche agli Stati Limite di Esercizio	126
9.6.6	Incidenze armature	132
9.7	MURO SU PALI TIPO H=4.0 M	133
9.7.1	Analisi dei carichi	135
9.7.2	Combinazioni di carico SLU	139
9.7.3	Combinazione di carico SLE	140
9.7.4	Verifiche agli stati limite ultimi	141
9.7.5	Verifiche agli Stati Limite di Esercizio	160
9.7.6	Incidenze armature	167
9.8	MURO SU PALI TIPO H=4.5 M	168
9.8.1	Analisi dei carichi	170
9.8.2	Combinazioni di carico SLU	174
9.8.3	Combinazione di carico SLE	175
9.8.4	Verifiche agli stati limite ultimi	176
9.8.5	Verifiche agli Stati Limite di Esercizio	195
9.8.6	Incidenze armature	201
9.9	MURO SU PALI TIPO H=5.0 M	202
9.9.1	Analisi dei carichi	204
9.9.2	Combinazioni di carico SLU	208
9.9.3	Combinazione di carico SLE	209

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 5 di 235

9.9.4 Verifiche agli stati limite ultimi..... 210

9.9.5 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio..... 229

9.9.6 Incidenze armature..... 235

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 6 di 235

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 locale su imbocco Galleria S. Lorenzo lato Canello al km 34+942.

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 7 di 235

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.	i _{trasv} [m]	i _{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
4.00	1.00	4.00	Allineati	2	2.40	2.40	0.80	Su pali H=0.5m
4.50	1.00	4.00	Allineati	2	2.40	2.40	0.80	Su pali H=4.5m
5.00	1.20	5.80	Quinconce 2.10x2.40		2.10	2.40	0.80	Su pali H=5.0m

Il muro di sottoscampa in sx si sviluppa a partire dalla Progr. **0+009.03** fino alla Progr. **0+092.46**.

Il muro di controripa in dx si sviluppa a partire dalla Progr. **0+026.95** fino alla Progr. **0+067.00**.

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
2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO

PROGETTAZIONE:

Mandataria:

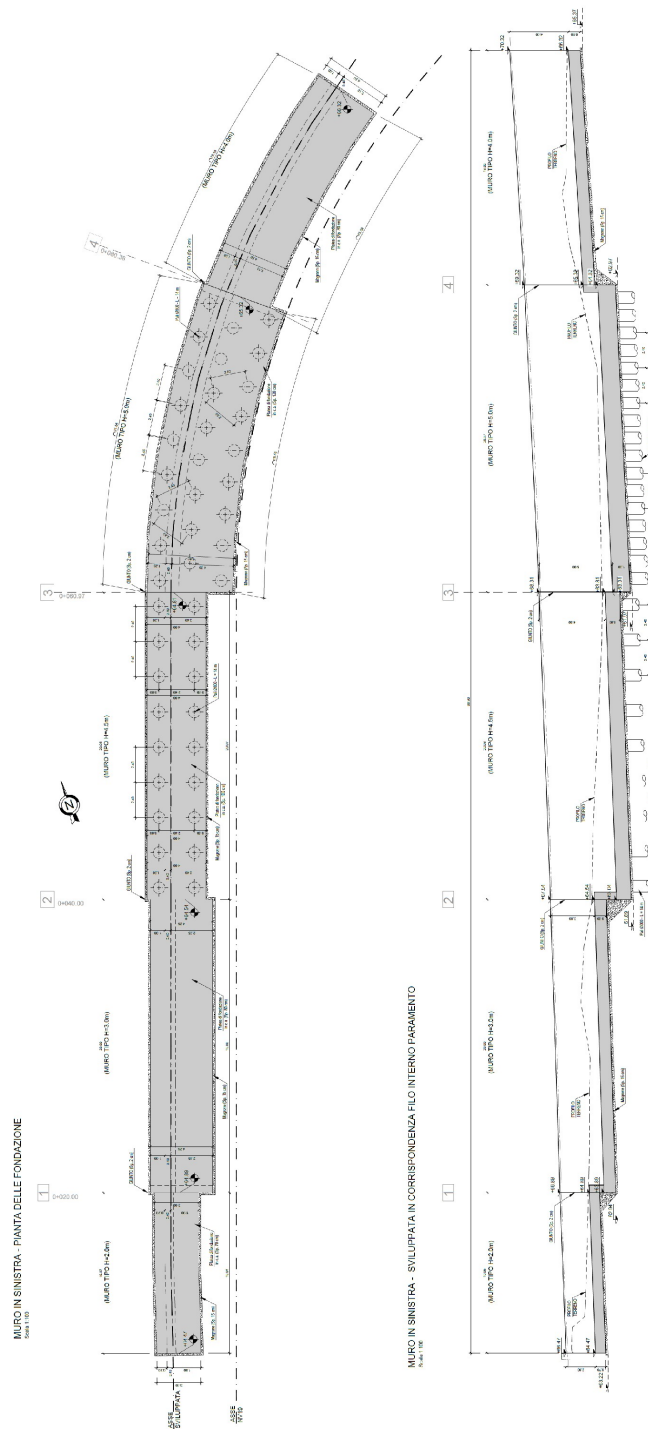
Mandante:

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

PROGETTO ESECUTIVO

NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo
Muri di sostegno - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	8 di 235



Muro di sottoscampa in SX – Pianta delle fondazioni e sviluppata

APPALTATORE:

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

PROGETTAZIONE:

Mandataria:

Mandante:

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

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO

II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO

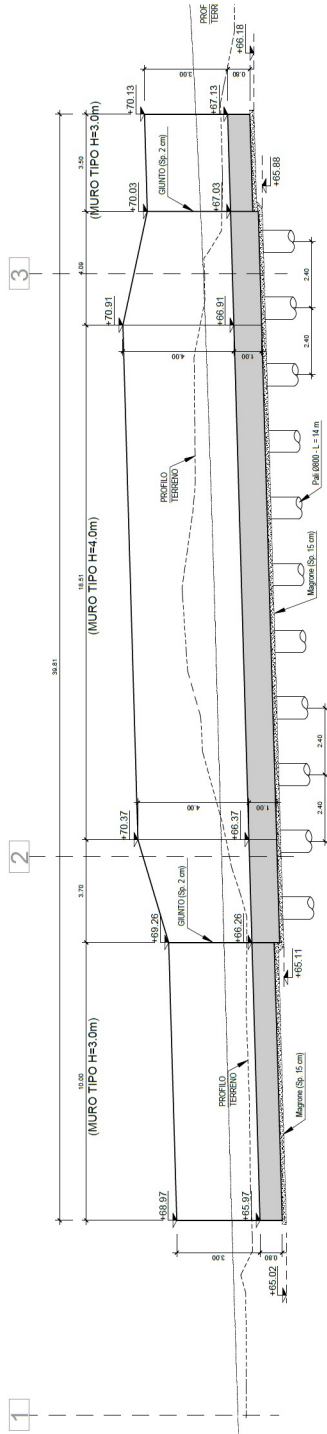
2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO

PROGETTO ESECUTIVO

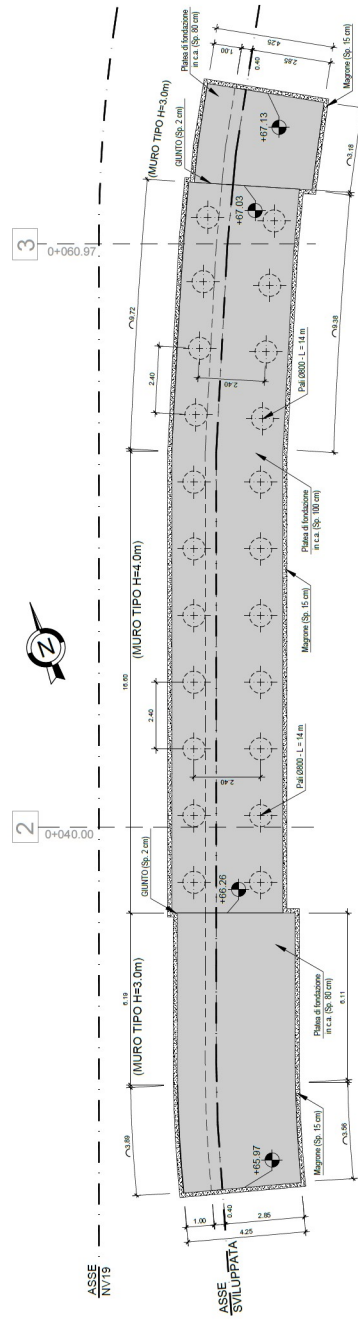
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo
 Muri di sostegno - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	9 di 235

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



MURO IN DESTRA - PIANTE DELLE FONDAZIONI
 Scala 1:100



Muro di controripa in DX – Pianta delle fondazioni e sviluppata

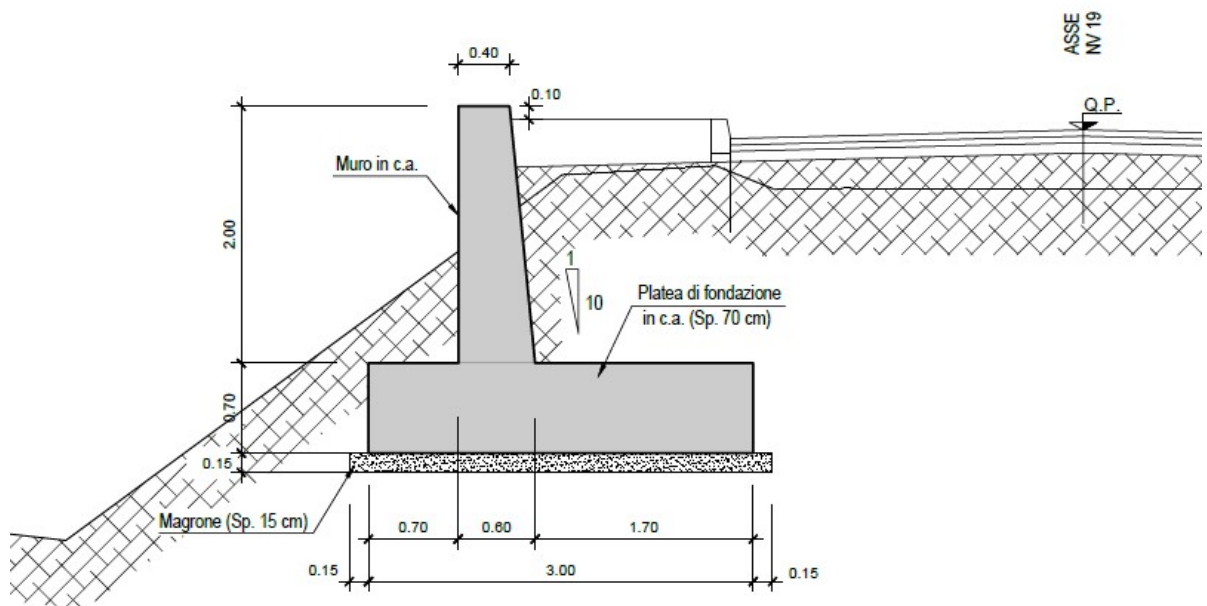
APPALTATORE: **TELESE S.c.a r.l.**
 Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata

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

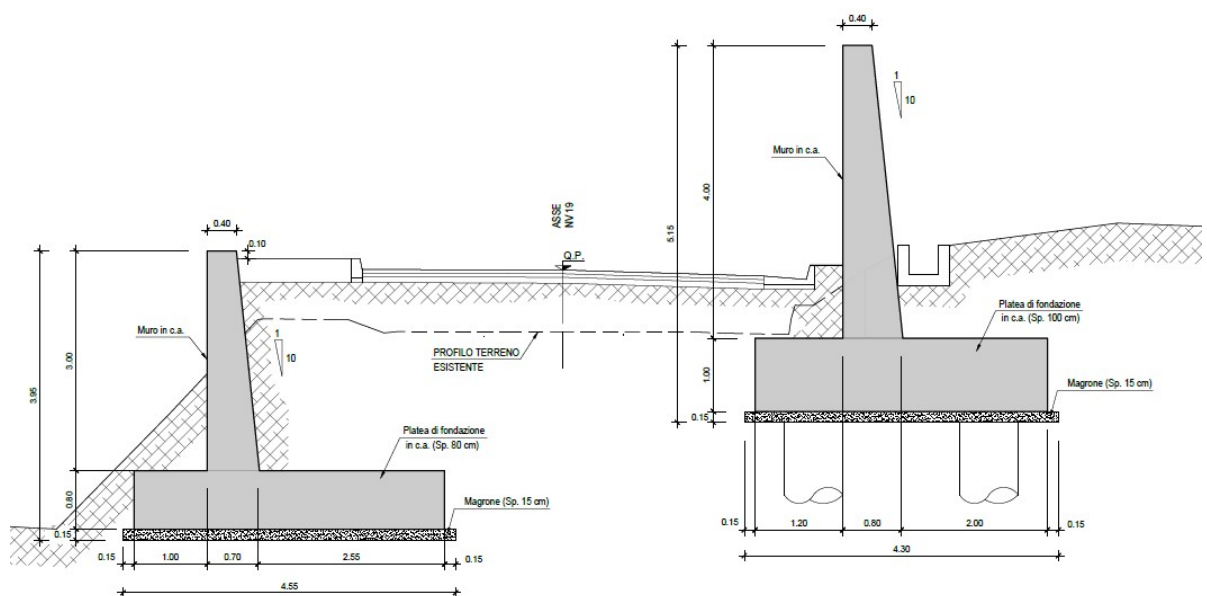
PROGETTAZIONE:
 Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.

NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo
 Muri di sostegno - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	10 di 235



Sezione su muro tipo H=2.00 m



Sezione su muri tipo H=3.00m e 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
2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO

PROGETTAZIONE:

Mandataria:

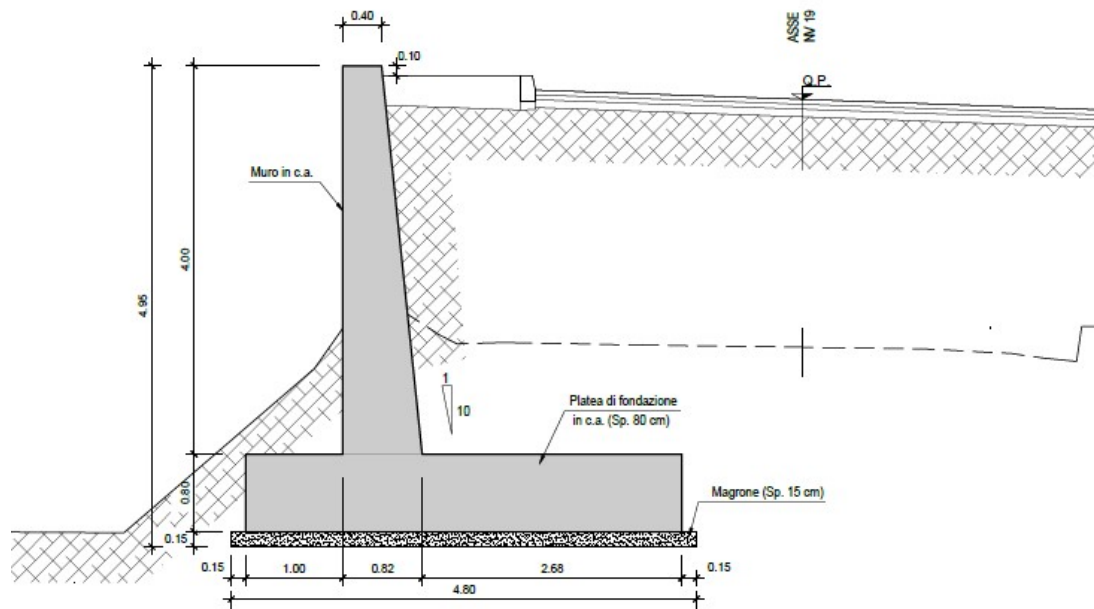
Mandante:

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

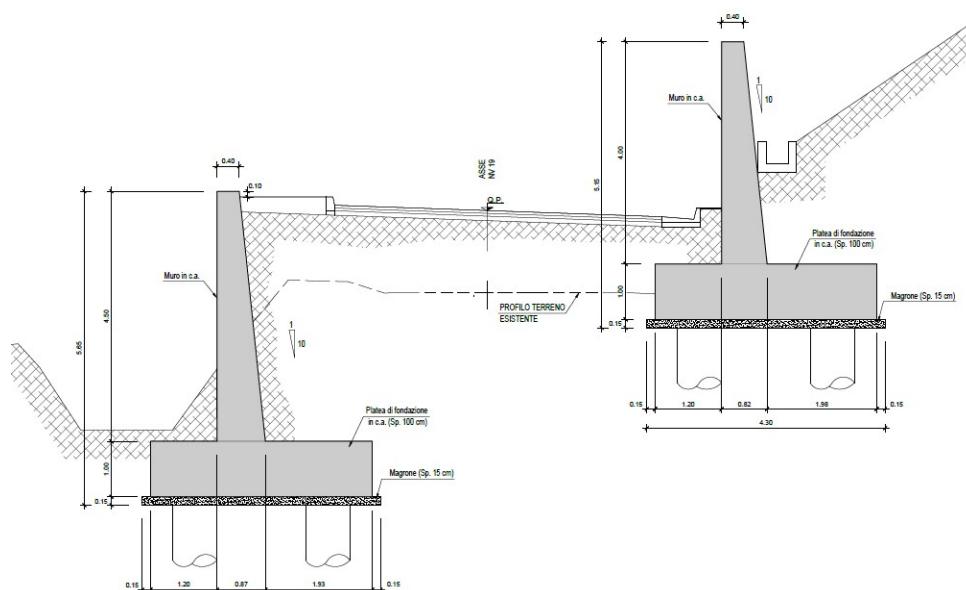
PROGETTO ESECUTIVO

NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo
Muri di sostegno - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	11 di 235

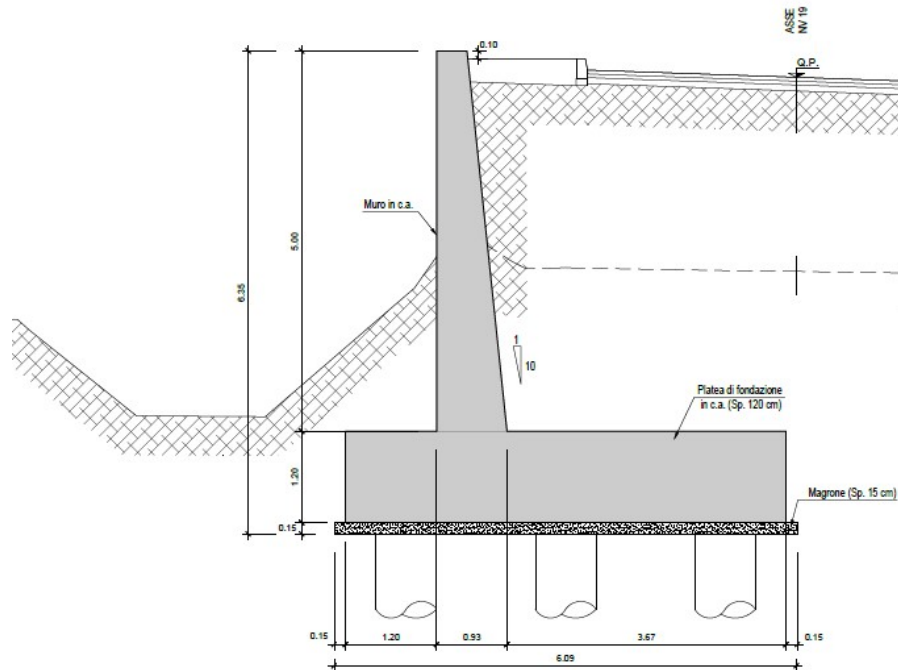


Sezione su muro tipo H=4.00m



Sezione su muro tipo H=4.50m e 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 2.2.E.ZZ CL NV.19.0.0.001 A 12 di 235



Sezione su muro tipo H=5.00m

Per ulteriori dettagli geometrici si rimanda agli elaborati progettuali specifici.

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 13 di 235

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						
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					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	14 di 235

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	$f_{cfm} =$	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	[-]

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 15 di 235

Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck} =$	30.0	[MPa]
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	$f_{cfm} =$	3.07	[MPa]
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	$f_{cfk} =$	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	$f_{cfd} =$	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						
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					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	16 di 235

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.

Unità	z	γ	c'	φ	C _u	E'=1/10*E ₀
(-)	(m)	(kN/m ³)	(kPa)	(°)	(kPa)	(MPa)
bn2	0.0-4.0	20	0	33	-	20
MDL3	4.0-10.0	20	10	21	100	30
MDL3	10.0-20.0	20	10	21	200	50
MDL3	20.0-27.0	20	10	21	250	50
MDL3	27.0-40.0	20	10	21	350	50

Dove:

- bn2: Sabbia limosa;
- MDL3: Limi argillosi.

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. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 17 di 235

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 $a_g = 0.364$ g.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE
14.6243

LATITUDINE
41.2484

Ricerca per comune

REGIONE
Campania

PROVINCIA
Benevento

COMUNE
San Lorenzo Magg

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 18 di 235

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.096	2.351	0.310
SLD	113	0.126	2.337	0.326
SLV	1068	0.364	2.350	0.395
SLC	2193	0.469	2.449	0.427

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 C: "Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o argille mediamente consistenti, con spessori variabili da diverse decine di metri fino a centinaia di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi fra 180 m/s e 360 m/s (ovvero resistenza penetrometrica NSPT < 50 o coesione non drenata $70 < c_u < 250$ kPa).

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 19 di 235

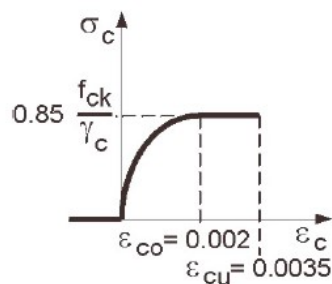
7 VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI

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.

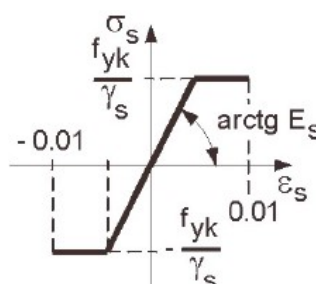
Il calcolo delle caratteristiche della sollecitazione interna e le verifiche di resistenza negli elementi strutturali sono eseguiti con i metodi della Scienza e della Tecnica delle Costruzioni, basati sulle seguenti ipotesi:

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 20 di 235



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:

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 21 di 235

Tensioni di compressione del calcestruzzo

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

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

Tensioni di trazione nell'acciaio

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

Per il caso in esame risulta in particolare:

CALCESTRUZZO

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

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

ACCIAIO

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

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	$\leq w_2$

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 22 di 235

b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

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) $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo							
Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	23 di 235	

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:

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

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 $\sigma - \epsilon$.

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} è la resistenza a taglio compressione V_{Rcd}

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

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 24 di 235

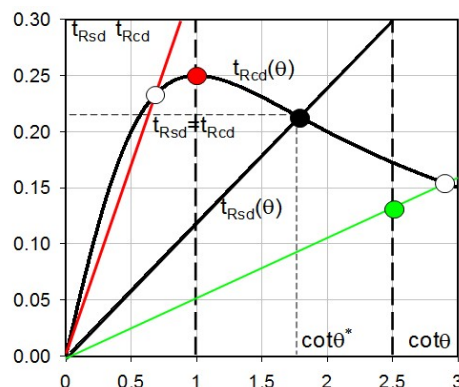
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)}$$

essendo:

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

Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto al punto 4.1.2.1.3 delle NTC08, considerando ai fini delle verifiche, un angolo θ di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione.

$$1 \leq \text{cotg } \theta \leq 2.5 \quad 45^\circ \geq \theta \geq 21.8^\circ$$



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 :

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

(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 + σ_p / f_{cd} per $0 \leq \sigma_{cp} \leq 0.25 f_{cd}$

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 25 di 235

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

2.5(1 – σ_{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. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 26 di 235

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 2° 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	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	27 di 235
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo							

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:

$$N_q = Kp e^{\pi tg\phi}$$

$$N_c = (N_q - 1)ctg\phi$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1)tg\phi$$

Fattori di forma

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

Fattori di profondità

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

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

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						
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					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	28 di 235

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

Fattori di inclinazione del terreno

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

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. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 29 di 235

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.

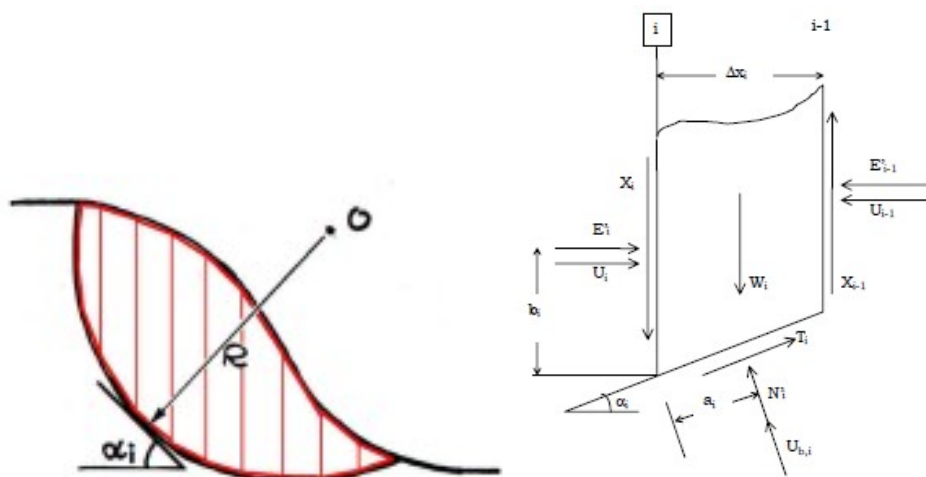
APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 30 di 235

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. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 31 di 235

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 32 di 235

	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. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 33 di 235

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.

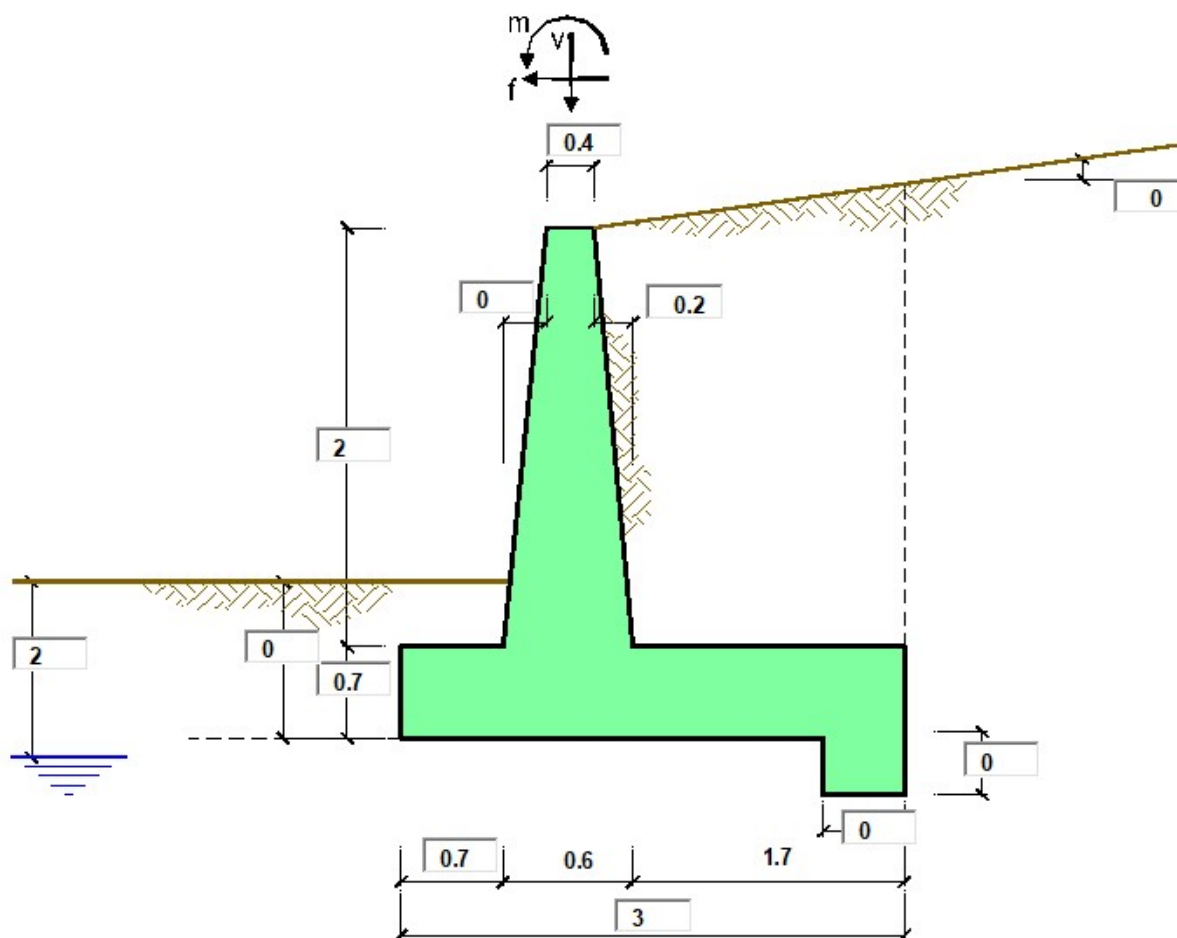
9.3 CONTROLLO DI AFFIDABILITA'

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 2° 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
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	34 di 235

9.4 MURO DIRETTO TIPO H=2.0 M

Di seguito la geometria di calcolo adottata.



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.

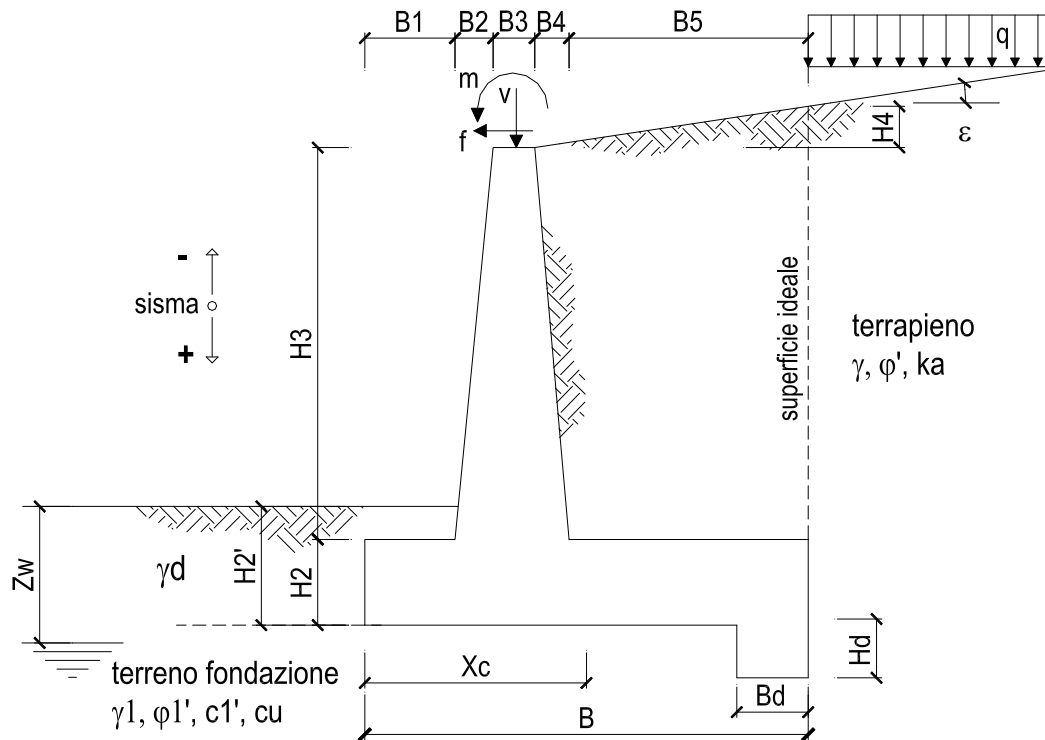
Peso permanente strutturale

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

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			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	35 di 235

Ai fini del calcolo del peso del muro si considera un peso per unità di volume $\gamma_m = 25$ kN/m³. Il terreno di riempimento ha peso per unità di volume $\gamma_{rint} = 20$ kN/ m³.

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 36 di 235

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

- 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)	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					
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				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	37 di 235	

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:

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

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 38 di 235

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:

$$\frac{a_{max}}{g} = S_s \cdot S_T \cdot \frac{a_E}{g}$$

dove:

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

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

$\frac{a_E}{g} = 0.22$ 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 $\beta \leq \varphi - \theta$

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

per $\beta > \varphi - \theta$

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

dove:

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

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 39 di 235

Dati Sismici	Accelerazione sismica	a _g /g	0.364	(-)
	Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	S _s	1.187	(-)
	Coefficiente Amplificazione Topografico	S _T	1	(-)
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β _s	0.31	(-)
	Coefficiente sismico orizzontale	k _h	0.13394108	(-)
	Coefficiente sismico verticale	k _v	0.0670	(-)
	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+	0.306	0.306	0.385	0.385
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica si	kas-	0.317	0.317	0.398	0.398
	Coeff. Di Spinta Passiva	kp	2.663	2.663	2.213	2.213
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica	kps+	2.448	2.448	2.014	2.014
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica	kps-	2.415	2.415	1.982	1.982

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

$$F_i = k_R \cdot W_i$$

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 40 di 235

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

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

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:

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

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:

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

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 41 di 235

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 =	$Pm1*(B1+2/3 B2)$	(kNm/m)	0.00
Mm2 =	$Pm2*(B1+B2+0,5*B3)$	(kNm/m)	18.00
Mm3 =	$Pm3*(B1+B2+B3+1/3 B4)$	(kNm/m)	5.83
Mm4 =	$Pm4*(B/2)$	(kNm/m)	78.75
Mm5 =	$Pm5*(B - Bd/2)$	(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 =	$Pt1*(B1+B2+B3+B4+0,5*B5)$	(kNm/m)	146.20
Mt2 =	$Pt2*(B1+B2+B3+2/3*(B4+B5))$	(kNm/m)	0.00
Mt3 =	$Pt3*(B1+B2+B3+2/3*B4)$	(kNm/m)	4.93
Msovr =	$Sov*(B1+B2+B3+1/2*(B4+B5))$	(kNm/m)	0.00
Mt =	$Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr$	(kNm/m)	151.13
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro			
Sovr acc. Stat	$*(B1+B2+B3+1/2*(B4+B5))$	(kNm/m)	77.9
Sovr acc. Sism	$*(B1+B2+B3+1/2*(B4+B5))$	(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				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A
						FOGLIO
						42 di 235

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)

Ps h =	$P_m \cdot k_h$	(kN/m)	10.38
Ps v =	$P_m \cdot k_v$	(kN/m)	5.19

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

Ptsh =	$P_t \cdot k_h$	(kN/m)	9.64
Ptsv =	$P_t \cdot k_v$	(kN/m)	4.82

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

MPs1 h=	$k_h \cdot P_m1 \cdot (H_2 + H_3/3)$	(kNm/m)	0.00
MPs2 h=	$k_h \cdot P_m2 \cdot (H_2 + H_3/2)$	(kNm/m)	4.55
MPs3 h=	$k_h \cdot P_m3 \cdot (H_2 + H_3/3)$	(kNm/m)	0.92
MPs4 h=	$k_h \cdot P_m4 \cdot (H_2/2)$	(kNm/m)	2.46
MPs5 h=	$-k_h \cdot P_m5 \cdot (H_d/2)$	(kNm/m)	0.00
MPs h=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	7.93

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

MPs1 v=	$k_v \cdot P_m1 \cdot (B_1 + 2/3 \cdot B_2)$	(kNm/m)	0.00
MPs2 v=	$k_v \cdot P_m2 \cdot (B_1 + B_2 + B_3/2)$	(kNm/m)	1.21
MPs3 v=	$k_v \cdot P_m3 \cdot (B_1 + B_2 + B_3 + B_4/3)$	(kNm/m)	0.39
MPs4 v=	$k_v \cdot P_m4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	5.27
MPs5 v=	$k_v \cdot P_m5 \cdot (B - B_d/2)$	(kNm/m)	0.00
MPs v=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	6.87

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

MPts1 h=	$k_h \cdot P_t1 \cdot (H_2 + H_3/2)$	(kNm/m)	15.48
MPts2 h=	$k_h \cdot P_t2 \cdot (H_2 + H_3 + H_4/3)$	(kNm/m)	0.00
MPts3 h=	$k_h \cdot P_t3 \cdot (H_2 + H_3 \cdot 2/3)$	(kNm/m)	1.09
MPts h=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	16.57

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

MPts1 v=	$k_v \cdot P_t1 \cdot ((H_2 + H_3/2) - (B - B_5/2) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	9.79
MPts2 v=	$k_v \cdot P_t2 \cdot ((H_2 + H_3 + H_4/3) - (B - B_5/3) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	0.00
MPts3 v=	$k_v \cdot P_t3 \cdot ((H_2 + H_3 \cdot 2/3) - (B_1 + B_2 + B_3 + 2/3 \cdot B_4) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	0.38
MPts v=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	10.17

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					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	43 di 235

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

St	=	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	17.34	SLE
Sq perm	=	$q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$	(kN/m)	0.00	
Sq acc	=	$q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$	(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

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

MSt1	=	$Sth \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	15.61	SLE
MSt2	=	$St \cdot v \cdot B$	(kNm/m)	0.00	
MSq1 perm	=	$Sqh \text{ perm} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	0.00	
MSq1 acc	=	$Sqh \text{ acc} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	17.34	
MSq2 perm	=	$Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m)	0.00	
MSq2 acc	=	$Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m)	0.00	
MSp	=	$\gamma \cdot 1 \cdot H_d^3 \cdot k_p / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma \cdot 1 \cdot k_p \cdot H_2') \cdot H_d^2 / 2$	(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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 44 di 235

Spinte e momenti SLU A1

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO	EQU
- Spinta totale condizione statica				
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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 45 di 235

Spinte e momenti SLV A1+

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m)	17.34	17.34	22.39
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	6.47	6.47	7.56
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)	17.34	17.34	22.39
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	6.47	6.47	7.56
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

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)	15.61	15.61	20.15
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	5.82	5.82	6.80
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				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	46 di 235

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)	4.23	4.23	4.66
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)	17.34	17.34	22.39
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	4.23	4.23	4.66
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

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)	15.61	15.61	20.15
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	3.81	3.81	4.20
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 RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° 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	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	47 di 235
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo								
Muri di sostegno - Relazione di calcolo								

Spinte e momenti SLU A2

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

		SLE	STR/GEO	EQU	
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	17.34	22.39	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	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 =	$\frac{1}{2} \cdot g_1 \cdot H_d^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot H_d^2 \cdot k_p + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d$	(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	20.15	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	29.11	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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 48 di 235

Spinte e momenti SLV A2+

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m)	17.34	22.39	22.39
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	6.47	7.56	7.56
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)	17.34	22.39	22.39
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	6.47	7.56	7.56
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

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)	15.61	20.15	20.15
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	5.82	6.80	6.80
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						
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	49 di 235

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 = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^- \cdot Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	4.23	4.66	4.66
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)	17.34	22.39	22.39
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	4.23	4.66	4.66
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)	15.61	20.15	20.15
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	3.81	4.20	4.20
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				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A
						FOGLIO
						50 di 235

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 =	ΣM	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

$$q_{lim} = c'N_c'ic + q_0'N_q'iq + 0,5\gamma'1'B'N_\gamma'i_\gamma$$

c1'	coesione terreno di fondaz.	4.00		(kPa)
$\phi 1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	22.18		(°)
$\gamma 1'$	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 Nc, Nq e Ng 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)	7.96		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan(\phi')$	(2+ π in cond. nd)	17.08		(-)
$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \tan(\phi')$	(0 in cond. nd)	7.31		(-)

I valori di ic, iq 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)	0.56	0.65	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.50	0.50	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B * c' \cot \phi'))^{m+1}$		0.42	0.43	(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

q _{lim}	(carico limite unitario)	104.69	105.43	(kN/m ²)
------------------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = q_{lim}*B*/ N	Nmin	1.92	>	1
		Nmax	1.55	>	

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 51 di 235

Verifica SLV+

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} + (S_{ov} acc)$		159.51	159.51	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$		49.97		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \sum M$		219.30	219.30	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c \cdot N - MM$		19.97	19.97	(kNm/m)

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

Fondazione Nastriforme

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

c'	coesione terreno di fondaz.	4.00		(kN/mq)
ϕ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	22.18		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	16.67		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma \cdot d \cdot H_2'$	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)	7.96		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan(\phi)$	(2+ π in cond. nd)	17.08		(-)
$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan(\phi)$	(0 in cond. nd)	7.31		(-)

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

$i_q = (1 - T / (N + B^* \cdot c' \cdot \cotg(\phi)))^m$	(1 in cond. nd)	0.54	0.54	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.47	0.47	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* \cdot c' \cdot \cotg(\phi)))^{m+1}$		0.39	0.39	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	97.74	97.74	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	-------	-------	----------------------

FS carico limite	$F = q_{lim} \cdot B^* / N$	Nmin	1.68	>	1
		Nmax	1.68	>	

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			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A
						FOGLIO
						52 di 235

Verifica SLV-

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$		139.49	139.49	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$		47.08		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \sum M$		187.83	187.83	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c \cdot N - MM$		21.40	21.40	(kNm/m)

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

Fondazione Nastriforme

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

c'	coesione terreno di fondaz.	4.00		(kN/mq)
ϕ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	22.18		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	16.67		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma_d \cdot H_2'$	sovraccarico stabilizzante	0.00		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.15	0.15	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	2.69	2.69	(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)	7.96		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan(\phi)$	(2+ π in cond. nd)	17.08		(-)
$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan(\phi)$	(0 in cond. nd)	7.31		(-)

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

$i_q = (1 - T / (N + B^* \cdot c' \cdot \cotg(\phi)))^m$	(1 in cond. nd)	0.51	0.51	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.44	0.44	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* \cdot c' \cdot \cotg(\phi)))^{m+1}$		0.37	0.37	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	90.53	90.53	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	-------	-------	----------------------

FS carico limite	$F = q_{lim} \cdot B^* / N$	Nmin	1.75	>	1
		Nmax	1.75	>	

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 53 di 235

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)					
$N = P_m + P_t + v + St_v + Sq_v \text{ perm} + Sq_v \text{ acc}$		149.50	(kN/m)		
Risultante forze orizzontali (T)					
$T = S_{th} + S_{qh} + f$		43.96	(kN/m)		
Coefficiente di attrito alla base (f)					
$f = tg\phi_1'$		0.41	(-)		
Fs scorr.	$(N*f + Sp) / T$	1.39	>		1

Verifica SLV+

Risultante forze verticali (N)					
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$		159.51	(kN/m)		
Risultante forze orizzontali (T)					
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh}$		49.97	(kN/m)		
Coefficiente di attrito alla base (f)					
$f = tg\phi_1'$		0.41	(-)		
Fs =	$(N*f + Sp) / T$	1.30	>		1

Verifica SLV-

Risultante forze verticali (N)					
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$		139.49	(kN/m)		
Risultante forze orizzontali (T)					
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh}$		47.08	(kN/m)		
Coefficiente di attrito alla base (f)					
$f = tg\phi_1'$		0.41	(-)		
Fs =	$(N*f + Sp) / T$	1.21	>		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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 54 di 235

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	34.42	(kNm/m)	
Fr =	Ms / Mr	7.37	>	1

Verifica SLV-

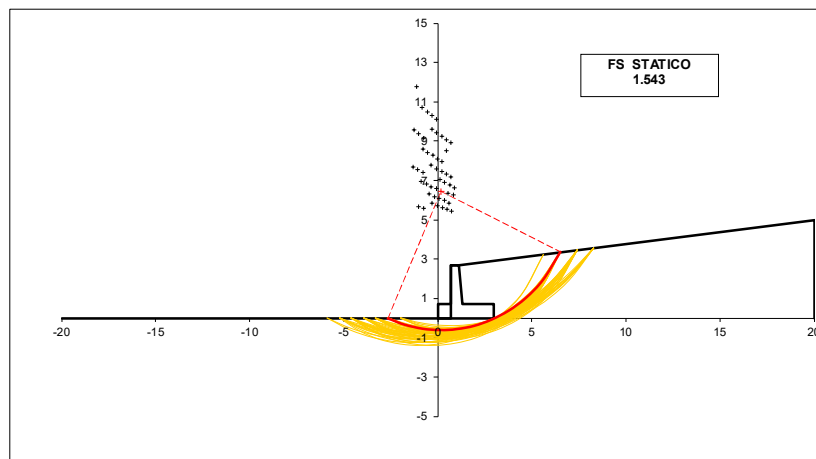
Momento stabilizzante (Ms)				
Ms =	Mm + Mt + Mfext3	253.72	(kNm/m)	
Momento ribaltante (Mr)				
Mr =	MSst+MSsq+Mfext1+Mfext2+MSp+MPs+Mpts	65.89	(kNm/m)	
Fr =	Ms / Mr	3.85	>	1

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 55 di 235

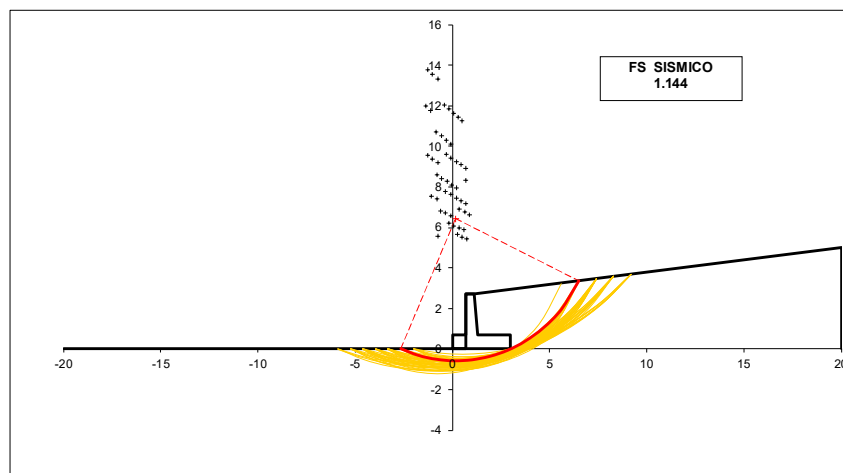
Verifica GEO a stabilità globale

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					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO					
		II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO					
		2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
		PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	56 di 235

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

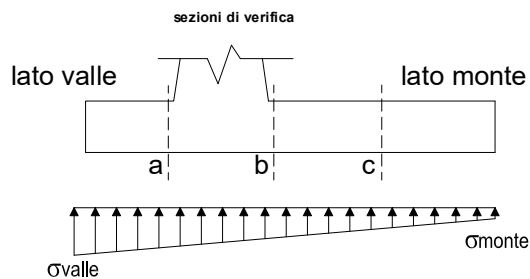
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

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

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

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

caso	N [kN]	M [kNm]	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_{monte} [kN/m ²]
statico	149.50	16.84	61.06	38.61
	206.50	-14.51	59.16	78.51
sisma+	159.51	14.45	62.80	43.54
	159.51	14.45	62.80	43.54
sisma-	139.49	16.47	57.48	35.52
	139.49	16.47	57.48	35.52



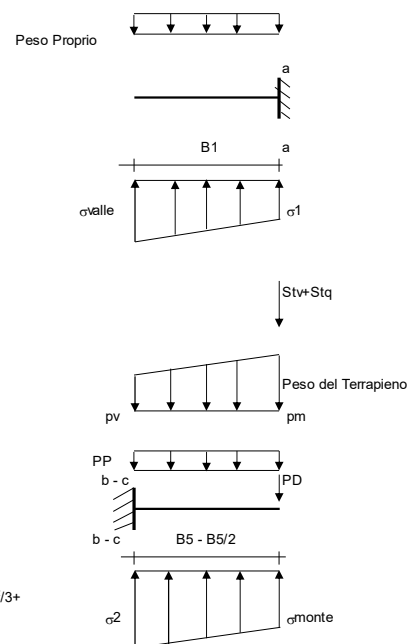
Mensola Lato Valle

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

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

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

caso	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_1 [kN/m ²]	Ma [kNm]	Va [kN]
statico	61.06	55.82	10.24	28.66
	59.16	63.67	10.57	30.74
sisma+	62.80	58.31	10.44	29.99
	62.80	58.31	10.73	29.99
sisma-	57.48	52.35	9.66	26.14
	57.48	52.35	9.38	26.14



Mensola Lato Monte

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

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

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	40.00	70.00	40.00	(kN/m ²)
pvb	40.00	70.00	40.00	(kN/m ²)
pvc	40.00	70.00	40.00	(kN/m ²)

$$M_b = (\sigma_{monte} \cdot (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_2 \cdot \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (pm - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 +$$

$$-(Stv + Sqv) \cdot B^5 \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B^5 \cdot Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2 / 2) + Msp + Sp \cdot H2 / 2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} \cdot (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B^5 / 2) / 2 + (\sigma_2 \cdot \sigma_{monte}) \cdot (B^5 / 2) / 6 - (pm - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B^5 / 2) / 3 +$$

$$-(Stv + Sqv) \cdot (B^5 / 2) \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B^5 / 2 - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2 / 2) + Msp + Sp \cdot H2 / 2$$

$$V_b = (\sigma_{monte} \cdot (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B^5 + (\sigma_2 \cdot \sigma_{monte}) \cdot B^5 / 2 - (pm - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^5 / 2 - (Stv + Sqv) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_c = (\sigma_{monte} \cdot (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B^5 / 2) + (\sigma_2 \cdot \sigma_{monte}) \cdot (B^5 / 2) / 2 - (pm - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B^5 / 2) / 2 - (Stv + Sqv) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{monte} [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Mb [kNm]	Vb [kN]	σ_2 [kN/m ²]	Mc [kNm]	Vc [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+	43.54	54.45	-20.48	-21.00	49.00	-5.78	-12.82
	43.54	54.45	-20.48	-21.00	49.00	-5.78	-12.82
sisma-	35.52	47.96	-20.21	-20.25	41.74	-5.80	-12.77
	35.52	47.96	-20.21	-20.25	41.74	-5.80	-12.77

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 57 di 235

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

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

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

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

$$N_{ext} = v$$

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

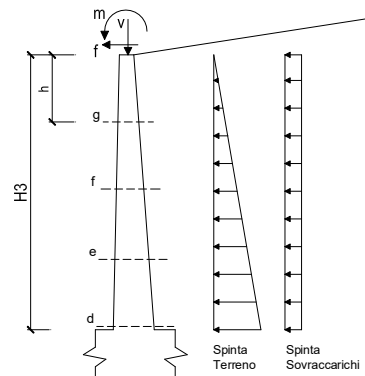
$$V_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

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

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

$$V_{ext} = f$$

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



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	Mext	Mtot	Next	Npp	Ntot
	[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	Vext	Vtot
	[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	Mt stat	Mt sism	Mq	Mext	Minerzia	Mtot	Next	Npp+inerzia	Ntot
	[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	2.37	0.00	0.00	3.13	11.83	0.00	26.67	26.67
e-e	1.50	2.68	1.00	0.00	0.00	1.70	5.37	0.00	19.01	19.01
f-f	1.00	0.79	0.30	0.00	0.00	0.73	1.81	0.00	12.00	12.00
g-g	0.50	0.10	0.04	0.00	0.00	0.17	0.31	0.00	5.67	5.67

sezione	h	Vt stat	Vt sism	Vq	Vext	Vinerzia	Vtot
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.00	9.52	3.55	0.00	0.00	3.35	16.41
e-e	1.50	5.35	2.00	0.00	0.00	2.39	9.73
f-f	1.00	2.38	0.89	0.00	0.00	1.51	4.77
g-g	0.50	0.59	0.22	0.00	0.00	0.71	1.53

condizione sismica -

sezione	h	Mt stat	Mt sism	Mq	Mext	Minerzia	Mtot	Next	Npp+inerzia	Ntot
	[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	1.55	0.00	0.00	3.13	11.02	0.00	23.33	23.33
e-e	1.50	2.68	0.65	0.00	0.00	1.70	5.02	0.00	16.62	16.62
f-f	1.00	0.79	0.19	0.00	0.00	0.73	1.71	0.00	10.50	10.50
g-g	0.50	0.10	0.02	0.00	0.00	0.17	0.30	0.00	4.96	4.96

sezione	h	Vt stat	Vt sism	Vq	Vext	Vinerzia	Vtot
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.00	9.52	2.32	0.00	0.00	3.35	15.18
e-e	1.50	5.35	1.31	0.00	0.00	2.39	9.04
f-f	1.00	2.38	0.58	0.00	0.00	1.51	4.47
g-g	0.50	0.59	0.15	0.00	0.00	0.71	1.45

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			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A
						FOGLIO
						58 di 235

In definitiva risulta:

- Armatura longitudinale

Posizione 1: 1 registro 5 Ø16

Posizione 4: 1 registro 5 Ø16

Posizione 5: 1 registro 5 Ø16

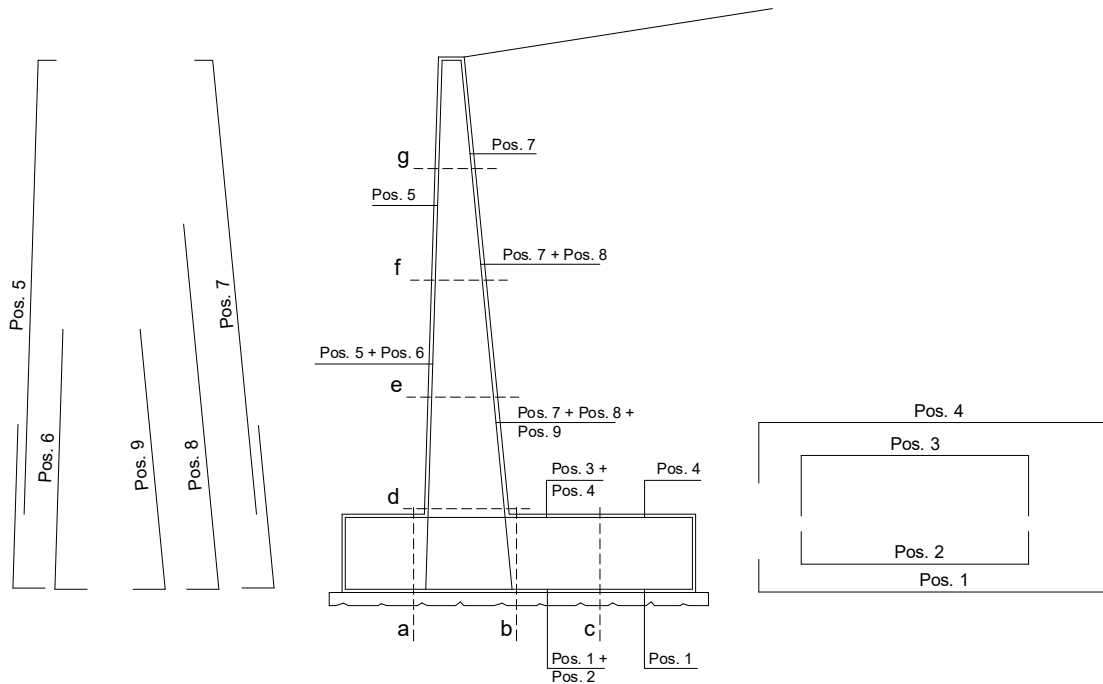
Posizione 7: 1 registro 5 Ø16

- 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					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	59 di 235

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)
a - a	10.73	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	10.05	216.89
e - e	11.51	17.81	0.55	10.05	10.05	195.04
f - f	4.60	11.25	0.50	10.05	10.05	173.67
g - g	1.02	5.31	0.45	10.05	10.05	152.73

(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	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. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 60 di 235

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) $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

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 2° 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
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	61 di 235

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

Mensola Lato Valle

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

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

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	max Freq	N max QP	
pm	40.00	60.00	60.00	(kN/m ²)
pvb	40.00	60.00	60.00	(kN/m ²)
pvc	40.00	60.00	60.00	(kN/m ²)

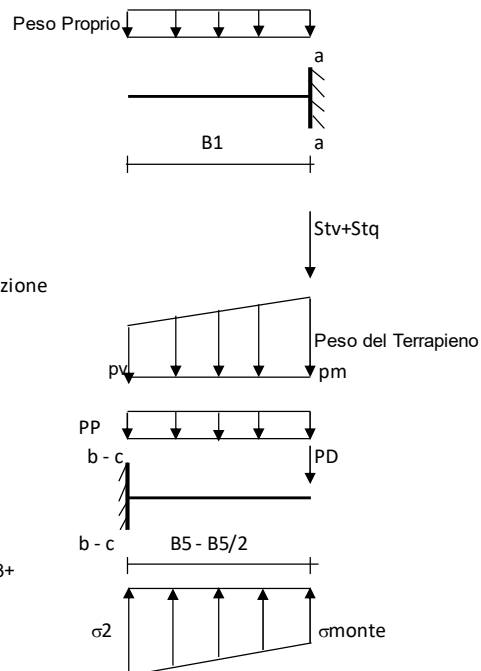
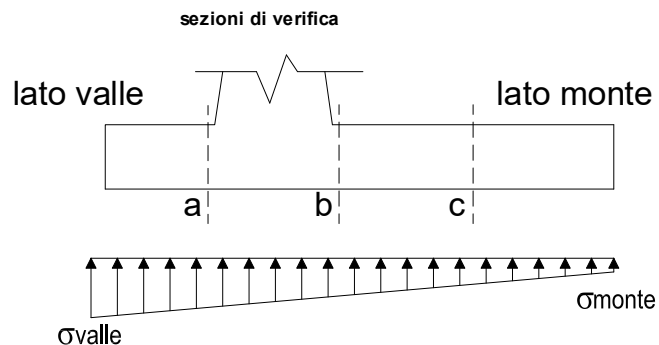
$$Mb = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (pm - p_{vb}) \cdot B^2 / 3 +$$

$$-(Stv + Sqv) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (B/2 - Bd/2) + M_{sp} + Sp \cdot H^2 / 2$$

$$Mc = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP)) \cdot (B/2)^2 / 2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B/2)^2 / 6 - (pm - p_{vc}) \cdot (B/2)^2 / 3 +$$

$$-(Stv + Sqv) \cdot (B/2) \cdot PD \cdot (B/2 - Bd/2) + M_{sp} + Sp \cdot H^2 / 2$$

caso	σ_{monte} [kN/m ²]	σ_{2b} [kN/m ²]	Mb [kNm]	σ_{2c} [kN/m ²]	Mc [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 2° 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
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	62 di 235

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

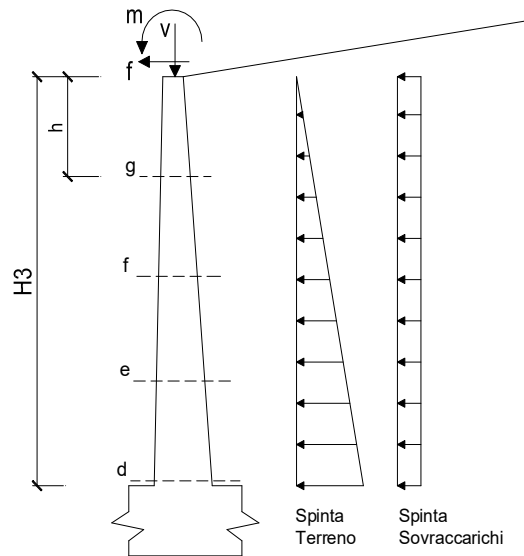
Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

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

$$N_{ext} = v$$



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	wk	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	10.05	0.54	20.05	0.035	0.200
e - e	8.03	17.81	0.55	10.05	10.05	0.31	9.53	0.015	0.200
f - f	3.17	11.25	0.50	10.05	10.05	0.14	2.83	0.004	0.200
g - g	0.69	5.31	0.45	10.05	10.05	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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 63 di 235

Verifiche alle tensioni

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

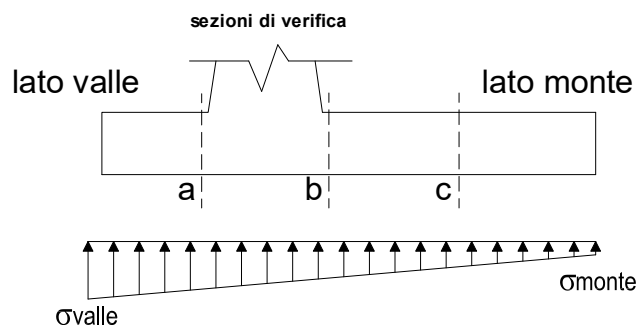
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

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

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

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

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+	159.51	14.45	62.80	43.54
	159.51	14.45	62.80	43.54
sisma-	139.49	16.47	57.48	35.52
	139.49	16.47	57.48	35.52

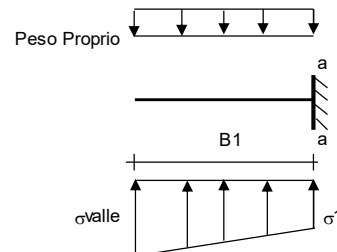


Mensola Lato Valle

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

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

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+	62.80	58.31	10.44
	62.80	58.31	10.44
sisma-	57.48	52.35	9.66
	57.48	52.35	9.66



Mensola Lato Monte

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

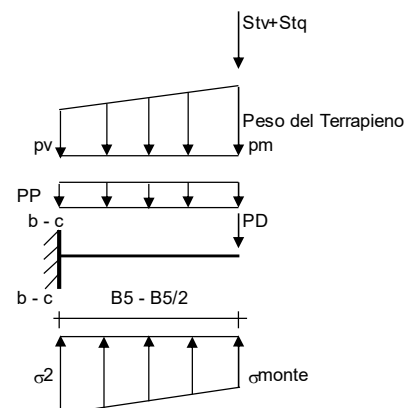
$$\text{PD} = 0.00 \text{ (kN/m)} \quad \text{peso proprio dente}$$

$$\begin{matrix} N_{min} & N_{max} & stat & N_{max} & sism \\ pm & = & 40.00 & 60.00 & 40.00 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ pvb & = & 40.00 & 60.00 & 40.00 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ pvc & = & 40.00 & 60.00 & 40.00 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{matrix}$$

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

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

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+	43.54	54.45	-20.48	49.00	-5.78
	43.54	54.45	-20.48	49.00	-5.78
sisma-	35.52	47.96	-20.21	41.74	-5.80
	35.52	47.96	-20.21	41.74	-5.80



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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 64 di 235

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

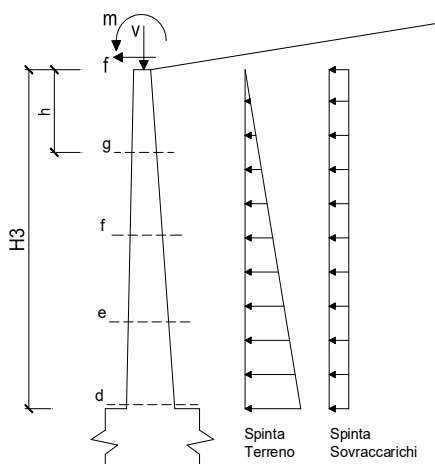
$$M_q = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot q \cdot h^2$$

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

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

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

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



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	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	2.37	0.00	0.00	3.13	11.83	0.00	26.67	26.67
e-e	1.50	2.68	1.00	0.00	0.00	1.70	5.37	0.00	19.01	19.01
f-f	1.00	0.79	0.30	0.00	0.00	0.73	1.81	0.00	12.00	12.00
g-g	0.50	0.10	0.04	0.00	0.00	0.17	0.31	0.00	5.67	5.67

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	1.55	0.00	0.00	3.13	11.02	0.00	23.33	23.33
e-e	1.50	2.68	0.65	0.00	0.00	1.70	5.02	0.00	16.62	16.62
f-f	1.00	0.79	0.19	0.00	0.00	0.73	1.71	0.00	10.50	10.50
g-g	0.50	0.10	0.02	0.00	0.00	0.17	0.30	0.00	4.96	4.96

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					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	65 di 235

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	10.05	0.54	20.05
e - e	8.03	17.81	0.55	10.05	10.05	0.31	9.53
f - f	3.17	11.25	0.50	10.05	10.05	0.14	2.83
g - g	0.69	5.31	0.45	10.05	10.05	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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	66 di 235

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.

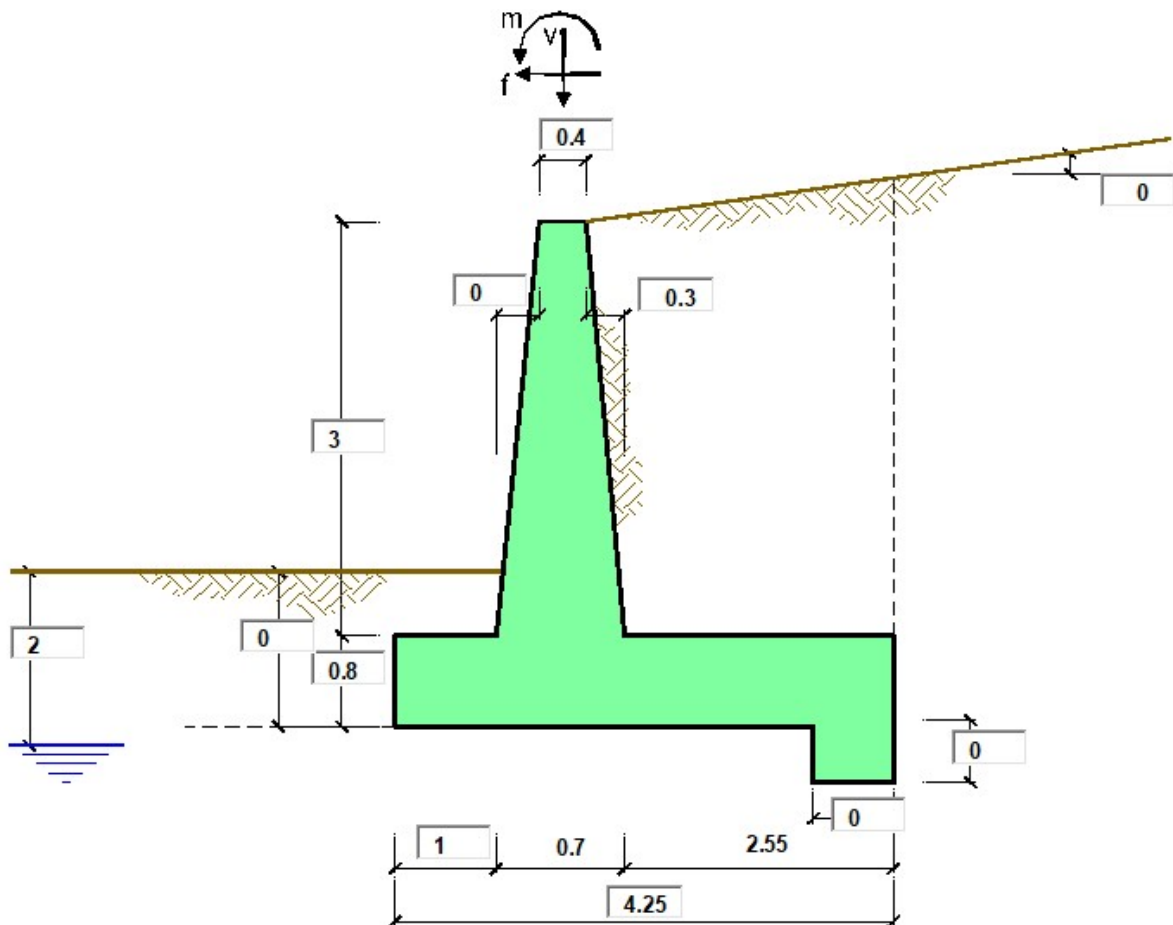
FONDAZIONE				
VOLUME CLS (mc/m)				2.1
	ϕ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
Trasv. Inf.	16	4.4	5	34.7
Trasv. Sup.	16	4.4	5	34.7
Long. Sup.	14	1.0	15	18.1
Long. Inf.	14	1.0	15	18.1
Parete	14	1.0	6	7.2
Attese	16	2.0	10	31.6
Spilli				0.0
Cavallotti	16	2.6	10.00	41.0
				0.0
				0.0
INCREMENTO %				15%
PESO TOTALE ARMATURA				213
INCIDENZA (kg/mc)				102

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
INCREMENTO %				20%
PESO TOTALE ARMATURA				94
INCIDENZA (kg/mc)				94

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NV.19.0.0.001</td> <td>A</td> <td>67 di 235</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	67 di 235
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	67 di 235								

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 68 di 235

9.5.1 Analisi dei carichi

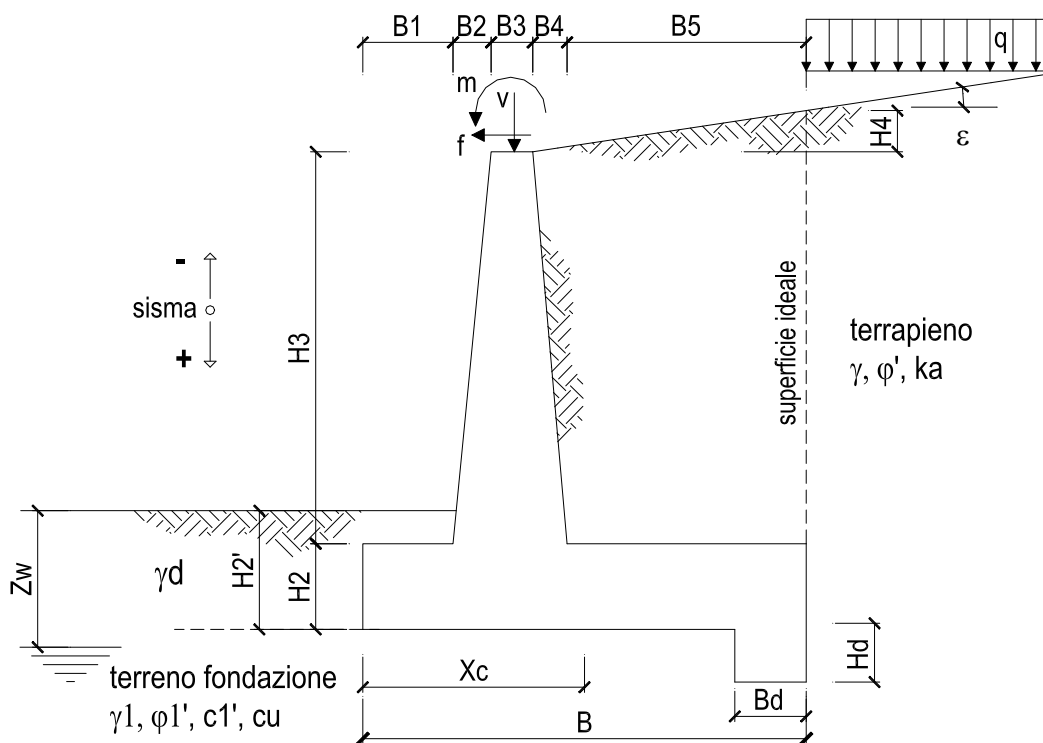
Si riporta nel seguito la valutazione dell'entità dei carichi fissi e variabili che intervengono ai fini delle analisi e verifiche delle opere di sostegno oggetto del presente documento.

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 $\gamma_m = 25$ kN/m³. Il terreno di riempimento ha peso per unità di volume $\gamma_{rint} = 20$ kN/ m³.

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 69 di 235

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 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma')/2$	(kN/m)	9.00
Sovr =	$qp \cdot (B4 + B5)$	(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	$qs \cdot (B4 + B5)$	(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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 70 di 235

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:

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

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						
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					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	71 di 235

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:

$$\frac{a_{max}}{g} = S_s \cdot S_T \cdot \frac{a_E}{g}$$

dove:

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

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

$\frac{a_E}{g} = 0.22$ 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 $\beta \leq \varphi - \theta$

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

per $\beta > \varphi - \theta$

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

dove:

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

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 72 di 235

Dati Sismici	Accelerazione sismica	a _g /g	0.364	(-)
	Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	S _s	1.187	(-)
	Coefficiente Amplificazione Topografico	S _T	1	(-)
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β _s	0.31	(-)
	Coefficiente sismico orizzontale	kh	0.13394108	(-)
	Coefficiente sismico verticale	kv	0.0670	(-)
	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+	0.306	0.306	0.385	0.385
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica si	kas-	0.317	0.317	0.398	0.398
	Coeff. Di Spinta Passiva	kp	2.464	2.464	2.075	2.075
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica	kps+	2.256	2.256	1.880	1.880
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica	kps-	2.224	2.224	1.849	1.849

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

$$F_i = k_R \cdot W_i$$

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 73 di 235

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

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

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 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:

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

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:

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

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				
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			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A
						FOGLIO 74 di 235

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 =	$Pm1*(B1+2/3 B2)$	(kNm/m)	0.00
Mm2 =	$Pm2*(B1+B2+0,5*B3)$	(kNm/m)	36.00
Mm3 =	$Pm3*(B1+B2+B3+1/3 B4)$	(kNm/m)	16.88
Mm4 =	$Pm4*(B/2)$	(kNm/m)	180.63
Mm5 =	$Pm5*(B - Bd/2)$	(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 =	$Pt1*(B1+B2+B3+B4+0,5*B5)$	(kNm/m)	455.18
Mt2 =	$Pt2*(B1+B2+B3+2/3*(B4+B5))$	(kNm/m)	0.00
Mt3 =	$Pt3*(B1+B2+B3+2/3*B4)$	(kNm/m)	14.40
Msovr =	$Sovr*(B1+B2+B3+1/2*(B4+B5))$	(kNm/m)	0.00
Mt =	$Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr$	(kNm/m)	469.58
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro			
Sovr acc. Stat	$*(B1+B2+B3+1/2*(B4+B5))$	(kNm/m)	161.025
Sovr acc. Sism	$*(B1+B2+B3+1/2*(B4+B5))$	(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				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A
						FOGLIO
						75 di 235

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)

Ps h =	$P_m * k_h$	(kN/m)	16.91
Ps v =	$P_m * k_v$	(kN/m)	8.46

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

Ptsh =	$P_t * k_h$	(kN/m)	21.70
Ptsv =	$P_t * k_v$	(kN/m)	10.85

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

MPs1 h=	$k_h * P_m1 * (H_2 + H_3/3)$	(kNm/m)	0.00
MPs2 h=	$k_h * P_m2 * (H_2 + H_3/2)$	(kNm/m)	9.24
MPs3 h=	$k_h * P_m3 * (H_2 + H_3/3)$	(kNm/m)	2.71
MPs4 h=	$k_h * P_m4 * (H_2/2)$	(kNm/m)	4.55
MPs5 h=	$-k_h * P_m5 * (H_d/2)$	(kNm/m)	0.00
MPs h=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	16.51

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

MPs1 v=	$k_v * P_m1 * (B_1 + 2/3 * B_2)$	(kNm/m)	0.00
MPs2 v=	$k_v * P_m2 * (B_1 + B_2 + B_3/2)$	(kNm/m)	2.41
MPs3 v=	$k_v * P_m3 * (B_1 + B_2 + B_3 + B_4/3)$	(kNm/m)	1.13
MPs4 v=	$k_v * P_m4 * (B/2)$	(kNm/m)	12.10
MPs5 v=	$k_v * P_m5 * (B - B_d/2)$	(kNm/m)	0.00
MPs v=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	15.64

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

MPts1 h=	$k_h * P_t1 * (H_2 + H_3/2)$	(kNm/m)	47.13
MPts2 h=	$k_h * P_t2 * (H_2 + H_3 + H_4/3)$	(kNm/m)	0.00
MPts3 h=	$k_h * P_t3 * (H_2 + H_3 * 2/3)$	(kNm/m)	3.38
MPts h=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	50.51

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

MPts1 v=	$k_v * P_t1 * ((H_2 + H_3/2) - (B - B_5/2) * 0.5)$	(kNm/m)	30.48
MPts2 v=	$k_v * P_t2 * ((H_2 + H_3 + H_4/3) - (B - B_5/3) * 0.5)$	(kNm/m)	0.00
MPts3 v=	$k_v * P_t3 * ((H_2 + H_3 * 2/3) - (B_1 + B_2 + B_3 + 2/3 * B_4) * 0.5)$	(kNm/m)	1.12
MPts v=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	31.60

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					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	76 di 235

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica			SLE
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	34.35
Sq perm =	$q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$	(kN/m)	0.00
Sq acc =	$q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$	(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

			SLE
MSt1 =	$St \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	43.51
MSt2 =	$St \cdot B$	(kNm/m)	0.00
MSq1 perm =	$Sq \text{ h perm} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	0.00
MSq1 acc =	$Sq \text{ h acc} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	34.35
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 =	$\gamma \cdot H_d^3 \cdot k_p / 3 + (2 \cdot c \cdot k_p^{0.5} + \gamma \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(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.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	77 di 235

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 =	$\frac{1}{2} \cdot g_1 \cdot H_d^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot H_d^2 \cdot k_p + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d$	(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) 43.51	56.56	61.80
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) 34.35	51.53	66.53
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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 78 di 235

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)	12.81	12.81	14.97
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)	34.35	34.35	44.36
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	12.81	12.81	14.97
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

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)	43.51	43.51	56.18
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	16.22	16.22	18.96
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 RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 79 di 235

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)	8.38	8.38	9.23
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)	34.35	34.35	44.36
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	8.38	8.38	9.23
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

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)	43.51	43.51	56.18
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	10.61	10.61	11.70
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 RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 80 di 235

Spinte e momenti SLU A2

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	34.35	44.36	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	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

MSt1 =	$St \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	43.51	56.18	61.80
MSt2 =	$Stv \cdot B$	(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	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 =	$\gamma \cdot 1 \cdot H_d^3 \cdot k_p / 3 + (2 \cdot c \cdot 1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma \cdot 1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(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			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	81 di 235

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)	12.81	14.97	14.97
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)	34.35	44.36	44.36
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	12.81	14.97	14.97
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

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)	43.51	56.18	56.18
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	16.22	18.96	18.96
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				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	82 di 235

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)	8.38	9.23	9.23
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)	34.35	44.36	44.36
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	8.38	9.23	9.23
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

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)	43.51	56.18	56.18
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	10.61	11.70	11.70
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				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A
						FOGLIO
						83 di 235

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 = Pm + Pt + v + Stv + Sqv (+ Sovr acc)		288.25	362.35	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T = Sth + Sqh + f - Sp		74.71	74.71	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM = ΣM		589.23	798.56	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M = Xc*N - MM		23.30	-28.57	(kNm/m)

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

Fondazione Nastriforme

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

c1'	coesione terreno di fondaz.	4.80		(kPa)
φ1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	20.46		(°)
γ1	peso unità di volume terreno fondaz.	14.71		(kN/m ³)
q0 = γd'H2'	sovraccarico stabilizzante	0.00		(kN/m ²)
e = M / N	eccentricità	0.08	-0.08	(m)
B* = B - 2e	larghezza equivalente	4.09	4.09	(m)

I valori di Nc, Nq e Nγ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

Nq = tg ² (45 + φ'/2)*e ^{(π*tg(φ'))}	(1 in cond. nd)	6.70		(-)
Nc = (Nq - 1)/tg(φ')	(2+π in cond. nd)	15.27		(-)
Nγ = 2*(Nq + 1)*tg(φ')	(0 in cond. nd)	5.74		(-)

I valori di ic, iq e iγ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

iq = (1 - T/(N + B*c*cotgφ')) ^m	(1 in cond. nd)	0.61	0.67	(-)
ic = iq - (1 - iq)/(Nq - 1)		0.54	0.54	(-)
iγ = (1 - T/(N + B*c*cotgφ')) ^{m+1}		0.48	0.48	(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

q _{lim}	(carico limite unitario)	121.87	121.88	(kN/m ²)
------------------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = q_{lim}*B*/ N	Nmin	1.73	>	1
		Nmax	1.38	>	

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			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A
						FOGLIO
						84 di 235

Verifica SLV+

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} + (S_{ovr acc})$		307.55	307.55	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$		97.93		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \sum M$		608.15	608.15	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c \cdot N - MM$		45.40	45.40	(kNm/m)

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

Fondazione Nastriforme

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

c'	coesione terreno di fondaz.	4.80		(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)
$q_0 = \gamma \cdot d \cdot H_2'$	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)

$N_q = \tan^2(45 + \phi/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan(\phi))}$	(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)

$i_q = (1 - T / (N + B^* \cdot c' \cdot \cotg(\phi)))^m$	(1 in cond. nd)	0.53	0.53	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.45	0.45	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* \cdot c' \cdot \cotg(\phi)))^{m+1}$		0.38	0.38	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	96.77	96.77	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	-------	-------	----------------------

FS carico limite	$F = q_{lim} \cdot B^* / N$	Nmin	1.24	>	1
		Nmax	1.24	>	

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 85 di 235

Verifica SLV-

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$		268.95	268.95	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$		92.20		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \sum M$		520.94	520.94	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c \cdot N - MM$		50.57	50.57	(kNm/m)

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

Fondazione Nastriforme

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

c'	coesione terreno di fondaz.	4.80		(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)
$q_0 = \gamma_d \cdot H_2'$	sovraccarico stabilizzante	0.00		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.19	0.19	(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)

$i_q = (1 - T / (N + B^* \cdot c' \cdot \cotg(\phi)))^m$	(1 in cond. nd)	0.51	0.51	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.42	0.42	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* \cdot c' \cdot \cotg(\phi)))^{m+1}$		0.36	0.36	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	89.42	89.42	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	-------	-------	----------------------

FS carico limite	$F = q_{lim} \cdot B^* / N$	Nmin	1.29	>	1
		Nmax	1.29	>	

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 86 di 235

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)					
$f = \text{tg} \rho_1'$		0.37	(-)		
Fs scorr.	$(N \cdot f + S_p) / T$	1.44	>		1

Verifica SLV+

Risultante forze verticali (N)					
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$		307.55	(kN/m)		
Risultante forze orizzontali (T)					
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh}$		97.93	(kN/m)		
Coefficiente di attrito alla base (f)					
$f = \text{tg} \rho_1'$		0.37	(-)		
Fs =	$(N \cdot f + S_p) / T$	1.17	>		1

Verifica SLV-

Risultante forze verticali (N)					
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$		268.95	(kN/m)		
Risultante forze orizzontali (T)					
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh}$		92.20	(kN/m)		
Coefficiente di attrito alla base (f)					
$f = \text{tg} \rho_1'$		0.37	(-)		
Fs =	$(N \cdot f + S_p) / T$	1.09	>		1

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			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	87 di 235

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	94.92	(kNm/m)	
Fr =	Ms / Mr	7.41	>	1

Verifica SLV-

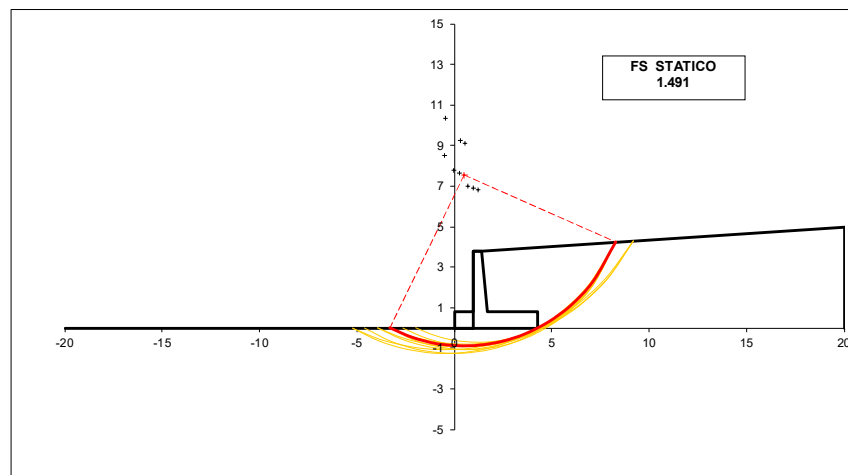
Momento stabilizzante (Ms)				
Ms =	Mm + Mt + Mfext3	703.08	(kNm/m)	
Momento ribaltante (Mr)				
Mr =	MSst+MSsq+Mfext1+Mfext2+MSp+MPs+Mpts	182.14	(kNm/m)	
Fr =	Ms / Mr	3.86	>	1

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					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	88 di 235

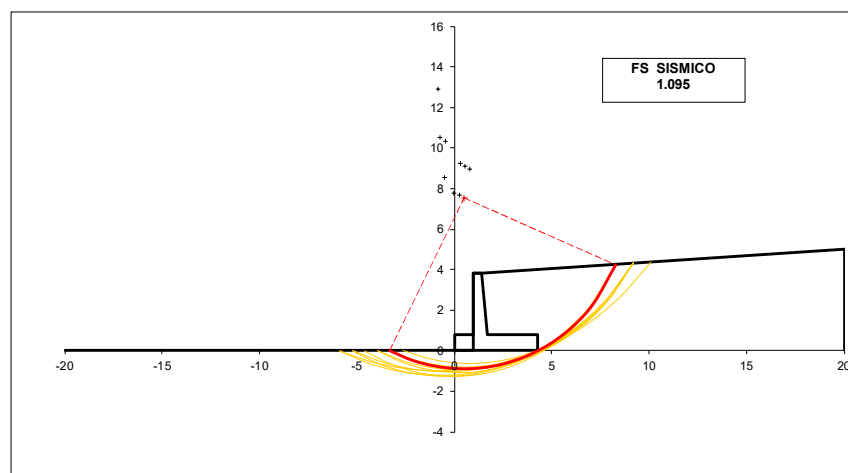
Verifica GEO a stabilità globale

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				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO				
		II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
		2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
		PROGETTO ESECUTIVO				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	89 di 235

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

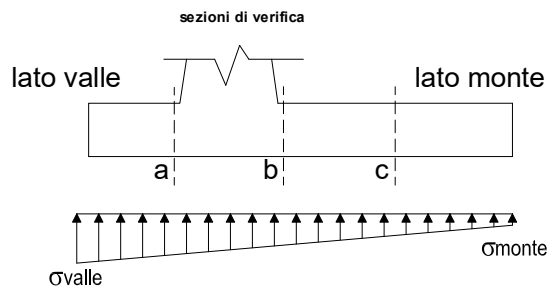
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

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

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

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

caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
statico	288.25	17.55	73.65	62.00
	373.75	-42.30	73.89	101.99
sisma+	307.55	29.99	82.33	62.40
	307.55	29.99	82.33	62.40
sisma-	268.95	36.81	75.51	51.05
	268.95	36.81	75.51	51.05



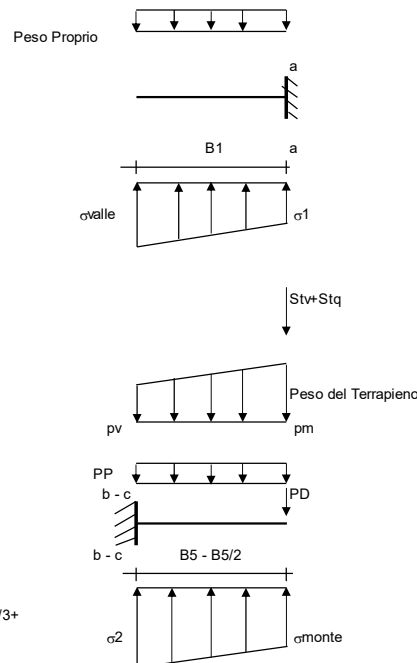
Mensola Lato Valle

$$\text{Peso Proprio. } PP = 20.00 \text{ (kN/m)}$$

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

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

caso	σ_{valle}	σ_1	M_a	V_a
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	73.65	70.91	26.37	52.28
	73.89	80.50	28.05	57.19
sisma+	82.33	77.64	29.71	58.65
	82.33	77.64	30.38	58.65
sisma-	75.51	69.75	27.47	51.29
	75.51	69.75	26.80	51.29



Mensola Lato Monte

$$PP = 20.00 \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad \text{peso proprio soletta fondazione}$$

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

	Nmin	N max stat	N max sism
pm	60.00	90.00	60.00
pvb	60.00	90.00	60.00
pvc	60.00	90.00	60.00

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

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

$$V_b = (\sigma_{monte} \cdot (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 2 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B - (Stv + Sqv) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

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

caso	σ_{monte}	σ_{2b}	M_b	V_b	σ_{2c}	M_c	V_c
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]	[kN/m ²]	[kNm]	[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+	62.40	74.36	-61.68	-43.29	68.38	-17.04	-25.46
	62.40	74.36	-61.68	-43.29	68.38	-17.04	-25.46
sisma-	51.05	65.73	-60.79	-41.44	58.39	-17.19	-25.40
	51.05	65.73	-60.79	-41.44	58.39	-17.19	-25.40

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				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo	Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	90 di 235

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

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

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

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

$$N_{ext} = v$$

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

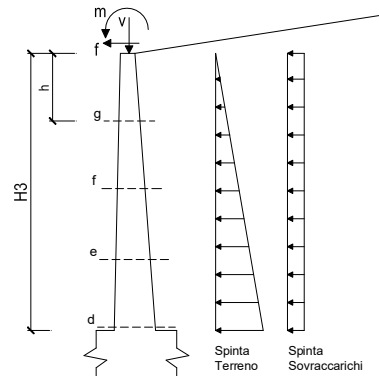
$$V_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

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

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

$$V_{ext} = f$$

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



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	Mext	Mtot	Next	Npp	Ntot
	[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	Vext	Vtot
	[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	Mt _{stat}	Mt _{sism}	Mq	Mext	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	7.98	0.00	0.00	7.53	36.93	0.00	44.01	44.01
e-e	2.25	9.03	3.37	0.00	0.00	4.03	16.43	0.00	30.76	30.76
f-f	1.50	2.68	1.00	0.00	0.00	1.70	5.37	0.00	19.01	19.01
g-g	0.75	0.33	0.12	0.00	0.00	0.40	0.86	0.00	8.75	8.75

sezione	h	Vt _{stat}	Vt _{sism}	Vq	Vext	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.00	21.41	7.98	0.00	0.00	5.53	34.92
e-e	2.25	12.04	4.49	0.00	0.00	3.86	20.39
f-f	1.50	5.35	2.00	0.00	0.00	2.39	9.73
g-g	0.75	1.34	0.50	0.00	0.00	1.10	2.94

condizione sismica -

sezione	h	Mt _{stat}	Mt _{sism}	Mq	Mext	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	5.22	0.00	0.00	7.53	34.17	0.00	38.49	38.49
e-e	2.25	9.03	2.20	0.00	0.00	4.03	15.26	0.00	26.90	26.90
f-f	1.50	2.68	0.65	0.00	0.00	1.70	5.02	0.00	16.62	16.62
g-g	0.75	0.33	0.08	0.00	0.00	0.40	0.82	0.00	7.65	7.65

sezione	h	Vt _{stat}	Vt _{sism}	Vq	Vext	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.00	21.41	5.22	0.00	0.00	5.53	32.16
e-e	2.25	12.04	2.94	0.00	0.00	3.86	18.84
f-f	1.50	5.35	1.31	0.00	0.00	2.39	9.04
g-g	0.75	1.34	0.33	0.00	0.00	1.10	2.76

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 91 di 235

In definitiva risulta:

- Armatura longitudinale

Posizione 1: 1 registro 5 Ø16

Posizione 4: 1 registro 5 Ø16

Posizione 5: 1 registro 5 Ø16

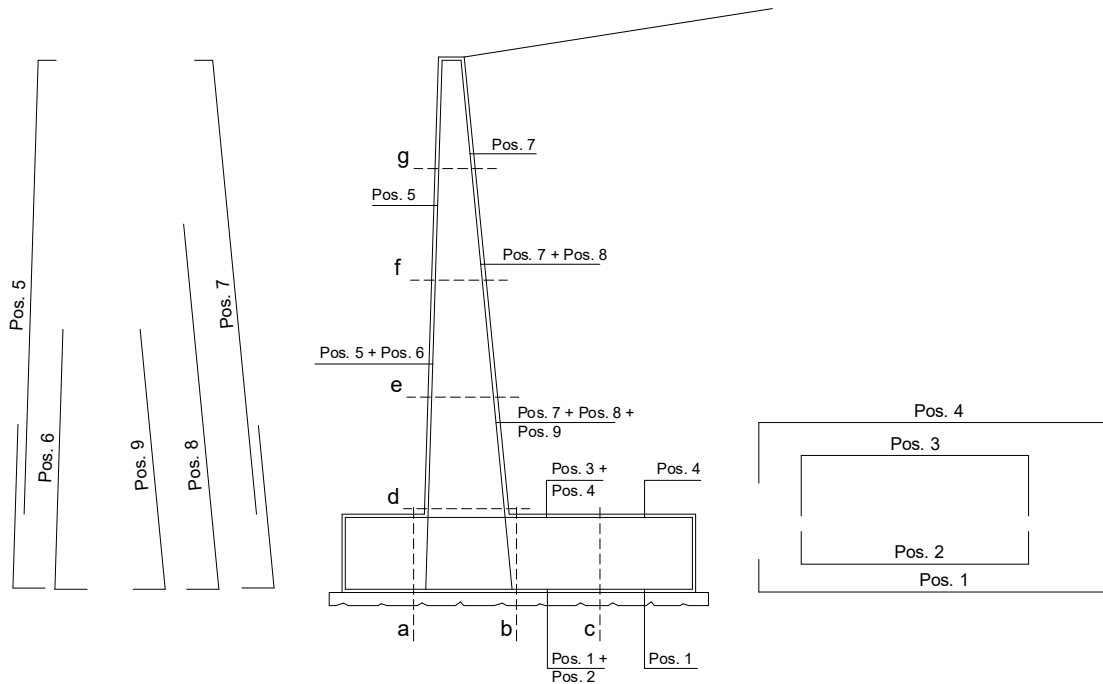
Posizione 7: 1 registro 5 Ø16

- 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					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	92 di 235

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)
a - a	30.38	0.00	0.80	10.05	10.05	289.53
b - b	-61.68	0.00	0.80	10.05	10.05	289.53
c - c	-17.19	0.00	0.80	10.05	10.05	289.53
d - d	59.95	41.25	0.70	10.05	10.05	262.21
e - e	29.81	28.83	0.63	10.05	10.05	228.01
f - f	11.51	17.81	0.55	10.05	10.05	195.04
g - g	2.44	8.20	0.48	10.05	10.05	163.15

(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	58.65	0.80	263.67	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
b - b	43.29	0.80	263.67	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
c - c	25.46	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. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 93 di 235

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) $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

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): $0.55 f_{ck}$
- Combinazione di carico quasi permanente: $0.40 f_{ck}$

Acciaio

- Combinazione di carico caratteristica (RARA): $0.75 f_{yk}$

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 94 di 235

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

Mensola Lato Valle

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

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

Mensola Lato Monte

$$PP = 20.00 \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad \text{peso proprio soletta fondazione}$$

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

	Nmin	max Freq	N max QP	
pm	60.00	80.00	80.00	(kN/m ²)
pvb	60.00	80.00	80.00	(kN/m ²)
pvc	60.00	80.00	80.00	(kN/m ²)

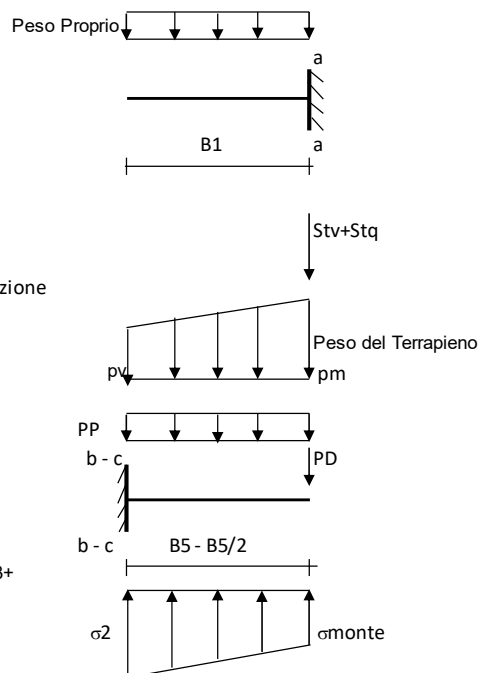
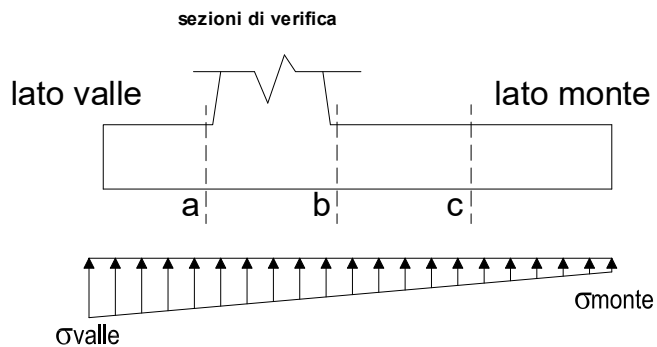
$$Mb = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (pm - p_{vb}) \cdot B^2 / 3 +$$

$$-(Stv + Sqv) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (B^2 - Bd) / 2 + M_{sp} + Sp \cdot H^2 / 2$$

$$Mc = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP)) \cdot (B^2 / 2)^2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B^2 / 2)^2 / 6 - (pm - p_{vc}) \cdot (B^2 / 2)^2 / 3 +$$

$$-(Stv + Sqv) \cdot (B^2 / 2) \cdot PD \cdot (B^2 / 2 - Bd) / 2 + M_{sp} + Sp \cdot H^2 / 2$$

caso	σ_{monte} [kN/m ²]	σ_{2b} [kN/m ²]	Mb [kNm]	σ_{2c} [kN/m ²]	Mc [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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 95 di 235

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

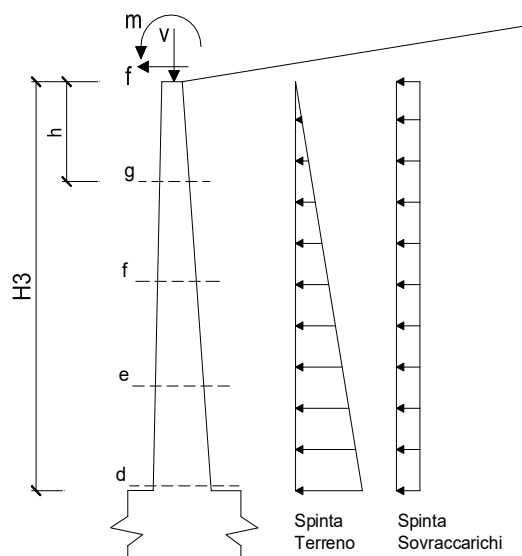
Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

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

$$N_{ext} = v$$



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	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	23.25	0.00	0.80	10.05	10.05	0.48	33.68	0.064	0.200
b - b	-31.37	0.00	0.80	10.05	10.05	0.64	45.44	0.086	0.200
c - c	-7.16	0.00	0.80	10.05	10.05	0.15	10.37	0.020	0.200
d - d	42.82	41.25	0.70	10.05	10.05	1.11	52.44	0.099	0.200
e - e	21.07	28.83	0.63	10.05	10.05	0.66	26.74	0.048	0.200
f - f	8.03	17.81	0.55	10.05	10.05	0.31	9.53	0.015	0.200
g - g	1.67	8.20	0.48	10.05	10.05	0.08	0.96	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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 2.2.E.ZZ CL NV.19.0.0.001 A 96 di 235

Verifiche alle tensioni

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

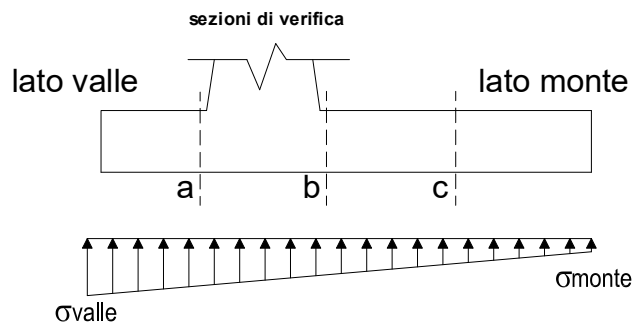
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

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

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

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

caso	N [kN]	M [kNm]	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_{monte} [kN/m ²]
statico	288.25	-12.68	63.61	72.04
	345.25	-52.58	63.77	98.70
sisma+	307.55	29.99	82.33	62.40
	307.55	29.99	82.33	62.40
sisma-	268.95	36.81	75.51	51.05
	268.95	36.81	75.51	51.05

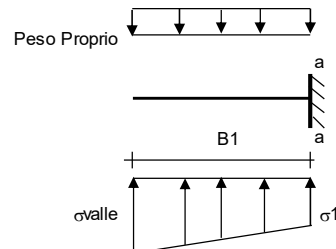


Mensola Lato Valle

$$\text{Peso Proprio. PP} = 20.00 \text{ (kN/m)}$$

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

caso	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_1 [kN/m ²]	M_a [kNm]
statico	63.61	65.59	22.14
	63.77	71.99	23.25
sisma+	82.33	77.64	29.71
	82.33	77.64	29.71
sisma-	75.51	69.75	27.47
	75.51	69.75	27.47



Mensola Lato Monte

$$PP = 20.00 \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad \text{peso proprio soletta fondazione}$$

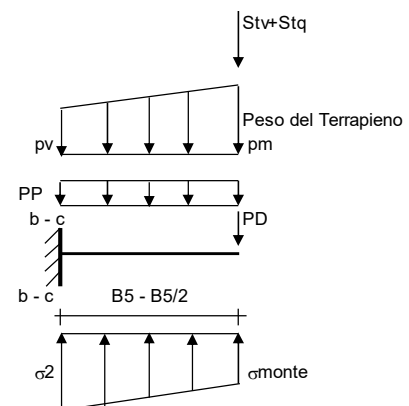
$$PD = 0.00 \text{ (kN/m)} \quad \text{peso proprio dente}$$

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	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)

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

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

caso	σ_{monte} [kN/m ²]	σ_{2b} [kN/m ²]	M_b [kNm]	σ_{2c} [kN/m ²]	M_c [kNm]
statico	72.04	66.98	-31.37	69.51	-7.16
	98.70	77.74	-26.93	88.22	-3.89
sisma+	62.40	74.36	-61.68	68.38	-17.04
	62.40	74.36	-61.68	68.38	-17.04
sisma-	51.05	65.73	-60.79	58.39	-17.19
	51.05	65.73	-60.79	58.39	-17.19



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					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	97 di 235

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

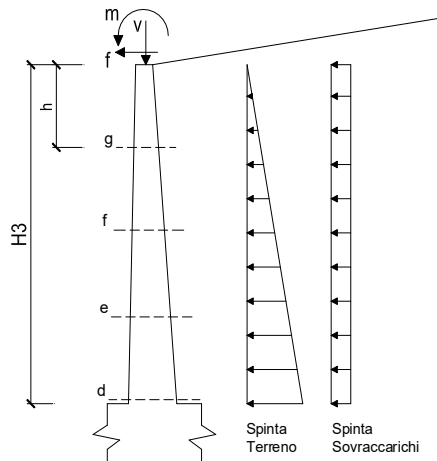
$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{orizz.}} \cdot q \cdot h^2$$

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

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

$$N_{ext} = v$$

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



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	7.98	0.00	0.00	7.53	36.93	0.00	44.01	44.01
e-e	2.25	9.03	3.37	0.00	0.00	4.03	16.43	0.00	30.76	30.76
f-f	1.50	2.68	1.00	0.00	0.00	1.70	5.37	0.00	19.01	19.01
g-g	0.75	0.33	0.12	0.00	0.00	0.40	0.86	0.00	8.75	8.75

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	5.22	0.00	0.00	7.53	34.17	0.00	38.49	38.49
e-e	2.25	9.03	2.20	0.00	0.00	4.03	15.26	0.00	26.90	26.90
f-f	1.50	2.68	0.65	0.00	0.00	1.70	5.02	0.00	16.62	16.62
g-g	0.75	0.33	0.08	0.00	0.00	0.40	0.82	0.00	7.65	7.65

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 2° 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	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	98 di 235
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo							

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	23.25	0.00	0.80	10.05	10.05	0.48	33.68
b - b	-31.37	0.00	0.80	10.05	10.05	0.64	45.44
c - c	-7.16	0.00	0.80	10.05	10.05	0.15	10.37
d - d	42.82	41.25	0.70	10.05	10.05	1.11	52.44
e - e	21.07	28.83	0.63	10.05	10.05	0.66	26.74
f - f	8.03	17.81	0.55	10.05	10.05	0.31	9.53
g - g	1.67	8.20	0.48	10.05	10.05	0.08	0.96

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	99 di 235

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.

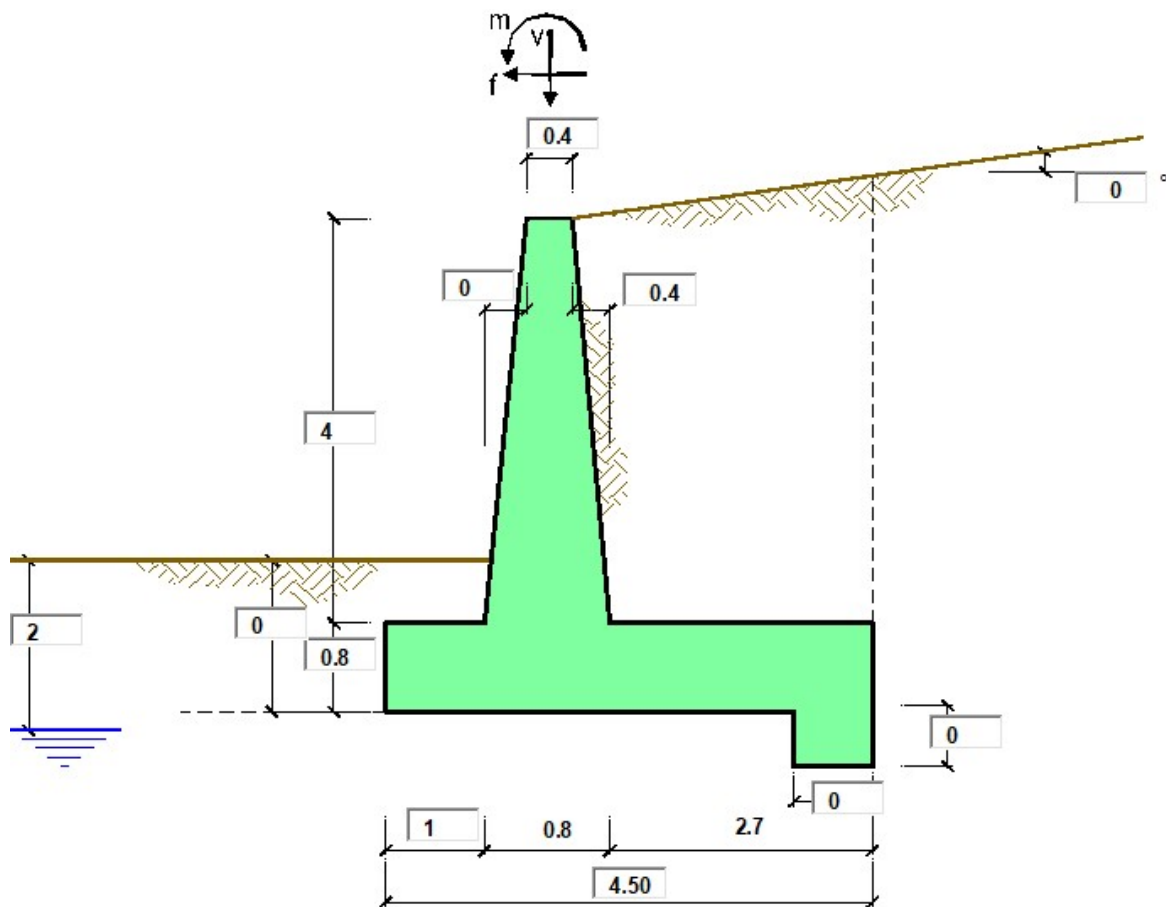
FONDAZIONE				
VOLUME CLS (mc/m)				3.4
	φ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
Trasv. Inf.	16	6.0	5	47.3
Trasv. Sup.	16	6.0	5	47.3
Long. Sup.	14	1.0	22	26.6
Long. Inf.	14	1.0	22	26.6
Parete	14	1.0	8	9.7
Attese	16	2.5	10	39.4
Spilli				0.0
Cavallotti	16	3.0	15	71.0
				0.0
				0.0
INCREMENTO %				15%
PESO TOTALE ARMATURA				308
INCIDENZA (kg/mc)				91

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 %				20%
PESO TOTALE ARMATURA				150
INCIDENZA (kg/mc)				91

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 100 di 235

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	101 di 235

9.6.1 Analisi dei carichi

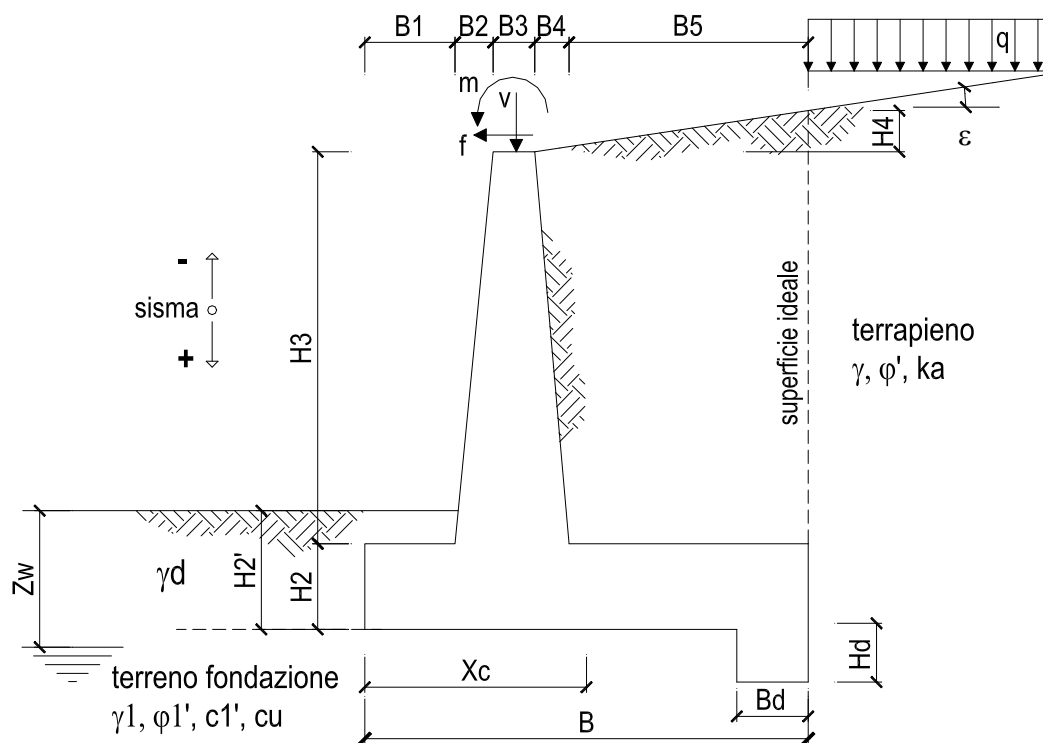
Si riporta nel seguito la valutazione dell'entità dei carichi fissi e variabili che intervengono ai fini delle analisi e verifiche delle opere di sostegno oggetto del presente documento.

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 $\gamma_m = 25$ kN/m³. Il terreno di riempimento ha peso per unità di volume $\gamma_{rint} = 20$ kN/ m³.

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 2° 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	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	102 di 235
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo								

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 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma')/2$	(kN/m)	16.00
Sovr =	$qp \cdot (B4 + B5)$	(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	$qs \cdot (B4 + B5)$	(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					
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				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	103 di 235

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:

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

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 104 di 235

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:

$$\frac{a_{max}}{g} = S_s \cdot S_T \cdot \frac{a_E}{g}$$

dove:

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

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

$\frac{a_E}{g} = 0.22$ 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 $\beta \leq \varphi - \theta$

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

per $\beta > \varphi - \theta$

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

dove:

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

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 105 di 235

Dati Sismici	Accelerazione sismica	a _g /g	0.364	(-)
	Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	S _s	1.187	(-)
	Coefficiente Amplificazione Topografico	S _T	1	(-)
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β _s	0.31	(-)
	Coefficiente sismico orizzontale	k _h	0.13394108	(-)
	Coefficiente sismico verticale	k _v	0.0670	(-)
	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	0.217	0.217	0.275	0.275
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica si	kas+	0.292	0.292	0.360	0.360
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica si	kas-	0.305	0.305	0.375	0.375
	Coeff. Di Spinta Passiva	kp	2.464	2.464	2.075	2.075
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica	kps+	2.256	2.256	1.880	1.880
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica	kps-	2.224	2.224	1.849	1.849

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

$$F_i = k_R \cdot W_i$$

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. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 106 di 235

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

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

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 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:

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

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:

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

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 107 di 235

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 =	$Pm1*(B1+2/3 B2)$	(kNm/m)	0.00
Mm2 =	$Pm2*(B1+B2+0,5*B3)$	(kNm/m)	48.00
Mm3 =	$Pm3*(B1+B2+B3+1/3 B4)$	(kNm/m)	30.67
Mm4 =	$Pm4*(B/2)$	(kNm/m)	202.50
Mm5 =	$Pm5*(B - Bd/2)$	(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 =	$Pt1*(B1+B2+B3+B4+0,5*B5)$	(kNm/m)	680.40
Mt2 =	$Pt2*(B1+B2+B3+2/3*(B4+B5))$	(kNm/m)	0.00
Mt3 =	$Pt3*(B1+B2+B3+2/3*B4)$	(kNm/m)	26.67
Msovr =	$Sov*(B1+B2+B3+1/2*(B4+B5))$	(kNm/m)	0.00
Mt =	$Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr$	(kNm/m)	707.07
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro			
Sovr acc. Stat	$*(B1+B2+B3+1/2*(B4+B5))$	(kNm/m)	182.9
Sovr acc. Sism	$*(B1+B2+B3+1/2*(B4+B5))$	(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				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A
						FOGLIO
						108 di 235

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)

Ps h =	$P_m * k_h$	(kN/m)	20.09
Ps v =	$P_m * k_v$	(kN/m)	10.05

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

Ptsh =	$P_t * k_h$	(kN/m)	31.07
Ptsv =	$P_t * k_v$	(kN/m)	15.54

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

MPs1 h=	$k_h * P_m1 * (H_2 + H_3/3)$	(kNm/m)	0.00
MPs2 h=	$k_h * P_m2 * (H_2 + H_3/2)$	(kNm/m)	15.00
MPs3 h=	$k_h * P_m3 * (H_2 + H_3/3)$	(kNm/m)	5.71
MPs4 h=	$k_h * P_m4 * (H_2/2)$	(kNm/m)	4.82
MPs5 h=	$-k_h * P_m5 * (H_d/2)$	(kNm/m)	0.00
MPs h=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	25.54

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

MPs1 v=	$k_v * P_m1 * (B_1 + 2/3 * B_2)$	(kNm/m)	0.00
MPs2 v=	$k_v * P_m2 * (B_1 + B_2 + B_3/2)$	(kNm/m)	3.21
MPs3 v=	$k_v * P_m3 * (B_1 + B_2 + B_3 + B_4/3)$	(kNm/m)	2.05
MPs4 v=	$k_v * P_m4 * (B/2)$	(kNm/m)	13.56
MPs5 v=	$k_v * P_m5 * (B - B_d/2)$	(kNm/m)	0.00
MPs v=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	18.83

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

MPts1 h=	$k_h * P_t1 * (H_2 + H_3/2)$	(kNm/m)	81.01
MPts2 h=	$k_h * P_t2 * (H_2 + H_3 + H_4/3)$	(kNm/m)	0.00
MPts3 h=	$k_h * P_t3 * (H_2 + H_3 * 2/3)$	(kNm/m)	7.43
MPts h=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	88.44

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

MPts1 v=	$k_v * P_t1 * ((H_2 + H_3/2) - (B - B_5/2) * 0.5)$	(kNm/m)	45.57
MPts2 v=	$k_v * P_t2 * ((H_2 + H_3 + H_4/3) - (B - B_5/3) * 0.5)$	(kNm/m)	0.00
MPts3 v=	$k_v * P_t3 * ((H_2 + H_3 * 2/3) - (B_1 + B_2 + B_3 + 2/3 * B_4) * 0.5)$	(kNm/m)	2.14
MPts v=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	47.71

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 109 di 235

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)	49.95
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)	20.81

- Componente orizzontale condizione statica

Sth	=	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m)	45.14
Sqh perm	=	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00
Sqh acc	=	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	18.81

- Componente verticale condizione statica

Stv	=	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m)	21.37
Sqv perm	=	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00
Sqv acc	=	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	8.91

- 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

MSt1	=	$Sth \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)$	(kNm/m)	72.23
MSt2	=	$St \cdot B$	(kNm/m)	96.17
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)	45.14
MSq2 perm	=	$Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m)	0.00
MSq2 acc	=	$Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m)	40.07
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

SLE

SLE

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 110 di 235

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) 49.95	64.93	69.68
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) 20.81	31.22	39.59

- Componente orizzontale condizione statica

Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m) 45.14	58.69	64.91
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) 18.81	28.22	36.88

- Componente verticale condizione statica

Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m) 21.37	27.78	25.36
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) 8.91	13.36	14.41

- 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) 72.23	93.90	103.85
MSt2 =	$St \cdot B$	(kNm/m) 96.17	125.03	114.10
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) 45.14	67.72	88.51
MSq2 perm =	$Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSq2 acc =	$Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m) 40.07	60.11	64.83
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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 111 di 235

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)	49.95	49.95	63.35
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	21.81	21.81	25.16
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)	45.14	45.14	59.01
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	19.71	19.71	23.44
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)	21.37	21.37	23.05
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	9.33	9.33	9.16
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)	72.23	72.23	94.41
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	31.54	31.54	37.50
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m)	96.17	96.17	103.73
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m)	42.00	42.00	41.20
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						
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	112 di 235

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)	49.95	49.95	63.35
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	15.53	15.53	17.16
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)	45.14	45.14	59.01
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	14.04	14.04	15.98
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)	21.37	21.37	23.05
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	6.64	6.64	6.24
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)	72.23	72.23	94.41
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	22.46	22.46	25.58
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m)	96.17	96.17	103.73
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m)	29.90	29.90	28.10
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 = $\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kps + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{0.5} + \gamma_1 \cdot kps \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 113 di 235

Spinte e momenti SLU A2

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

		SLE	STR/GEO	EQU
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m) 49.95	63.35	69.68
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) 20.81	34.31	39.59

- Componente orizzontale condizione statica

Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m) 45.14	59.01	64.91
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) 18.81	31.96	36.88

- Componente verticale condizione statica

Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m) 21.37	23.05	25.36
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) 8.91	12.49	14.41

- Spinta passiva sul dente

Sp =	$\frac{1}{2} \cdot g_1 \cdot H_d^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot H_d^2 \cdot k_p + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_d^2) \cdot H_d$	(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) 72.23	94.41	103.85
MSt2 =	$St \cdot B$	(kNm/m) 96.17	103.73	114.10
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) 45.14	76.71	88.51
MSq2 perm =	$Sq \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSq2 acc =	$Sq \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m) 40.07	56.19	64.83
MSp =	$\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_p / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_d^2) \cdot H_d^2 / 2$	(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			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	114 di 235

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)	49.95	63.35	63.35
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	21.81	25.16	25.16
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)	45.14	59.01	59.01
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	19.71	23.44	23.44
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)	21.37	23.05	23.05
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	9.33	9.16	9.16
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)	72.23	94.41	94.41
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	31.54	37.50	37.50
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m)	96.17	103.73	103.73
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m)	42.00	41.20	41.20
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 RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° 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	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo						FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo						A 115 di 235

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)	49.95	63.35	63.35
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas - Sst1 stat$	(kN/m)	15.53	17.16	17.16
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 = $Sst1 stat \cdot \cos \delta$	(kN/m)	45.14	59.01	59.01
Sst1h sism = $Sst1 sism \cdot \cos \delta$	(kN/m)	14.04	15.98	15.98
Ssq1h perm = $Ssq1 perm \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1h acc = $Ssq1 acc \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente verticale condizione sismica -

Sst1v stat = $Sst1 stat \cdot \sin \delta$	(kN/m)	21.37	23.05	23.05
Sst1v sism = $Sst1 sism \cdot \sin \delta$	(kN/m)	6.64	6.24	6.24
Ssq1v perm = $Ssq1 perm \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v acc = $Ssq1 acc \cdot \sin \delta$	(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 = $Sst1h stat \cdot ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m)	72.23	94.41	94.41
MSst1 sism = $Sst1h sism \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	22.46	25.58	25.58
MSst2 stat = $Sst1v stat \cdot B$	(kNm/m)	96.17	103.73	103.73
MSst2 sism = $Sst1v sism \cdot B$	(kNm/m)	29.90	28.10	28.10
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				
Mandataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO				
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A
						FOGLIO
						116 di 235

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 = Pm + Pt + v + Stv + Sqv (+ Sovr acc)		417.54	498.14	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T = Sth + Sqh + f - Sp		90.97	90.97	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM = ΣM		977.03	1214.80	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M = Xc*N - MM		-37.57	-93.99	(kNm/m)

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

Fondazione Nastriforme

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

c1'	coesione terreno di fondaz.	5.60		(kPa)
φ1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	20.46		(°)
γ1	peso unità di volume terreno fondaz.	14.44		(kN/m³)
q0 = γd'H2'	sovraccarico stabilizzante	0.00		(kN/m²)
e = M / N	eccentricità	-0.09	-0.19	(m)
B* = B - 2e	larghezza equivalente	4.32	4.12	(m)

I valori di Nc, Nq e Ng sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

Nq = tg²(45 + φ'/2)*e ^{(π*tg(φ'))}	(1 in cond. nd)	6.70		(-)
Nc = (Nq - 1)/tg(φ')	(2+π in cond. nd)	15.27		(-)
Nγ = 2*(Nq + 1)*tg(φ')	(0 in cond. nd)	5.74		(-)

I valori di ic, iq e iγ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

iq = (1 - T/(N + B*c*cotg(φ'))) ^m	(1 in cond. nd)	0.66	0.70	(-)
ic = iq - (1 - iq)/(Nq - 1)		0.60	0.60	(-)
iγ = (1 - T/(N + B*c*cotg(φ'))) ^{m+1}		0.53	0.53	(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

q _{lim}	(carico limite unitario)	146.91	146.50	(kN/m²)
------------------	--------------------------	--------	--------	---------

FS carico limite	F = q_{lim}*B* / N	Nmin	1.52	>	1
		Nmax	1.21	>	

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 117 di 235

Verifica SLV+

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} + (S_{ovr} acc)$		439.79	439.79	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$		133.61		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \sum M$		953.82	953.82	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c \cdot N - MM$		35.71	35.71	(kNm/m)

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

Fondazione Nastriforme

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

c'	coesione terreno di fondaz.	5.60		(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)
$q_0 = \gamma d \cdot H_2'$	sovraccarico stabilizzante	0.00		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.08	0.08	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	4.34	4.34	(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)	0.54	0.54	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.46	0.46	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* \cdot c' \cdot \cot(\phi)))^{m+1}$		0.40	0.40	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	110.91	110.91	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	$F = q_{lim} \cdot B^* / N$	Nmin	1.09	>	1
		Nmax	1.09	>	

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 118 di 235

Verifica SLV-

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$		385.71	385.71	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$		126.16		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \sum M$		819.56	819.56	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c \cdot N - MM$		48.29	48.29	(kNm/m)

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

Fondazione Nastriforme

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

c'	coesione terreno di fondaz.	5.60		(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)
$q_0 = \gamma_d \cdot H_2'$	sovraccarico stabilizzante	0.00		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.13	0.13	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	4.25	4.25	(m)

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

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

$i_q = (1 - T / (N + B^* \cdot c' \cdot \text{cotg}(\phi)))^m$	(1 in cond. nd)	0.52	0.52	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.43	0.43	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* \cdot c' \cdot \text{cotg}(\phi)))^{m+1}$		0.37	0.37	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	102.62	102.62	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	$F = q_{lim} \cdot B^* / N$	Nmin	1.13	>	1
		Nmax	1.13	>	

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				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	119 di 235

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)				
$N = P_m + P_t + v + St_v + Sq_v \text{ perm} + Sq_v \text{ acc}$		417.54	(kN/m)	
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{th} + S_{qh} + f$		90.97	(kN/m)	
Coefficiente di attrito alla base (f)				
$f = tg\phi_1'$		0.37	(-)	
Fs scorr.	$(N*f + Sp) / T$	1.71	>	1

Verifica SLV+

Risultante forze verticali (N)				
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$		439.79	(kN/m)	
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh}$		133.61	(kN/m)	
Coefficiente di attrito alla base (f)				
$f = tg\phi_1'$		0.37	(-)	
Fs =	$(N*f + Sp) / T$	1.23	>	1

Verifica SLV-

Risultante forze verticali (N)				
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$		385.71	(kN/m)	
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh}$		126.16	(kN/m)	
Coefficiente di attrito alla base (f)				
$f = tg\phi_1'$		0.37	(-)	
Fs =	$(N*f + Sp) / T$	1.14	>	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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 120 di 235

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	13.43	(kNm/m)	
Fs ribaltamento	Ms / Mr	66.21	>	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	34.42	(kNm/m)	
Fr =	Ms / Mr	28.71	>	1

Verifica SLV-

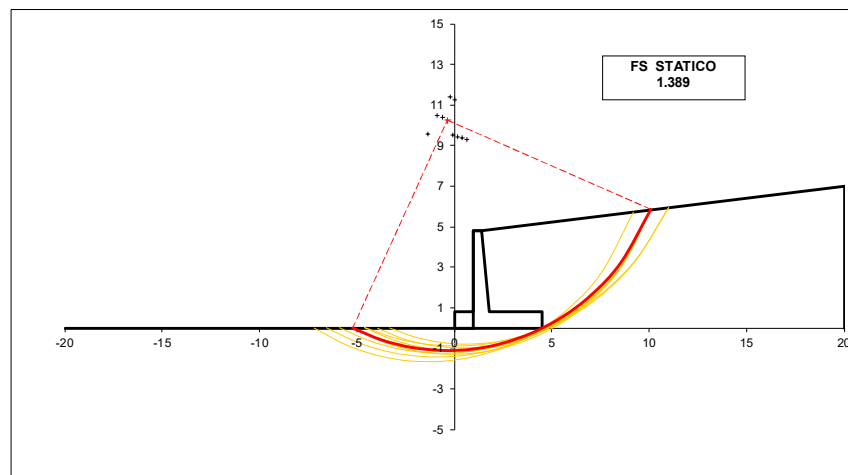
Momento stabilizzante (Ms)				
Ms =	Mm + Mt + Mfext3	988.23	(kNm/m)	
Momento ribaltante (Mr)				
Mr =	MSst+MSsq+Mfext1+Mfext2+MSp+MPs+Mpts	168.67	(kNm/m)	
Fr =	Ms / Mr	5.86	>	1

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			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	121 di 235

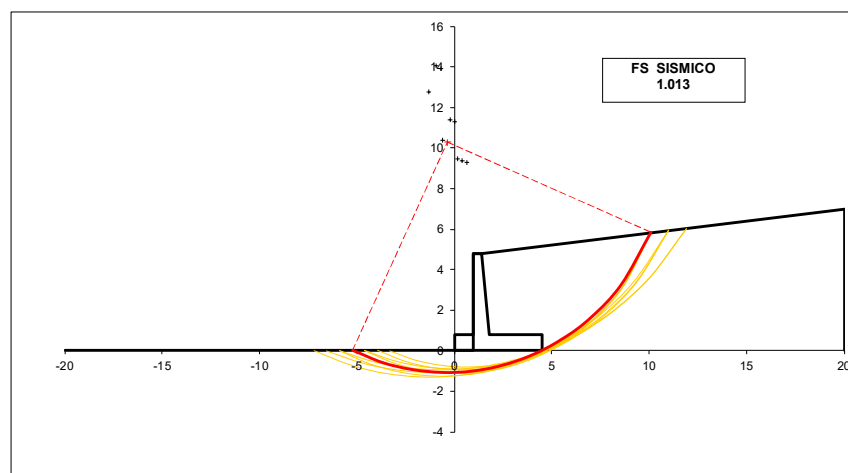
Verifica GEO a stabilità globale

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					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO					
		II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO					
		2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
		PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	122 di 235

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

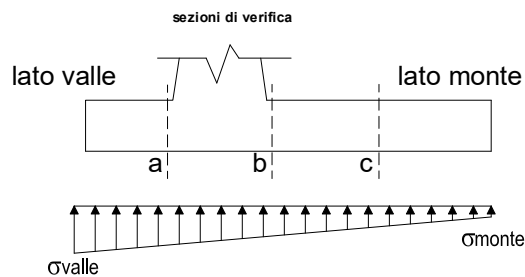
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

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

$$A = 1.0 \cdot B = 4.50 \quad (m^2)$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 3.38 \quad (m^3)$$

caso	N [kN]	M [kNm]	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_{monte} [kN/m ²]
statico	423.14	-59.68	76.35	111.71
	516.14	-124.78	77.73	151.67
sisma+	438.29	10.95	100.64	94.15
	438.29	10.95	100.64	94.15
sisma-	384.43	25.87	93.10	77.76
	384.43	25.87	93.10	77.76



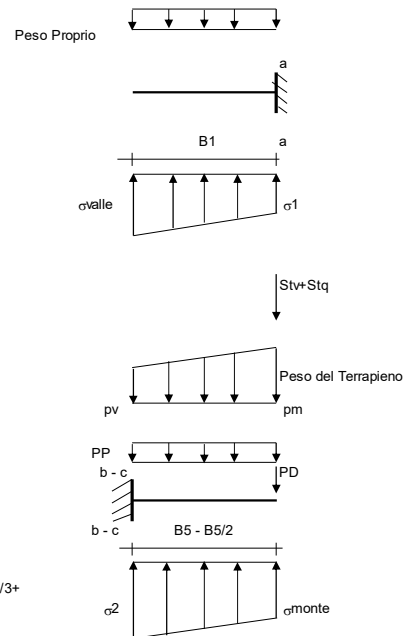
Mensola Lato Valle

$$PP = 20.00 \quad (kN/m)$$

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

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

caso	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_1 [kN/m ²]	Ma [kNm]	Va [kN]
statico	76.35	84.21	29.48	60.28
	77.73	94.16	31.60	65.94
sisma+	100.64	99.20	39.41	78.58
	100.64	99.20	40.08	78.58
sisma-	93.10	89.69	36.65	70.05
	93.10	89.69	35.98	70.05



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)
pvb	80.00	110.00	80.00	(kN/m ²)
pvc	80.00	110.00	80.00	(kN/m ²)

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

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

$$Vb = (\sigma_{monte} \cdot (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 + (\sigma_2 b - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 2 - (pm - p_{vb})) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 2 - (Stv + Sqv) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

$$Vc = (\sigma_{monte} \cdot (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2) + (\sigma_2 c - \sigma_{monte}) \cdot (B5 / 2) / 2 - (pm - p_{vc})) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2) - (Stv + Sqv) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{monte} [kN/m ²]	$\sigma_2 b$ [kN/m ²]	Mb [kNm]	Vb [kN]	$\sigma_2 c$ [kN/m ²]	Mc [kNm]	Vc [kN]
statico	111.71	90.49	-94.16	-38.16	101.10	-48.09	-32.49
	151.67	107.30	-86.00	-42.53	129.49	-42.53	-26.86
sisma+	94.15	98.05	-123.90	-59.32	96.10	-52.29	-46.33
	94.15	98.05	-123.90	-59.32	96.10	-52.29	-46.33
sisma-	77.76	86.96	-121.11	-57.55	82.36	-50.59	-45.89
	77.76	86.96	-121.11	-57.55	82.36	-50.59	-45.89

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 2.2.E.ZZ CL NV.19.0.0.001 A 123 di 235

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

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

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

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

$$N_{ext} = v$$

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

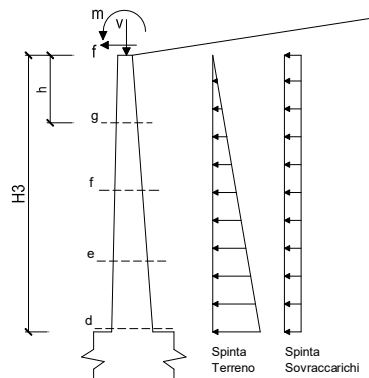
$$V_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a_{orizz.}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

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

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

$$V_{ext} = f$$

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



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	54.34	47.03	0.00	101.37	0.00	60.00	60.00
e-e	3.00	22.93	26.45	0.00	49.38	0.00	41.25	41.25
f-f	2.00	6.79	11.76	0.00	18.55	0.00	25.00	25.00
g-g	1.00	0.85	2.94	0.00	3.79	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	40.76	23.51	0.00	64.27
e-e	3.00	22.93	17.63	0.00	40.56
f-f	2.00	10.19	11.76	0.00	21.95
g-g	1.00	2.55	5.88	0.00	8.43

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	41.80	20.20	0.00	0.00	14.29	76.28	0.00	64.02	64.02
e-e	3.00	17.63	8.52	0.00	0.00	7.53	33.69	0.00	44.01	44.01
f-f	2.00	5.23	2.52	0.00	0.00	3.13	10.87	0.00	26.67	26.67
g-g	1.00	0.65	0.32	0.00	0.00	0.73	1.69	0.00	12.00	12.00

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	31.35	15.15	0.00	0.00	8.04	54.53
e-e	3.00	17.63	8.52	0.00	0.00	5.53	31.68
f-f	2.00	7.84	3.79	0.00	0.00	3.35	14.97
g-g	1.00	1.96	0.95	0.00	0.00	1.51	4.41

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	41.80	14.38	0.00	0.00	14.29	70.47	0.00	55.98	55.98
e-e	3.00	17.63	6.07	0.00	0.00	7.53	31.24	0.00	38.49	38.49
f-f	2.00	5.23	1.80	0.00	0.00	3.13	10.15	0.00	23.33	23.33
g-g	1.00	0.65	0.22	0.00	0.00	0.73	1.60	0.00	10.50	10.50

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	31.35	10.78	0.00	0.00	8.04	50.17
e-e	3.00	17.63	6.07	0.00	0.00	5.53	29.23
f-f	2.00	7.84	2.70	0.00	0.00	3.35	13.88
g-g	1.00	1.96	0.67	0.00	0.00	1.51	4.14

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			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001
			REV.	FOGLIO		
			A	124 di 235		

In definitiva risulta:

- Armatura longitudinale

Posizione 1: 1 registro 10 Ø16

Posizione 4: 1 registro 10 Ø16

Posizione 5: 1 registro 5 Ø16

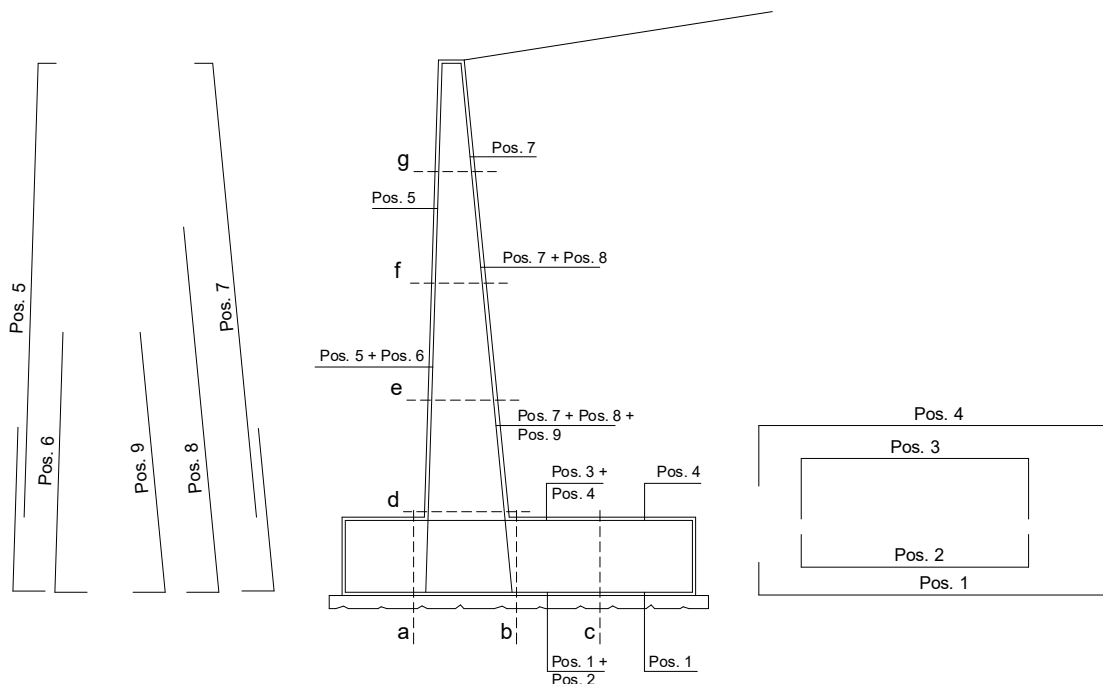
Posizione 7: 1 registro 10 Ø16

- 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	125 di 235

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)
a - a	40.08	0.00	0.80	20.11	20.11	553.97
b - b	-123.90	0.00	0.80	20.11	20.11	553.97
c - c	-52.29	0.00	0.80	20.11	20.11	553.97
d - d	101.37	60.00	0.80	20.11	10.05	574.20
e - e	49.38	41.25	0.70	20.11	10.05	487.14
f - f	18.55	25.00	0.60	20.11	10.05	402.54
g - g	3.79	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}	ø staffe	i orizz.	i vert.	θ	V _{Rsd}	
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)	
a - a	78.58	0.80	270.16	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
b - b	59.32	0.80	270.16	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
c - c	46.33	0.80	270.16	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
d - d	64.27	0.80	278.40	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
e - e	40.56	0.70	256.95	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
f - f	21.95	0.60	234.68	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
g - g	8.43	0.50	211.22	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 126 di 235

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) $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 127 di 235

Verifiche a fessurazione

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

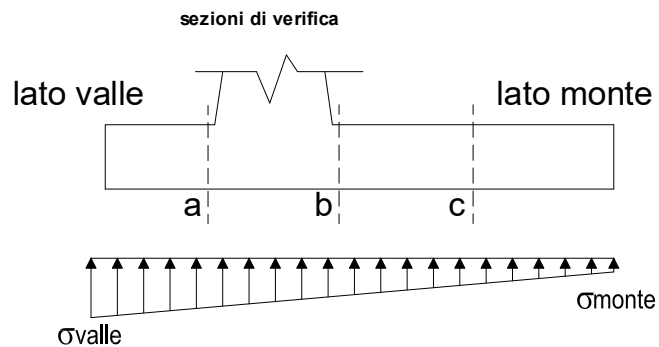
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

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

$$A = 1.0 \cdot B = 4.50 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 3.38 \text{ (m}^3\text{)}$$

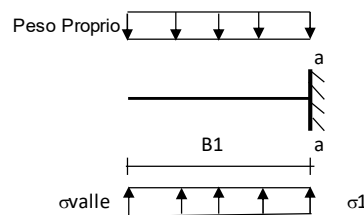
caso	N [kN]	M [kNm]	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_{monte} [kN/m ²]
Freq.	412.28	-79.48	68.07	115.17
	474.28	-122.88	68.99	141.80



Mensola Lato Valle

Peso Proprio. PP = 20.00 (kN/m)
 $M_a = \sigma_1 \cdot B_1^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B_1^2 / 3 - PP \cdot B_1^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$

caso	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_1 [kN/m ²]	M_a [kNm]
Rara	68.07	78.53	25.78
	68.99	85.17	27.19



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)

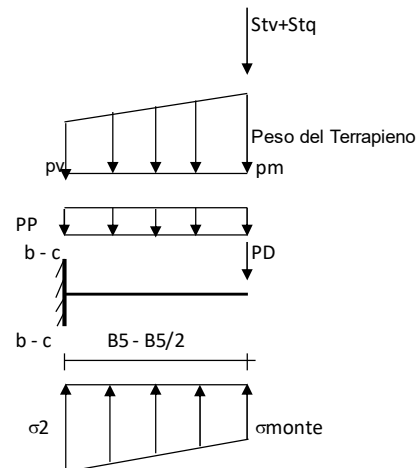
pvb = 80.00 100.00 100.00 (kN/m²)

pvc = 80.00 100.00 100.00 (kN/m²)

$$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot B_5^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B_5^2 / 6 - (pm - p_{vb}) \cdot B_5^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot B_5 \cdot PD \cdot (B_5 - Bd / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H^2 / 2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP)) \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 6 - (pm - p_{vc}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot (B_5 / 2) \cdot PD \cdot (B_5 / 2 - Bd / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H^2 / 2$$

caso	σ_{monte} [kN/m ²]	σ_{2b} [kN/m ²]	M_b [kNm]	σ_{2c} [kN/m ²]	M_c [kNm]
Rara	115.17	86.91	-60.80	101.04	-31.35
	141.80	98.11	-55.36	119.96	-27.64



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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 128 di 235

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

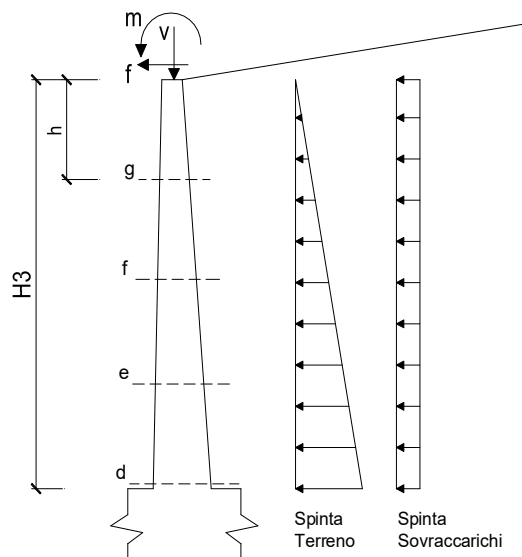
Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

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

$$N_{ext} = v$$



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	41.80	31.35	0.00	73.15	0.00	60.00	60.00
e-e	3.00	17.63	17.63	0.00	35.27	0.00	41.25	41.25
f-f	2.00	5.23	7.84	0.00	13.06	0.00	25.00	25.00
g-g	1.00	0.65	1.96	0.00	2.61	0.00	11.25	11.25

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	27.19	0.00	0.80	20.11	20.11	0.40	20.06	0.025	0.200
b - b	-60.80	0.00	0.80	20.11	20.11	0.89	44.86	0.056	0.200
c - c	-31.35	0.00	0.80	20.11	20.11	0.46	23.13	0.029	0.200
d - d	73.15	60.00	0.80	20.11	10.05	1.17	40.43	0.050	0.200
e - e	35.27	41.25	0.70	20.11	10.05	0.71	21.05	0.025	0.200
f - f	13.06	25.00	0.60	20.11	10.05	0.35	7.90	0.009	0.200
g - g	2.61	11.25	0.50	20.11	10.05	0.10	1.04	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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 2.2.E.ZZ CL NV.19.0.0.001 A 129 di 235

Verifiche alle tensioni

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

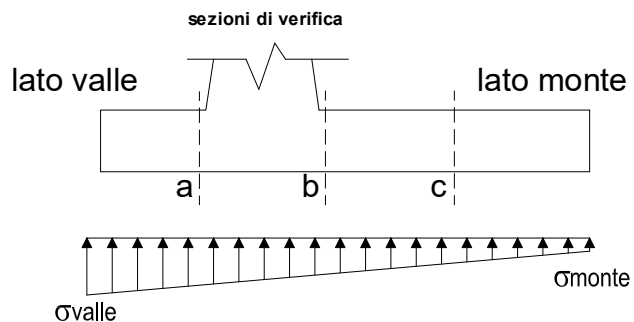
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

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

$$A = 1.0 \cdot B = 4.50 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 3.38 \text{ (m}^3\text{)}$$

caso	N [kN]	M [kNm]	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_{monte} [kN/m ²]
statico	412.28	-79.48	68.07	115.17
	474.28	-122.88	68.99	141.80
sisma+	438.29	10.95	100.64	94.15
	438.29	10.95	100.64	94.15
sisma-	384.43	25.87	93.10	77.76
	384.43	25.87	93.10	77.76

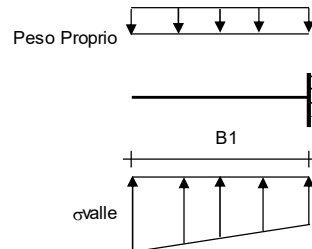


Mensola Lato Valle

$$\text{Peso Proprio. PP} = 20.00 \text{ (kN/m)}$$

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

caso	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_1 [kN/m ²]	M_a [kNm]
statico	68.07	78.53	25.78
	68.99	85.17	27.19
sisma+	100.64	99.20	39.41
	100.64	99.20	39.41
sisma-	93.10	89.69	36.65
	93.10	89.69	36.65



Mensola Lato Monte

$$PP = 20.00 \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad \text{peso proprio soletta fondazione}$$

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

$$p_m = 80.00 \quad N_{min} \quad N_{max} \quad stat \quad N_{max} \quad sism \quad 80.00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$p_{vb} = 80.00 \quad 100.00 \quad 80.00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

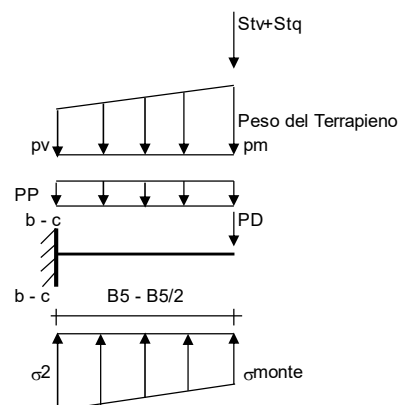
$$p_{vc} = 80.00 \quad 100.00 \quad 80.00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 +$$

$$-(Stv + Sqv) \cdot B^2 - PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B^2 - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H2 / 2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B5 / 2)^2 / 2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B5 / 2)^2 / 6 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2)^2 / 3 +$$

$$-(Stv + Sqv) \cdot (B5 / 2) - PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2 - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H2 / 2$$



caso	σ_{monte} [kN/m ²]	σ_{2b} [kN/m ²]	M_b [kNm]	σ_{2c} [kN/m ²]	M_c [kNm]
statico	115.17	86.91	-60.80	101.04	-31.35
	141.80	98.11	-55.36	119.96	-27.64
sisma+	94.15	98.05	-123.90	96.10	-52.29
	94.15	98.05	-123.90	96.10	-52.29
sisma-	77.76	86.96	-121.11	82.36	-50.59
	77.76	86.96	-121.11	82.36	-50.59

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 130 di 235

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

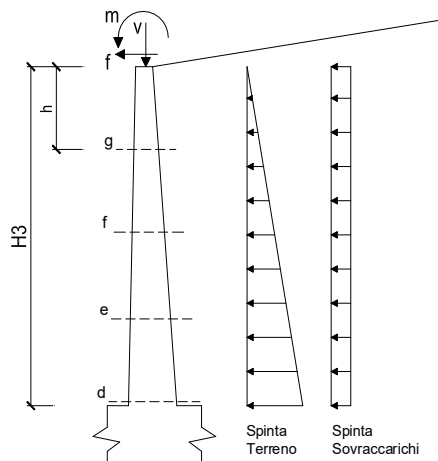
$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{orizz.}} \cdot q \cdot h^2$$

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

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

$$N_{ext} = v$$

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



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	4.00	41.80	31.35	0.00	73.15	0.00	60.00	60.00
e-e	3.00	17.63	17.63	0.00	35.27	0.00	41.25	41.25
f-f	2.00	5.23	7.84	0.00	13.06	0.00	25.00	25.00
g-g	1.00	0.65	1.96	0.00	2.61	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	41.80	20.20	0.00	0.00	14.29	76.28	0.00	64.02	64.02
e-e	3.00	17.63	8.52	0.00	0.00	7.53	33.69	0.00	44.01	44.01
f-f	2.00	5.23	2.52	0.00	0.00	3.13	10.87	0.00	26.67	26.67
g-g	1.00	0.65	0.32	0.00	0.00	0.73	1.69	0.00	12.00	12.00

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	41.80	14.38	0.00	0.00	14.29	70.47	0.00	55.98	55.98
e-e	3.00	17.63	6.07	0.00	0.00	7.53	31.24	0.00	38.49	38.49
f-f	2.00	5.23	1.80	0.00	0.00	3.13	10.15	0.00	23.33	23.33
g-g	1.00	0.65	0.22	0.00	0.00	0.73	1.60	0.00	10.50	10.50

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 131 di 235

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	27.19	0.00	0.80	20.11	20.11	0.40	20.06
b - b	-60.80	0.00	0.80	20.11	20.11	0.89	44.86
c - c	-31.35	0.00	0.80	20.11	20.11	0.46	23.13
d - d	73.15	60.00	0.80	20.11	10.05	1.17	40.43
e - e	35.27	41.25	0.70	20.11	10.05	0.71	21.05
f - f	13.06	25.00	0.60	20.11	10.05	0.35	7.90
g - g	2.61	11.25	0.50	20.11	10.05	0.10	1.04

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	132 di 235

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.

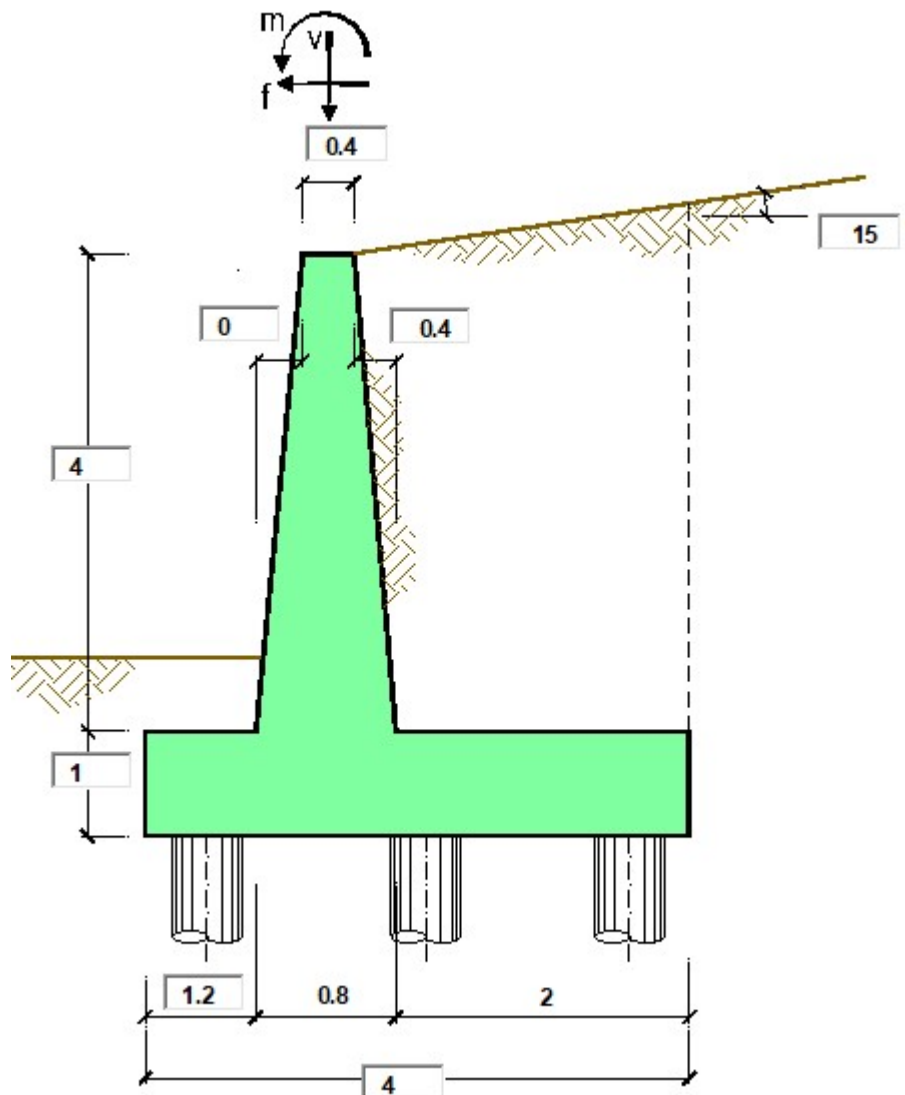
FONDAZIONE				
VOLUME CLS (mc/m)				3.6
	ϕ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
Trasv. Inf.	16	6.0	10	94.7
Trasv. Sup.	16	6.0	10	94.7
Long. Sup.	14	1.0	20	24.2
Long. Inf.	14	1.0	20	24.2
Parete	12	1.0	8	7.1
Attese	16	2.1	15	49.7
Spilli				0.0
Cavallotti	16	2.8	4.0	17.7
				0.0
				0.0
INCREMENTO %				15%
PESO TOTALE 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 %				20%
PESO TOTALE ARMATURA				228
INCIDENZA (kg/mc)				95

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 133 di 235

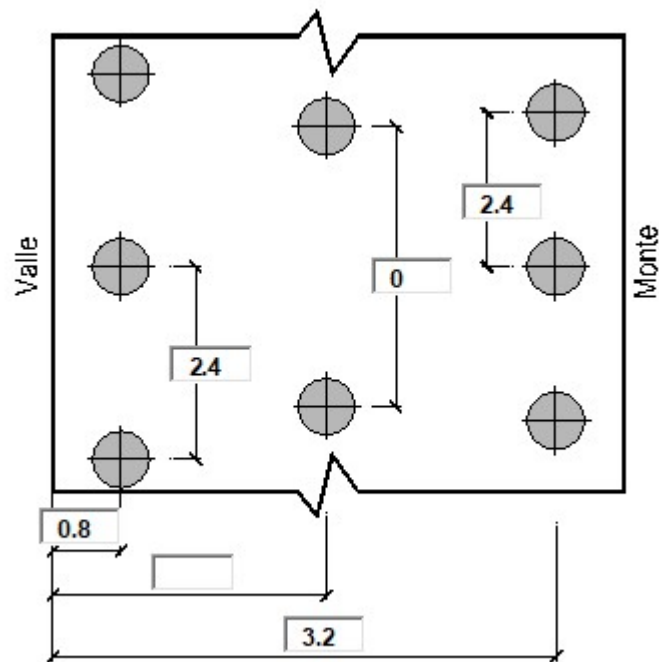
9.7 MURO SU PALI TIPO H=4.0 M

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.													
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NV.19.0.0.001</td> <td>A</td> <td>134 di 235</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	134 di 235
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	134 di 235								

Le fondazioni sono del tipo indiretto su pali trivellati di diametro pari a 0.80 m e lunghezza pari a 14 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 135 di 235

9.7.1 Analisi dei carichi

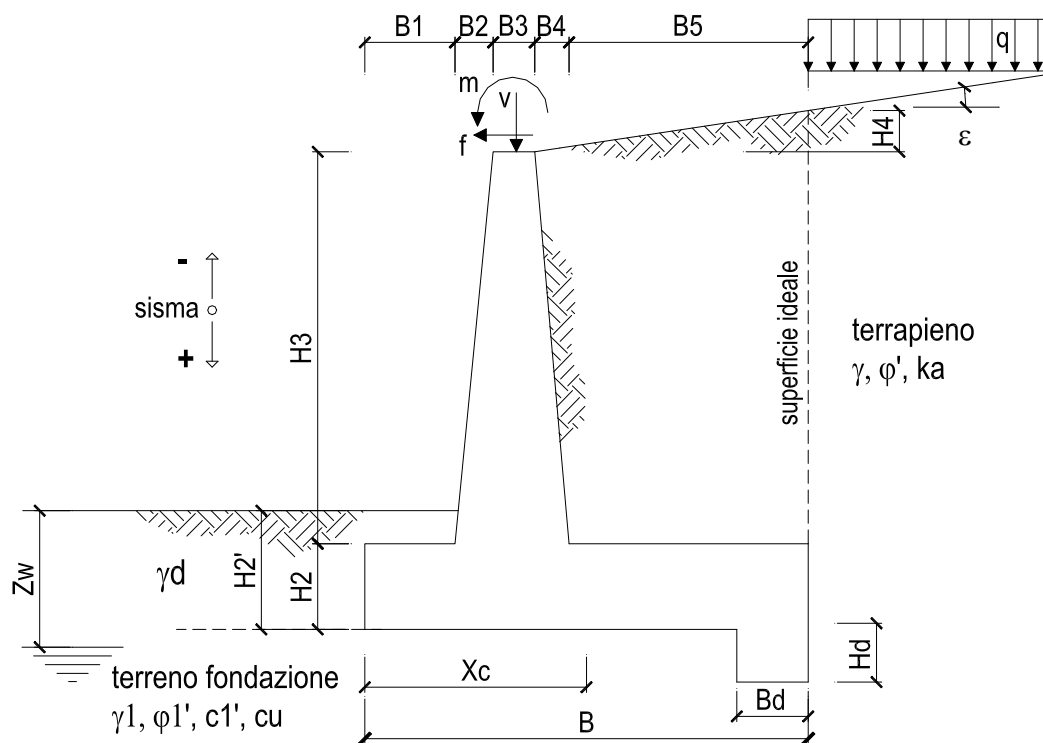
Si riporta nel seguito la valutazione dell'entità dei carichi fissi e variabili che intervengono ai fini delle analisi e verifiche delle opere di sostegno oggetto del presente documento.

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 $\gamma_m = 25$ kN/m³. Il terreno di riempimento ha peso per unità di volume $\gamma_{rint} = 20$ kN/ m³.

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					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	136 di 235

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 =	4.00	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	1.00	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	1.20	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	2.00	(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)	100.00
Pm =	$Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4$	(kN/m)	160.00
- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)			
Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma')$	(kN/m)	160.00
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4 + B5) \cdot H4 \cdot \gamma')$	(kN/m)	15.43
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma')/2$	(kN/m)	16.00
Sovr =	$q_p \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	0.00
Pt =	$Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr$	(kN/m)	191.43
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro			
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	48
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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 137 di 235

definito da Muller-Breslau, i quali valutano il coefficiente di spinta attiva in condizione statica come:

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

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 138 di 235

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:

$$\frac{a_{max}}{g} = S_s \cdot S_T \cdot \frac{a_E}{g}$$

dove:

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

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

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

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

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

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

per $\beta > \varphi - \theta$

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

dove:

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

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 139 di 235

Dati Sismici	Accelerazione sismica	a_g/g	0.364	(-)
	Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	S_s	1.187	(-)
	Coefficiente Amplificazione Topografico	S_T	1	(-)
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β_s	0.62	(-)
	Coefficiente sismico orizzontale	kh	0.26788216	(-)
	Coefficiente sismico verticale	kv	0.1339	(-)
	Muro libero di traslare o ruotare	<input type="radio"/> si <input checked="" type="radio"/> no		

		SLE		STR/GEO	
Coefficienti di Spinta	Coeff. di Spinta Attiva Statico	ka	0.276	0.276	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma +	kas+	0.491	0.491	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma -	kas-	0.603	0.603	

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

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

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:

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 140 di 235

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

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 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.

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 141 di 235

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 =	$Pm1 \cdot (B1 + 2/3 B2)$	(kN/m)	0.00
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1 + B2 + 0,5 B3)$	(kN/m)	56.00
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/3 B4)$	(kN/m)	34.67
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kN/m)	200.00
Mm =	$Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4$	(kN/m)	290.67

- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro

Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4 + 0,5 B5)$	(kN/m)	480.00
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 (B4 + B5))$	(kN/m)	49.39
Mt3 =	$Pt3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 B4)$	(kN/m)	29.87
Msovr =	$Sovr \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 (B4 + B5))$	(kN/m)	0.00
Mt =	$Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr$	(kN/m)	559.26

- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro

Sovr acc. Stat	$(B1 + B2 + B3 + 1/2 (B4 + B5))$	(kNm/m)	134.40
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.	PROGETTO ESECUTIVO			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					A	142 di 235

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia del muro (Ps)

Ps h =	$Pm \cdot kh$	(kN/m)	42.86
Ps v =	$Pm \cdot kv$	(kN/m)	21.43

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

Ptsh =	$Pt \cdot kh$	(kN/m)	51.28
Ptsv =	$Pt \cdot kv$	(kN/m)	25.64

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

MPs1 h=	$kh \cdot Pm1 \cdot (H2 + H3/3)$	(kN/m)	0.00
MPs2 h=	$kh \cdot Pm2 \cdot (H2 + H3/2)$	(kN/m)	32.15
MPs3 h=	$kh \cdot Pm3 \cdot (H2 + H3/3)$	(kN/m)	12.50
MPs4 h=	$kh \cdot Pm4 \cdot (H2/2)$	(kN/m)	13.39
MPs h=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4$	(kN/m)	58.04

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

MPs1 v=	$kv \cdot Pm1 \cdot (B1 + 2/3 \cdot B2)$	(kN/m)	0.00
MPs2 v=	$kv \cdot Pm2 \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kN/m)	7.50
MPs3 v=	$kv \cdot Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4/3)$	(kN/m)	4.64
MPs4 v=	$kv \cdot Pm4 \cdot (B/2)$	(kN/m)	26.79
MPs v=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4$	(kN/m)	38.93

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

MPts1 h=	$kh \cdot Pt1 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	128.58
MPts2 h=	$kh \cdot Pt2 \cdot (H2 + H3 + H4/3)$	(kNm/m)	33.96
MPts3 h=	$kh \cdot Pt3 \cdot (H2 + H3 \cdot 2/3)$	(kNm/m)	15.72
MPts h=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	178.26

- 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)	64.29
MPts2 v=	$kv \cdot Pt2 \cdot ((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	6.89
MPts3 v=	$kv \cdot Pt3 \cdot ((H2 + H3 \cdot 2/3) - (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	4.71
MPts v=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	75.90

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					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	143 di 235

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) 88.00	114.40
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) 31.19	46.78
- Componente orizzontale condizione statica			
Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m) 88.00	114.40
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 31.19	46.78
- 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) 165.52	215.18
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) 88.00	132.00
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) 351.43	351.43
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) 48.00	72.00
Risultante forze orizzontali (T)			
T perm =	$Sth + Sqh \text{ perm} + fp$	(kN/m) 88.00	114.40
T acc =	$Sqh \text{ acc} + f$	(kN/m) 31.19	46.78
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)			
MM perm =	$\sum M$	(kNm/m) 684.40	634.74
MM acc (Nmin) =	$\sum M$	(kNm/m) -88.00	-132.00
MM acc (Nmax) =	$\sum M$	(kNm/m) 46.40	69.60

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 144 di 235

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)	88.00	88.00
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4)^2 \cdot kas^+$ - Sst1 stat	(kN/m)	89.25	89.25
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 * $\cos \delta$	(kN/m)	88.00	88.00
Sst1h sism = Sst1 sism * $\cos \delta$	(kN/m)	89.25	89.25
Ssq1h perm = Ssq1 perm * $\cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * $\cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
- Componente verticale condizione sismica +			
Sst1v stat = Sst1 stat * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Sst1v sism = Sst1 sism * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v perm = Ssq1 perm * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Condizione sismica +			
MSst1 stat = Sst1h stat * $((H2+H3+H4)/3)$	(kN/m)	165.52	165.52
MSst1 sism = Sst1h sism * $((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m)	251.83	251.83
MSst2 stat = Sst1v stat * B	(kN/m)	0.00	0.00
MSst2 sism = Sst1v sism * B	(kN/m)	0.00	0.00
MSsq1 = Ssq1h * $((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m)	0.00	0.00
MSsq2 = Ssq1v * B	(kN/m)	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = mp+ms	(kNm/m)	0.00
Mfext2 = (fp+fs)*(H3 + H2)	(kNm/m)	0.00
Mfext3 = (vp+vs)*(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)	398.51	398.51
Nmax = Pm+Pt+vp+vs+Sst1v+Ssq1v+Ps v+Ptsv+q acc	(kN/m)	398.51	398.51
Risultante forze orizzontali (T)			
T = Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Pts h	(kN/m)	271.39	271.39
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)			
MM (Nmin) = $\sum M$	(kNm/m)	311.09	311.09
MM (Nmax) = $\sum M$	(kNm/m)	311.09	311.09

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			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A
						FOGLIO
						145 di 235

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)	88.00	88.00
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4) \cdot kas^- - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	78.33	78.33
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 * cos δ	(kN/m)	88.00	88.00
Sst1h sism = Sst1 sism * cos δ	(kN/m)	78.33	78.33
Ssq1h perm = Ssq1 perm * cos δ	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * cos δ	(kN/m)	0.00	0.00
- Componente verticale condizione sismica -			
Sst1v stat = Sst1 stat * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00
Sst1v sism = Sst1 sism * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v perm = Ssq1 perm * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Condizione sismica -			
MSst1 stat = Sst1h stat * ((H2+H3+H4)/3)	(kN/m)	165.52	165.52
MSst1 sism = Sst1h sism * ((H2+H3+H4)/2)	(kN/m)	221.00	221.00
MSst2 stat = Sst1v stat * B	(kN/m)	0.00	0.00
MSst2 sism = Sst1v sism * B	(kN/m)	0.00	0.00
MSsq1 = Ssq1h * ((H2+H3+H4)/2)	(kN/m)	0.00	0.00
MSsq2 = Ssq1v * B	(kN/m)	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = mp+ms	(kNm/m)		0.00
Mfext2 = (fp+fs)*(H3 + H2)	(kNm/m)		0.00
Mfext3 = (vp+vs)*(B1 +B2 + B3/2)	(kNm/m)		0.00

AZIONI COMPLESSIVE SULLA FONDAZIONE

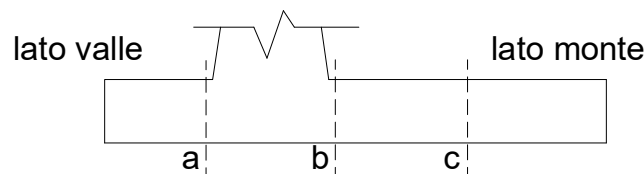
Risultante forze verticali (N)			
Nmin = Pm+ Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Pts	(kN/m)	304.36	304.36
Nmax = Pm+Pt+vp+vs+Sst1v+Ssq1v+Ps v+Ptsv+q acc	(kN/m)	304.36	304.36
Risultante forze orizzontali (T)			
T = Sst1h + Ssq1h + fp + fs +Ps h + Ptsh	(kN/m)	260.47	260.47
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)			
MM (Nmin) = ΣM	(kNm/m)	341.92	341.92
MM (Nmax) = ΣM	(kNm/m)	341.92	341.92

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 146 di 235

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

$$M_a = \sum N_i \cdot (B_1 - d_i) / i_i - PP \cdot (1 \pm kv) \cdot B_1^2 / 2$$

$$T_a = \sum N_i / i_i - PP \cdot (1 \pm kv)$$

\sum estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Mensola Lato Monte

$$M_b = \sum N_i \cdot (B_5 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot B_5^2 / 2 + p_{vb} \cdot B_5^2 / 2 + (p_m - p_{vb}) \cdot B_5^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v) \cdot B_5$$

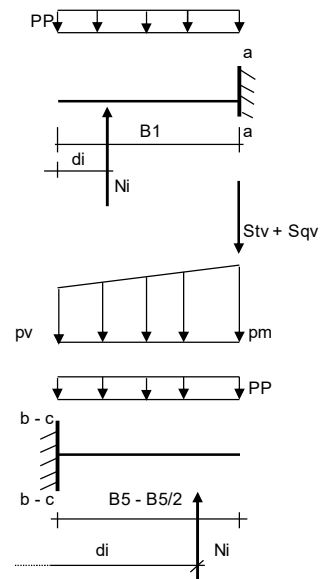
$$M_c = \sum N_i \cdot (B_5 / 2 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + p_{vc} \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + (p_m - p_{vc}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v) \cdot B_5 / 2$$

$$V_b = \sum N_i / i_i - [PP \cdot B_5 + p_{vb} \cdot B_5 + (p_m - p_{vb}) \cdot B_5] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v)$$

$$V_c = \sum N_i / i_i - [PP \cdot (B_5 / 2) + p_{vc} \cdot (B_5 / 2) + (p_m - p_{vc}) \cdot (B_5 / 2)] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v)$$

\sum estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Peso Proprio	PP	=	25.00	(kN/m ²)
	p _m	=	92.86	(kN/m ²)
	p _{vb}	=	82.14	(kN/m ²)
	p _{vc}	=	87.50	(kN/m ²)



caso	Ma	Va	Mb	Vb	Mc	Vc
	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]
statico	90.44	229.10	-117.78	-132.67	-39.57	-22.85
sisma+	140.28	367.70	-263.05	-258.36	-133.82	-133.82
sisma-	89.75	237.37	-148.74	-153.85	-58.74	-58.74

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 147 di 235

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

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

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

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

$$N_{ext} = v$$

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

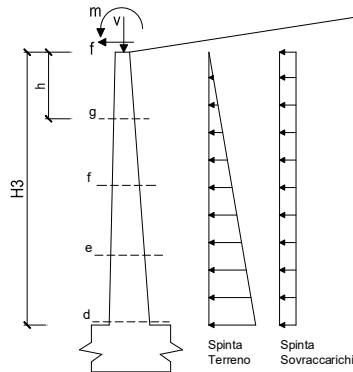
$$V_{t\ stat} = \frac{1}{2} K_{a\ orizz.} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

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

$$V_q = K_{a\ orizz.} \cdot q \cdot h$$

$$V_{ext} = f$$

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



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	4.00	76.64	66.32	0.00	142.96	0.00	60.00	60.00
e-e	3.00	32.33	37.31	0.00	69.64	0.00	41.25	41.25
f-f	2.00	9.58	16.58	0.00	26.16	0.00	25.00	25.00
g-g	1.00	1.20	4.15	0.00	5.34	0.00	11.25	11.25

sezione	h	Vt	Vq	V _{ext}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4.00	57.48	33.16	0.00	90.64
e-e	3.00	32.33	24.87	0.00	57.20
f-f	2.00	14.37	16.58	0.00	30.95
g-g	1.00	3.59	8.29	0.00	11.88

condizione sismica +

sezione	h	M _{t stat}	M _{t 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	58.95	89.69	0.00	0.00	28.57	177.22	0.00	68.04	68.04
e-e	3.00	24.87	37.84	0.00	0.00	15.07	77.78	0.00	46.78	46.78
f-f	2.00	7.37	11.21	0.00	0.00	6.25	24.83	0.00	28.35	28.35
g-g	1.00	0.92	1.40	0.00	0.00	1.45	3.77	0.00	12.76	12.76

sezione	h	V _{t stat}	V _{t sism}	Vq	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4.00	44.21	44.85	0.00	0.00	16.07	105.13
e-e	3.00	24.87	25.23	0.00	0.00	11.05	61.15
f-f	2.00	11.05	11.21	0.00	0.00	6.70	28.96
g-g	1.00	2.76	2.80	0.00	0.00	3.01	8.58

condizione sismica -

sezione	h	M _{t stat}	M _{t 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	58.95	78.71	0.00	0.00	28.57	166.23	0.00	51.96	51.96
e-e	3.00	24.87	33.21	0.00	0.00	15.07	73.14	0.00	35.72	35.72
f-f	2.00	7.37	9.84	0.00	0.00	6.25	23.46	0.00	21.65	21.65
g-g	1.00	0.92	1.23	0.00	0.00	1.45	3.60	0.00	9.74	9.74

sezione	h	V _{t stat}	V _{t sism}	Vq	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4.00	44.21	39.35	0.00	0.00	16.07	99.64
e-e	3.00	24.87	22.14	0.00	0.00	11.05	58.06
f-f	2.00	11.05	9.84	0.00	0.00	6.70	27.59
g-g	1.00	2.76	2.46	0.00	0.00	3.01	8.24

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 148 di 235

In definitiva risulta:

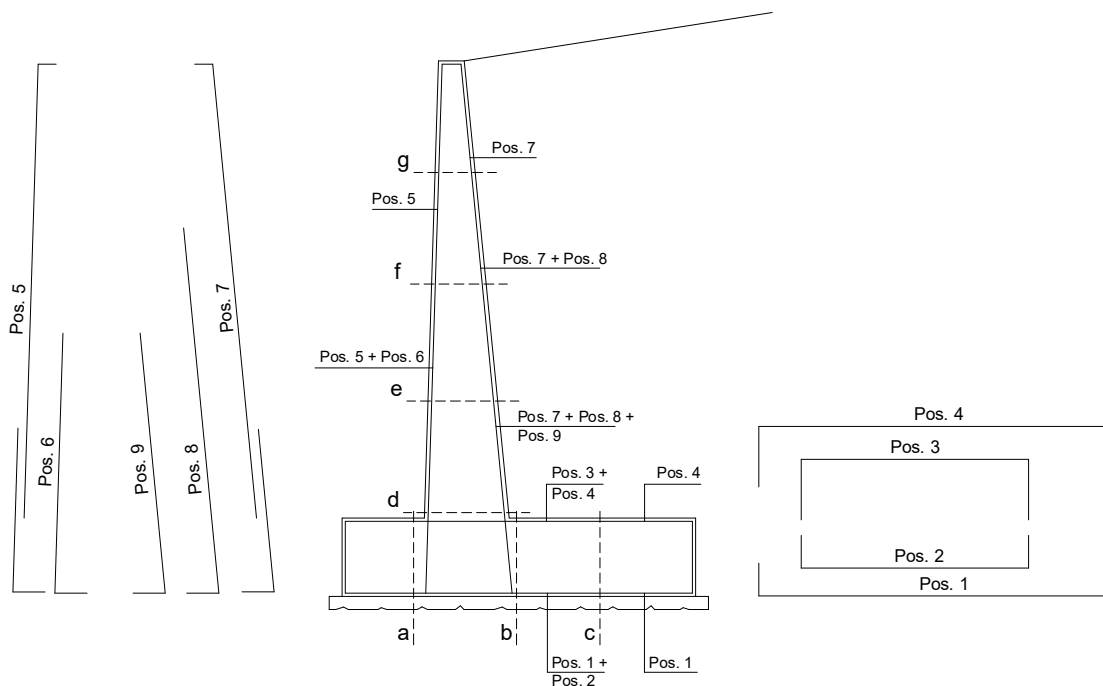
- Armatura longitudinale
- Posizione 1: 1 registro 10 Ø16
- Posizione 4: 1 registro 10 Ø16
- Posizione 5: 1 registro 5 Ø16
- Posizione 7: 1 registro 10 Ø16

- 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 149 di 235	

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu	Mu/M
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)	(-)
a - a	140.28	0.00	1.00	20.11	20.11	709.96	5.06
b - b	-263.05	0.00	1.00	20.11	20.11	709.96	2.70
c - c	-133.82	0.00	1.00	20.11	20.11	709.96	5.31
d - d	177.22	68.04	0.80	20.11	10.05	575.40	3.25
e - e	77.78	46.78	0.70	20.11	10.05	487.25	6.26
f - f	26.16	25.00	0.60	20.11	10.05	401.09	15.33
g - g	5.34	11.25	0.50	20.11	10.05	318.60	59.64

(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	367.70	1.00	315.72	12	20	40	21.8	1157.56	Sezione verificata
b - b	258.36	1.00	315.72	12	20	40	21.8	1157.56	Armatura a taglio non necessaria
c - c	133.82	1.00	315.72	12	20	40	21.8	1157.56	Armatura a taglio non necessaria
d - d	105.13	0.80	279.11	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
e - e	61.15	0.70	257.29	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
f - f	30.95	0.60	234.25	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
g - g	11.88	0.50	210.77	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria

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	621.84		221.60	193.41	
	Nmax	650.64		365.60		
sisma+	Nmin	964.13		-7.71	325.67	
	Nmax	964.13		-7.71		
sisma-	Nmin	632.03		98.44	312.56	
	Nmax	632.03		98.44		

Il massimo sforzo di compressione è pari a: 964.13 kN.

La curva di carico limite riportata nel seguito mostra che per un palo di lunghezza pari 14 m, la resistenza Qd è pari a 1183 kN, con un coefficiente di sicurezza FS=1.23.

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					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	150 di 235

Q_p (m) = 1.5 quota testa palo da piano campagna (+ verso il basso)
 Q_f (m) = 2.0 quota falda da piano campagna (+ verso il basso)
 D_p (m) = 0.8 diametro del palo
 A_p (m²) = 0.50 area del palo
 γ_p (kN/m³) : 25.00 peso specifico del palo
 $\gamma_{p,c}$ (kN/m³) : 5.00 peso specifico del palo per verifica a compressione (peso specifico del palo - peso specifico medio del terreno)
 $\gamma_{p,t}$ (kN/m³) : 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

Depth From Pile Head (m)	Elevation (m)	Skin Friction Capacity	End Bearing Capacity	Ultimate Capacity (kN)	FSL,c	FSL,t	FSB	Ql/FS (kN)	Qb/FS (kN)	Wp (kN)	Qd,c (kN)
0.00	-1.50	0.00	0.00	0.00	1.96	2.13	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	-2.00	17.17	241.27	258.44	1.96	2.13	2.30	8.78	105.13	1.26	112.66
1.00	-2.50	38.04	272.01	310.05	1.96	2.13	2.30	19.46	118.52	2.51	135.47
1.50	-3.00	61.41	302.74	364.15	1.96	2.13	2.30	31.41	131.91	3.77	159.55
2.00	-3.50	87.28	333.47	420.75	1.96	2.13	2.30	44.64	145.30	5.03	184.92
2.50	-4.00	115.64	364.20	479.85	1.96	2.13	2.30	59.15	158.69	6.28	211.56
3.00	-4.50	159.63	452.39	612.02	1.96	2.13	2.30	81.65	197.12	7.54	271.23
3.50	-5.00	203.61	452.39	656.00	1.96	2.13	2.30	104.15	197.12	8.80	292.47
4.00	-5.50	247.59	452.39	699.98	1.96	2.13	2.30	126.65	197.12	10.05	313.71
4.50	-6.00	291.57	452.39	743.96	1.96	2.13	2.30	149.14	197.12	11.31	334.95
5.00	-6.50	335.56	452.39	787.95	1.96	2.13	2.30	171.64	197.12	12.57	356.19
5.50	-7.00	379.54	452.39	831.93	1.96	2.13	2.30	194.14	197.12	13.82	377.43
6.00	-7.50	423.52	452.39	875.91	1.96	2.13	2.30	216.63	197.12	15.08	398.67
6.50	-8.00	467.50	452.39	919.89	1.96	2.13	2.30	239.13	197.12	16.34	419.92
7.00	-8.50	511.49	452.39	963.87	1.96	2.13	2.30	261.63	197.12	17.59	441.16
7.50	-9.00	555.47	452.39	1007.86	1.96	2.13	2.30	284.13	197.12	18.85	462.40
8.00	-9.50	599.45	452.39	1051.84	1.96	2.13	2.30	306.62	197.12	20.11	483.64
8.50	-10.00	643.43	452.39	1095.82	1.96	2.13	2.30	329.12	197.12	21.36	504.88
9.00	-10.50	731.40	904.78	1636.18	1.96	2.13	2.30	374.12	394.24	22.62	745.74
9.50	-11.00	819.36	904.78	1724.14	1.96	2.13	2.30	419.11	394.24	23.88	789.47
10.00	-11.50	907.33	904.78	1812.10	1.96	2.13	2.30	464.11	394.24	25.13	833.21
10.50	-12.00	995.29	904.78	1900.07	1.96	2.13	2.30	509.10	394.24	26.39	876.95
11.00	-12.50	1083.25	904.78	1988.03	1.96	2.13	2.30	554.09	394.24	27.65	920.69
11.50	-13.00	1171.22	904.78	2076.00	1.96	2.13	2.30	599.09	394.24	28.90	964.43
12.00	-13.50	1259.18	904.78	2163.96	1.96	2.13	2.30	644.08	394.24	30.16	1008.16
12.50	-14.00	1347.15	904.78	2251.93	1.96	2.13	2.30	689.08	394.24	31.42	1051.90
13.00	-14.50	1435.11	904.78	2339.89	1.96	2.13	2.30	734.07	394.24	32.67	1095.64
13.50	-15.00	1523.08	904.78	2427.86	1.96	2.13	2.30	779.07	394.24	33.93	1139.38
14.00	-15.50	1611.04	904.78	2515.82	1.96	2.13	2.30	824.06	394.24	35.19	1183.12
14.50	-16.00	1699.01	904.78	2603.79	1.96	2.13	2.30	869.06	394.24	36.44	1226.85
15.00	-16.50	1786.97	904.78	2691.75	1.96	2.13	2.30	914.05	394.24	37.70	1270.59
15.50	-17.00	1874.94	904.78	2779.71	1.96	2.13	2.30	959.05	394.24	38.96	1314.33
16.00	-17.50	1962.90	904.78	2867.68	1.96	2.13	2.30	1004.04	394.24	40.21	1358.07
16.50	-18.00	2050.86	904.78	2955.64	1.96	2.13	2.30	1049.04	394.24	41.47	1401.81
17.00	-18.50	2138.83	904.78	3043.61	1.96	2.13	2.30	1094.03	394.24	42.73	1445.54
17.50	-19.00	2226.79	904.78	3131.57	1.96	2.13	2.30	1139.02	394.24	43.98	1489.28
18.00	-19.50	2314.76	904.78	3219.54	1.96	2.13	2.30	1184.02	394.24	45.24	1533.02
18.50	-20.00	2402.72	904.78	3307.50	1.96	2.13	2.30	1229.01	394.24	46.50	1576.76

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 2° 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	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		FOGLIO	151 di 235			

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	621.84		221.60	193.41	
	Nmax	650.64		365.60		
sisma+	Nmin	964.13		-7.71	325.67	
	Nmax	964.13		-7.71		
sisma-	Nmin	632.03		98.44	312.56	
	Nmax	632.03		98.44		

Il massimo sforzo di taglio è pari a: 325.67 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			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001
			REV.	FOGLIO		
			A	152 di 235		

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

Diametro = 800 (mm)
 Raggio = 400 (mm)
 Sforzo Normale = 0 (kN)

Caratteristiche dei Materiali

calcestruzzo

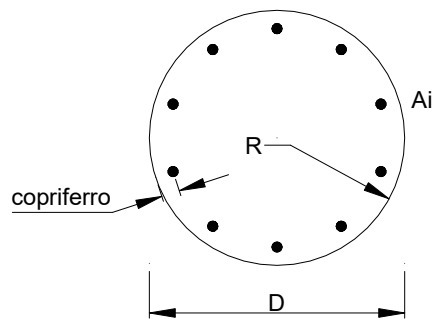
Rck = 30 (Mpa)
 fck = 25 (Mpa)
 $\gamma_c = 1.5$
 $\alpha_{cc} = 0.85$

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14.17$ (Mpa)

Acciaio

tipo di acciaio

$f_{yk} = 450$ (Mpa)
 $\gamma_s = 1.15$
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3$ (Mpa)
 $E_s = 210000$ (Mpa)
 $\epsilon_{ys} = 0.186\%$
 $\epsilon_{uk} = 10.000\%$



Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
20	φ 24	9048	84
0	φ 8	0	30
0	φ 8	0	30

Calcolo

Momento di Plasticizzazione

My = 940.7 (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					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	153 di 235

Lunghezza del palo	L =	14.00	(m)		
Diametro del palo	d =	0.80	(m)		
Momento di plasticizzazione della sezione	My =	940.68	(kN m)		
Angolo di attrito del terreno	$\varphi'_{med} =$	23.00	(°)	$\varphi'_{min} =$	23.00 (°)
Angolo di attrito di calcolo del terreno	$\varphi'_{med,d} =$	23.00	(°)	$\varphi'_{min,d} =$	23.00 (°)
Coeff. di spinta passiva ($k_p = (1+\sin\varphi')/(1-\sin\varphi')$)	$k_{p_{med}} =$	2.28	(-)	$k_{p_{min}} =$	2.28 (-)
Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$)	$\gamma =$	20.00	(kN/m ³)		
Carico Assiale Permanente (G):	G =	325.67	(kN)		
Carico Assiale variabile (Q):	Q =		(kN)		

Palo corto:

$$H1_{med} = 10737.46 \quad (kN) \qquad H1_{min} = 10737.46 \quad (kN)$$

Palo intermedio:

$$H2_{med} = 3646.34 \quad (kN) \qquad H2_{min} = 3646.34 \quad (kN)$$

Palo lungo:

$$H3_{med} = 758.69 \quad (kN) \qquad H3_{min} = 758.69 \quad (kN)$$

$$H_{med} = 758.69 \quad (kN) \quad \text{palo lungo} \qquad H_{min} = 758.69 \quad (kN) \quad \text{palo lungo}$$

$$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 446.29 \quad (kN)$$

$$H_d = H_k/\gamma_T = 343.30 \quad (kN)$$

$$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 325.67 \quad (kN)$$

$$FS = H_d / F_d = 1.05$$

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 154 di 235

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 2° 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 2.2.E.ZZ CL NV.19.0.0.001 A 155 di 235					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo						

Verifiche strutturali dei pali (STR)

Nel seguito sono riportate le massime sollecitazioni in testa ai pali nelle combinazioni STR.

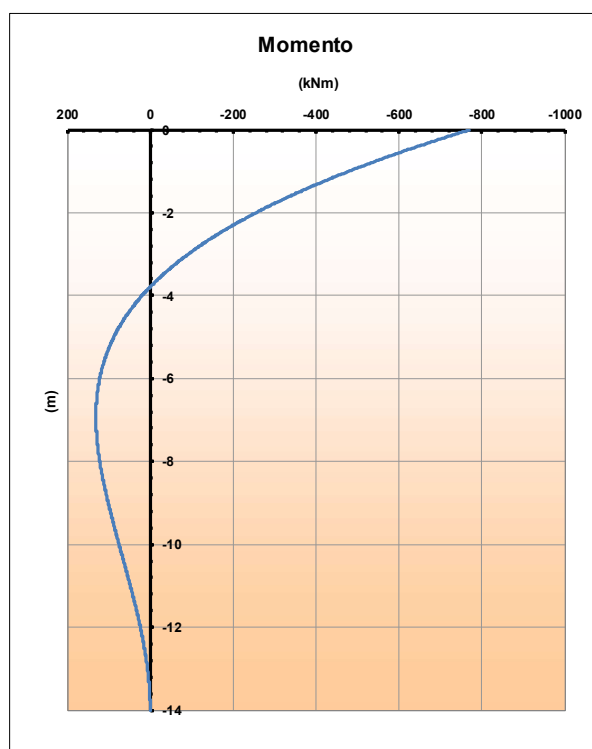
Sollecitazioni sui pali SLU

caso		N pali all.1	N pali all.2	N pali all.3	T pali	
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
statico	Nmin	621.84		221.60	193.41	
	Nmax	650.64		365.60		
sisma+	Nmin	964.13		-7.71	325.67	
	Nmax	964.13		-7.71		
sisma-	Nmin	632.03		98.44	312.56	
	Nmax	632.03		98.44		

Il massimo sforzo di taglio è pari a: **325.67** 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 **770.66** 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 156 di 235

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 20 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 $\Phi 12/20\text{cm}$.

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: NV19-Pali Muro Tipo H=4m_verifiche SLU-SLE__rev0

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

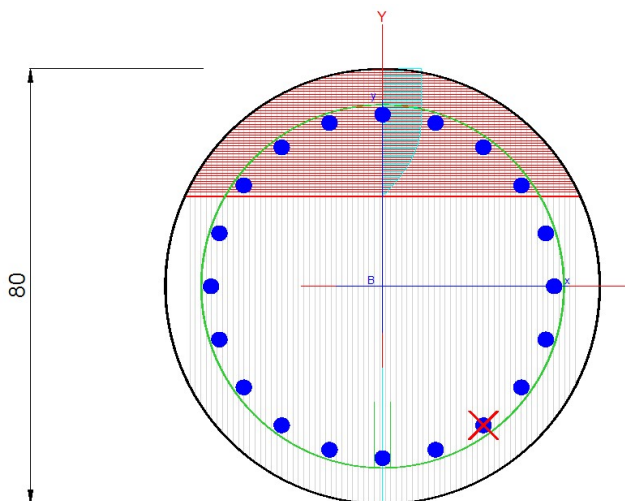
CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 157 di 235

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione: 80.0 cm
 Barre circonferenza: 20Ø24 (90.5 cm²)
 Coprif.(dal baric. barre): 8.4 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	77066	32600	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	31500	33805

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.5 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						
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					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	158 di 235

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	77066	-4	93943	1.219	16.6	---	---	90.5 (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	0.00225	31.6	-0.00719	-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	32600	91388	59637	69.4 53.9	2.500	1.000	6.2			

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 160 di 235

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) $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

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

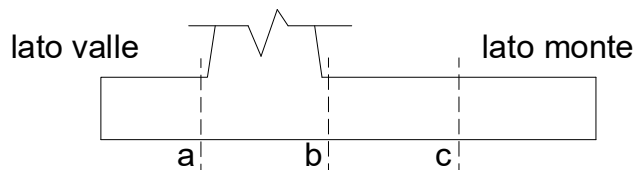
Acciaio

- 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 161 di 235

Verifiche a fessurazione

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE



Mensola Lato Valle

$$M_a = \sum N_i \cdot (B_1 - d_i) / i_i - PP \cdot (1 \pm kv) \cdot B_1^2 / 2$$

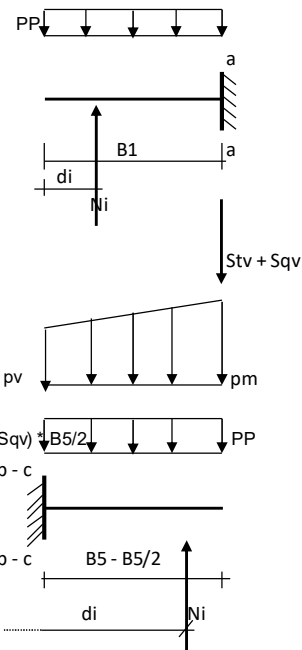
Σ estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

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	=	25.00 (kN/m ²)
	pm	=	92.86 (kN/m ²)
	p _{vb}	=	82.14 (kN/m ²)
	p _{vc}	=	87.50 (kN/m ²)

caso	Ma	Mb	Mc
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
Rara	72.70	-70.95	-31.77

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 162 di 235

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

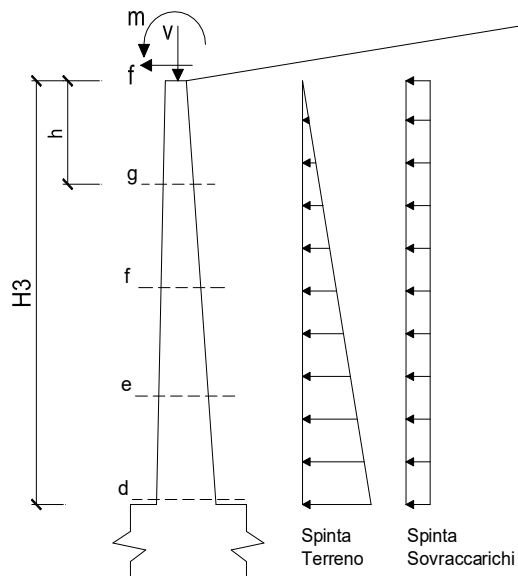
Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

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

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



condizione Rara

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	4.00	58.95	44.21	0.00	103.17	0.00	60.00	60.00
e-e	3.00	24.87	24.87	0.00	49.74	0.00	41.25	41.25
f-f	2.00	7.37	11.05	0.00	18.42	0.00	25.00	25.00
g-g	1.00	0.92	2.76	0.00	3.68	0.00	11.25	11.25

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 163 di 235	

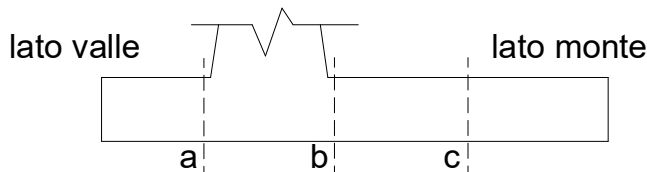
Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ^c	σ^f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	72.70	0.00	1.00	20.11	20.11	0.73	41.81	0.053	0.200
b - b	-70.95	0.00	1.00	20.11	20.11	0.71	40.80	0.052	0.200
c - c	-31.77	0.00	1.00	20.11	20.11	0.32	18.27	0.023	0.200
d - d	103.17	60.00	0.80	20.11	10.05	1.64	62.66	0.080	0.200
e - e	49.74	41.25	0.70	20.11	10.05	1.01	33.51	0.042	0.200
f - f	18.42	25.00	0.60	20.11	10.05	0.50	13.36	0.015	0.200
g - g	3.68	11.25	0.50	20.11	10.05	0.14	2.27	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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 164 di 235

Verifiche alle tensioni

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE



Mensola Lato Valle

$$M_a = \sum N_i \cdot (B_1 - d_i) / i_i - PP \cdot (1 \pm kv) \cdot B_1^2 / 2$$

\sum estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Mensola Lato Monte

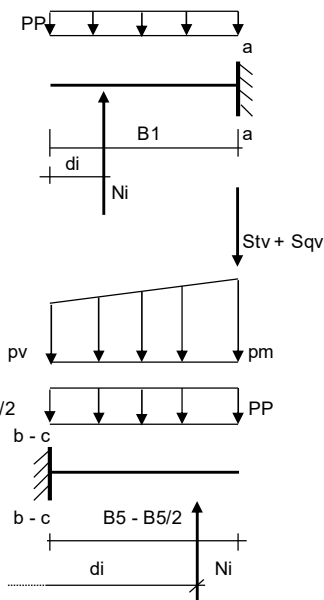
$$M_b = \sum N_i \cdot (B_5 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot B_5^2 / 2 + p_{vb} \cdot B_5^2 / 2 + (p_m - p_{vb}) \cdot B_5^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (Stv + Sqv) \cdot B_5$$

$$M_c = \sum N_i \cdot (B_5 / 2 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + p_{vc} \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + (p_m - p_{vc}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (Stv + Sqv) \cdot B_5 / 2$$

\sum estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Peso Proprio	PP	=	25.00	(kN/m ²)
	p _m	=	92.86	(kN/m ²)
	p _{vb}	=	82.14	(kN/m ²)
	p _{vc}	=	87.50	(kN/m ²)

caso	Ma	Mb	Mc
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
statico rara	72.70	-70.95	-31.77
sisma+	140.28	-263.05	-66.45
sisma-	89.75	-148.74	-42.06



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			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	165 di 235

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

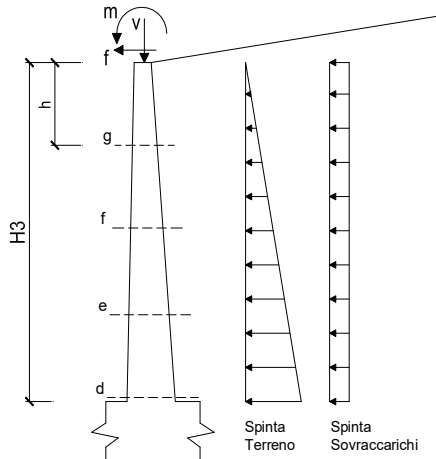
$$M_q = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot q \cdot h^2$$

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

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

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

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



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	4.00	58.95	44.21	0.00	103.17	0.00	60.00	60.00
e-e	3.00	24.87	24.87	0.00	49.74	0.00	41.25	41.25
f-f	2.00	7.37	11.05	0.00	18.42	0.00	25.00	25.00
g-g	1.00	0.92	2.76	0.00	3.68	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	58.95	89.69	0.00	0.00	28.57	177.22	0.00	68.04	68.04
e-e	3.00	24.87	37.84	0.00	0.00	15.07	77.78	0.00	46.78	46.78
f-f	2.00	7.37	11.21	0.00	0.00	6.25	24.83	0.00	28.35	28.35
g-g	1.00	0.92	1.40	0.00	0.00	1.45	3.77	0.00	12.76	12.76

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	58.95	78.71	0.00	0.00	28.57	166.23	0.00	51.96	51.96
e-e	3.00	24.87	33.21	0.00	0.00	15.07	73.14	0.00	35.72	35.72
f-f	2.00	7.37	9.84	0.00	0.00	6.25	23.46	0.00	21.65	21.65
g-g	1.00	0.92	1.23	0.00	0.00	1.45	3.60	0.00	9.74	9.74

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 2° 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	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	166 di 235
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo							

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	72.70	0.00	1.00	20.11	20.11	0.73	41.81
b - b	-70.95	0.00	1.00	20.11	20.11	0.71	40.80
c - c	-31.77	0.00	1.00	20.11	20.11	0.32	18.27
d - d	103.17	60.00	0.80	20.11	10.05	1.64	62.66
e - e	49.74	41.25	0.70	20.11	10.05	1.01	33.51
f - f	18.42	25.00	0.60	20.11	10.05	0.50	13.36
g - g	3.68	11.25	0.50	20.11	10.05	0.14	2.27

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A FOGLIO 167 di 235

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)				4.0
	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	14	1.0	10	12.1
Attese L. valle	16	2.3	5	18.1
Spilli	12	1.24	50	55.0
Cavallotti	16	3.2	6.0	30.3
Attese L. monte	16	2.3	10	36.3
				0.0
INCREMENTO %				15%
PESO TOTALE ARMATURA				448
INCIDENZA (kg/mc)				112

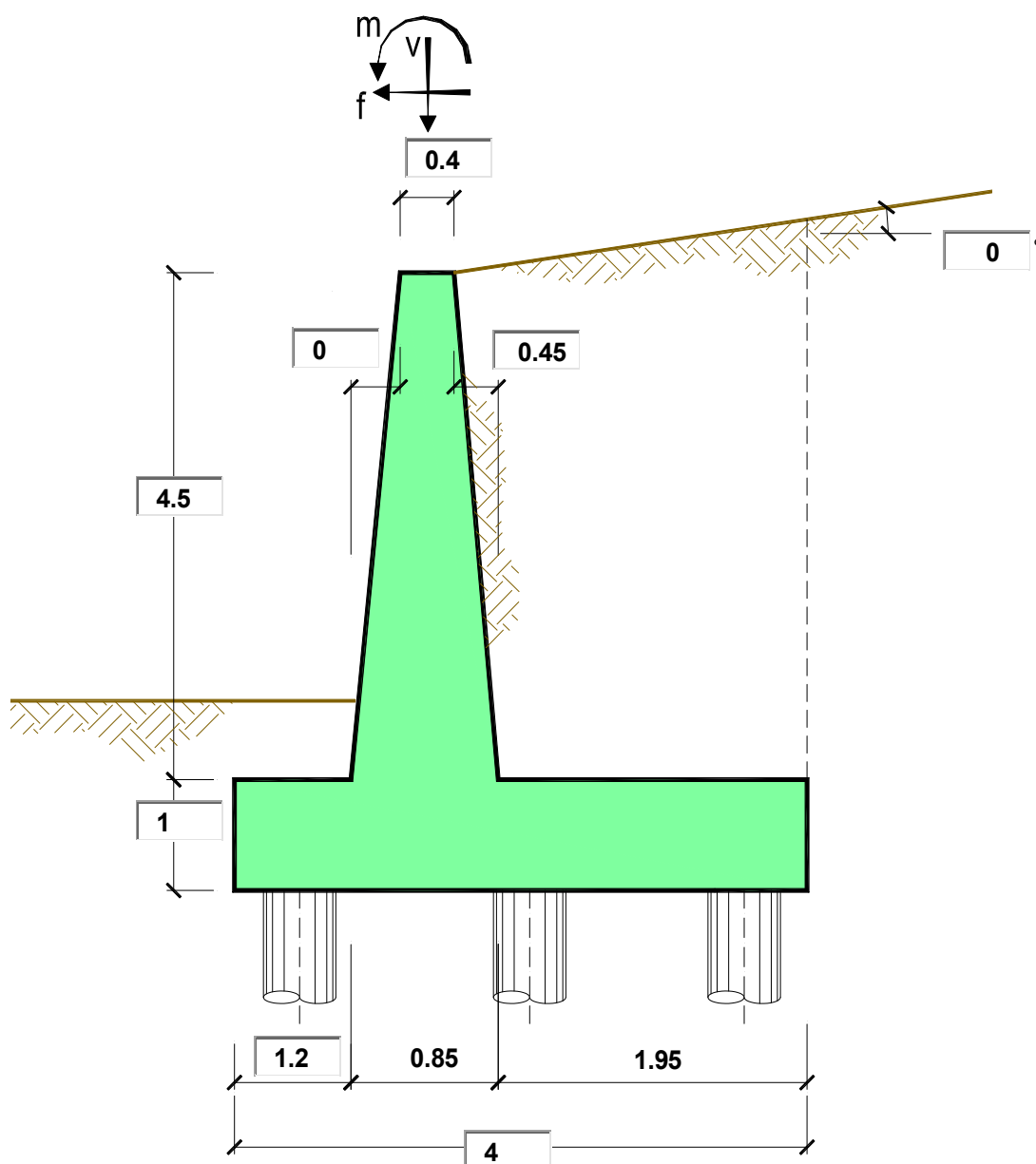
ELEVAZIONE				
VOLUME CLS (mc/m)				2.4
	ϕ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
Vert. L. monte	16	4.4	10	69.7
Vert. L. valle	16	4.4	5	34.9
Orizz. L. monte	14	1.0	20	24.2
Orizz. L. valle	14	1.0	20	24.2
Spilli	12	0.84	50	37.3
				0.0
				0.0
				0.0
INCREMENTO %				20%
PESO TOTALE ARMATURA				228
INCIDENZA (kg/mc)				95

PALI				
VOLUME CLS (mc/m)				0.503
	ϕ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
Long.	24	1.0	20	71.0
Staffe	12	2.5	5	11.2
Irrigid.	20	2.5	0.33	2.1
				0.0
				0.0
				0.0
				0.0
				0.0
				0.0
INCREMENTO %				15%
PESO TOTALE ARMATURA				97
INCIDENZA (kg/mc)				193

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 168 di 235

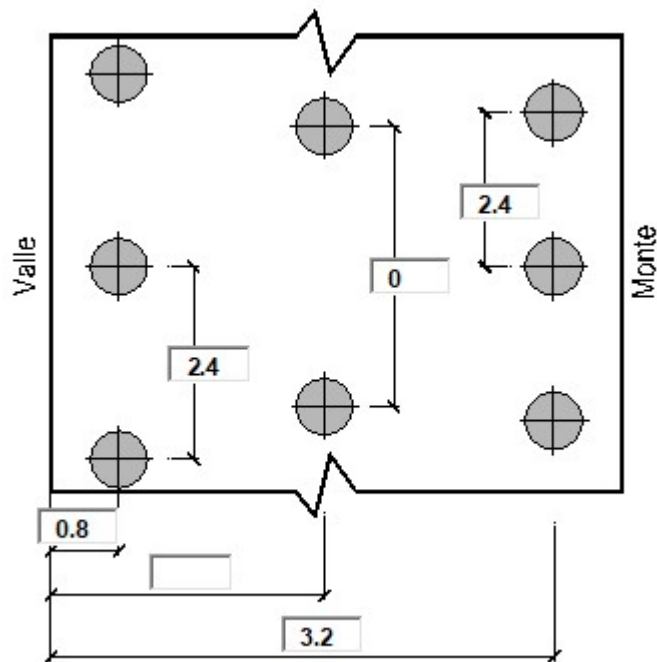
9.8 MURO SU PALI TIPO H=4.5 M

Di seguito la geometria di calcolo adottata.



APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.													
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NV.19.0.0.001</td> <td>A</td> <td>169 di 235</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	169 di 235
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	169 di 235								

Le fondazioni sono del tipo indiretto su pali trivellati di diametro pari a 0.80 m e lunghezza pari a 14 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 170 di 235

9.8.1 Analisi dei carichi

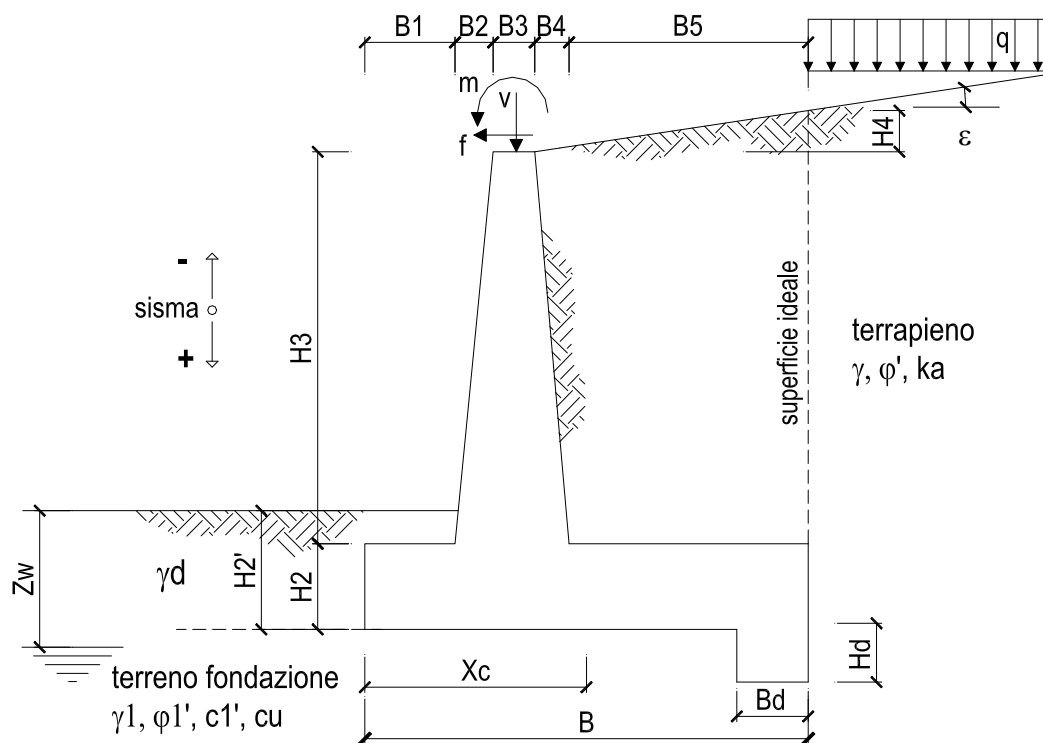
Si riporta nel seguito la valutazione dell'entità dei carichi fissi e variabili che intervengono ai fini delle analisi e verifiche delle opere di sostegno oggetto del presente documento.

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 $\gamma_m = 25$ kN/m³. Il terreno di riempimento ha peso per unità di volume $\gamma_{rint} = 20$ kN/ m³.

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			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A
						FOGLIO
						171 di 235

Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	4.50	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0.00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0.40	(m)
Aggetto monte	B4 =	0.45	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	4.00	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	1.00	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	1.20	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	1.95	(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)	45.00
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2$	(kN/m)	25.31
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	100.00
Pm =	$Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4$	(kN/m)	170.31
- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)			
Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma')$	(kN/m)	175.50
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4 + B5) \cdot H4 \cdot \gamma')$	(kN/m)	0.00
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma') / 2$	(kN/m)	20.25
Sovr =	$q_p \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	0.00
Pt =	$Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr$	(kN/m)	195.75
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro			
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	48
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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 172 di 235

definito da Muller-Breslau, i quali valutano il coefficiente di spinta attiva in condizione statica come:

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

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 cauelativamente 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 173 di 235

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:

$$\frac{a_{max}}{g} = S_s \cdot S_T \cdot \frac{a_E}{g}$$

dove:

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

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

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

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

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

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

per $\beta > \varphi - \theta$

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

dove:

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

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 174 di 235

Dati Sismici	Accelerazione sismica	a _g /g	0.364	(-)
	Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	S _s	1.187	(-)
	Coefficiente Amplificazione Topografico	S _T	1	(-)
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β _s	0.62	(-)
	Coefficiente sismico orizzontale	kh	0.26788216	(-)
	Coefficiente sismico verticale	kv	0.1339	(-)
	Muro libero di traslare o ruotare	<input type="radio"/> si <input checked="" type="radio"/> no		

		SLE		STR/GEO	
Coefficienti di Spinta	Coeff. di Spinta Attiva Statico	ka	0.238	0.238	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma +	kas+	0.380	0.380	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma -	kas-	0.438	0.438	

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

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

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:

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 175 di 235

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

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 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	176 di 235

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)	63.00
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/3 B4)$	(kN/m)	44.30
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kN/m)	200.00
Mm =	$Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4$	(kN/m)	307.30

- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro

Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4 + 0,5 \cdot B5)$	(kN/m)	530.89
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)	38.48
Msovr =	$Sovr \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kN/m)	0.00
Mt =	$Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr$	(kN/m)	569.36

- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro

Sovr acc. Stat	$\cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	134.40
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				
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			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					A	177 di 235

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia del muro (Ps)

Ps h =	$Pm \cdot kh$	(kN/m)	45.62
Ps v =	$Pm \cdot kv$	(kN/m)	22.81

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

Ptsh =	$Pt \cdot kh$	(kN/m)	52.44
Ptsv =	$Pt \cdot kv$	(kN/m)	26.22

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

MPs1 h=	$kh \cdot Pm1 \cdot (H2 + H3/3)$	(kN/m)	0.00
MPs2 h=	$kh \cdot Pm2 \cdot (H2 + H3/2)$	(kN/m)	39.18
MPs3 h=	$kh \cdot Pm3 \cdot (H2 + H3/3)$	(kN/m)	16.95
MPs4 h=	$kh \cdot Pm4 \cdot (H2/2)$	(kN/m)	13.39
MPs h=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4$	(kN/m)	69.52

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

MPs1 v=	$kv \cdot Pm1 \cdot (B1 + 2/3 \cdot B2)$	(kN/m)	0.00
MPs2 v=	$kv \cdot Pm2 \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kN/m)	8.44
MPs3 v=	$kv \cdot Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4/3)$	(kN/m)	5.93
MPs4 v=	$kv \cdot Pm4 \cdot (B/2)$	(kN/m)	26.79
MPs v=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4$	(kN/m)	41.16

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

MPts1 h=	$kh \cdot Pt1 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	152.79
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)	21.70
MPts h=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	174.49

- 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)	71.11
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)	6.17
MPts v=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	77.28

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. FOGLIO A 178 di 235

Spinte e momenti SLU A1

CONDIZIONE STATICA

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

		SLE	STR/GEO
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4) \cdot k_a$	(kN/m) 71.96	93.55
Sq perm =	$q \cdot (H_2 + H_3 + H_4) \cdot k_a$	(kN/m) 0.00	0.00
Sq acc =	$q \cdot (H_2 + H_3 + H_4) \cdot k_a$	(kN/m) 26.17	39.25

- Componente orizzontale condizione statica

Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m) 71.96	93.55
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 26.17	39.25

- 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 =	$Sth \cdot ((H_2 + H_3 + H_4) / 3)$	(kN/m) 131.93	171.50
MSt2 =	$Stv \cdot B$	(kN/m) 0.00	0.00
MSq1 perm =	$Sqh \text{ perm} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4) / 2)$	(kN/m) 0.00	0.00
MSq2 perm =	$Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kN/m) 0.00	0.00
MSq1 acc =	$Sqh \text{ acc} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4) / 2)$	(kN/m) 71.96	107.94
MSq2 acc =	$Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kN/m) 0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext perm =	$mp + fp \cdot (H_3 + H_2) + vp \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m) 0.00	0.00
Mfext acc =	$m + f \cdot (H_3 + H_2) + v \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m) 0.00	0.00

AZIONI COMPLESSIVE SULLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)

N perm =	$P_m + P_t + v_p + Stv + Sqv \text{ perm} + Sqv \text{ acc}$	(kN/m) 366.06	366.06
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) 48.00	72.00

Risultante forze orizzontali (T)

T perm =	$Sth + Sqh \text{ perm} + fp$	(kN/m) 71.96	93.55
T acc =	$Sqh \text{ acc} + f$	(kN/m) 26.17	39.25

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

MM perm =	ΣM	(kNm/m) 744.73	705.16
MM acc (Nmin) =	ΣM	(kNm/m) -71.96	-107.94
MM acc (Nmax) =	ΣM	(kNm/m) 62.44	93.66

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 179 di 235

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)	71.96	71.96
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4)^2 \cdot kas^+$ - Sst1 stat	(kN/m)	58.39	58.39
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 * cos δ	(kN/m)	71.96	71.96
Sst1h sism = Sst1 sism * cos δ	(kN/m)	58.39	58.39
Ssq1h perm = Ssq1 perm * cos δ	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * cos δ	(kN/m)	0.00	0.00
- Componente verticale condizione sismica +			
Sst1v stat = Sst1 stat * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00
Sst1v sism = Sst1 sism * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v perm = Ssq1 perm * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Condizione sismica +			
MSst1 stat = Sst1h stat * ((H2+H3+H4)/3)	(kN/m)	131.93	131.93
MSst1 sism = Sst1h sism * ((H2+H3+H4)/2)	(kN/m)	160.58	160.58
MSst2 stat = Sst1v stat * B	(kN/m)	0.00	0.00
MSst2 sism = Sst1v sism * B	(kN/m)	0.00	0.00
MSsq1 = Ssq1h * ((H2+H3+H4)/2)	(kN/m)	0.00	0.00
MSsq2 = Ssq1v * B	(kN/m)	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = mp + ms	(kNm/m)		0.00
Mfext2 = (fp + fs) * (H3 + H2)	(kNm/m)		0.00
Mfext3 = (vp + vs) * (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)	415.09	415.09
Nmax = Pm + Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv + q acc	(kN/m)	415.09	415.09

Risultante forze orizzontali (T)

T = Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Pts h	(kN/m)	228.41	228.41
--	--------	--------	--------

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

MM (Nmin) = ΣM	(kNm/m)	458.57	458.57
MM (Nmax) = ΣM	(kNm/m)	458.57	458.57

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			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	180 di 235

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)	71.96	71.96
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4)^2 \cdot kas^-$	(kN/m)	42.77	42.77
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 * cos δ	(kN/m)	71.96	71.96
Sst1h sism = Sst1 sism * cos δ	(kN/m)	42.77	42.77
Ssq1h perm = Ssq1 perm * cos δ	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * cos δ	(kN/m)	0.00	0.00
- Componente verticale condizione sismica -			
Sst1v stat = Sst1 stat * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00
Sst1v sism = Sst1 sism * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v perm = Ssq1 perm * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Condizione sismica -			
MSst1 stat = Sst1h stat * ((H2+H3+H4)/3)	(kN/m)	131.93	131.93
MSst1 sism = Sst1h sism * ((H2+H3+H4)/2)	(kN/m)	117.63	117.63
MSst2 stat = Sst1v stat * B	(kN/m)	0.00	0.00
MSst2 sism = Sst1v sism * B	(kN/m)	0.00	0.00
MSsq1 = Ssq1h * ((H2+H3+H4)/2)	(kN/m)	0.00	0.00
MSsq2 = Ssq1v * B	(kN/m)	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = mp+ms	(kNm/m)	0.00
Mfext2 = (fp+fs)*(H3 + H2)	(kNm/m)	0.00
Mfext3 = (vp+vs)*(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)	317.03	317.03
Nmax = Pm+Pt+vp+vs+Sst1v+Ssq1v+Ps v+Ptsv+q acc	(kN/m)	317.03	317.03

Risultante forze orizzontali (T)

T = Sst1h + Ssq1h + fp + fs +Ps h + Pth	(kN/m)	212.80	212.80
---	--------	--------	--------

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

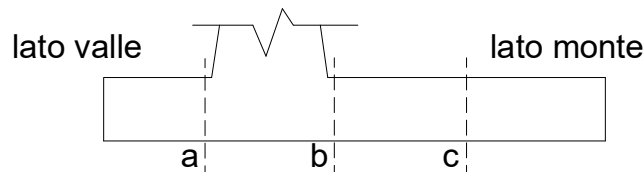
MM (Nmin) = ΣM	(kNm/m)	501.53	501.53
MM (Nmax) = ΣM	(kNm/m)	501.53	501.53

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 181 di 235

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

$$M_b = \sum N_i \cdot (B_5 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot B_5^2 / 2 + p_{vb} \cdot B_5^2 / 2 + (p_m - p_{vb}) \cdot B_5^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v) \cdot B_5$$

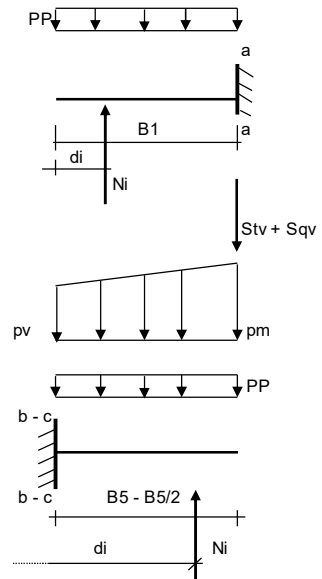
$$M_c = \sum N_i \cdot (B_5 / 2 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + p_{vc} \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + (p_m - p_{vc}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v) \cdot B_5 / 2$$

$$V_b = \sum N_i / i_i - [PP \cdot B_5 + p_{vb} \cdot B_5 + (p_m - p_{vb}) \cdot B_5 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v)$$

$$V_c = \sum N_i / i_i - [PP \cdot (B_5 / 2) + p_{vc} \cdot (B_5 / 2) + (p_m - p_{vc}) \cdot (B_5 / 2) / 2] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v)$$

Σ estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Peso Proprio	PP	=	25.00	(kN/m ²)
	p _m	=	90.00	(kN/m ²)
	p _{vb}	=	90.00	(kN/m ²)
	p _{vc}	=	90.00	(kN/m ²)



caso	Ma	Va	Mb	Vb	Mc	Vc
	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]
statico	82.50	209.24	-72.80	-97.43	-32.47	14.69
sisma+	124.54	328.37	-187.31	-201.58	-74.44	-74.44
sisma-	69.91	187.76	-70.57	-90.92	6.19	6.19

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 2.2.E.ZZ CL NV.19.0.0.001 A 182 di 235

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

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

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

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

$$N_{ext} = v$$

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

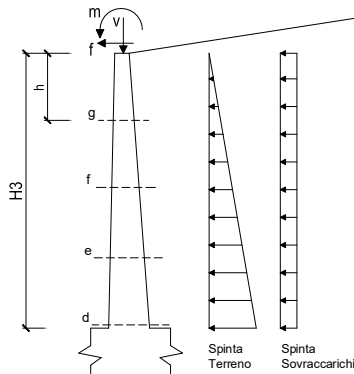
$$V_{t\ stat} = \frac{1}{2} K_{a\ orizz.} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

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

$$V_q = K_{a\ orizz.} \cdot q \cdot h$$

$$V_{ext} = f$$

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



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	4.50	93.93	72.26	0.00	166.19	0.00	70.31	70.31
e-e	3.38	39.63	40.64	0.00	80.27	0.00	47.99	47.99
f-f	2.25	11.74	18.06	0.00	29.81	0.00	28.83	28.83
g-g	1.13	1.47	4.52	0.00	5.98	0.00	12.83	12.83

sezione	h	Vt	Vq	V _{ext}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4.50	62.62	32.11	0.00	94.74
e-e	3.38	35.23	24.09	0.00	59.31
f-f	2.25	15.66	16.06	0.00	31.71
g-g	1.13	3.91	8.03	0.00	11.94

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	4.50	72.26	87.95	0.00	0.00	37.29	197.50	0.00	79.73	79.73
e-e	3.38	30.48	37.10	0.00	0.00	19.55	87.14	0.00	54.42	54.42
f-f	2.25	9.03	10.99	0.00	0.00	8.05	28.08	0.00	32.69	32.69
g-g	1.13	1.13	1.37	0.00	0.00	1.85	4.36	0.00	14.55	14.55

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	4.50	48.17	39.09	0.00	0.00	18.84	106.10
e-e	3.38	27.10	21.99	0.00	0.00	12.86	61.94
f-f	2.25	12.04	9.77	0.00	0.00	7.72	29.54
g-g	1.13	3.01	2.44	0.00	0.00	3.44	8.89

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	4.50	72.26	64.43	0.00	0.00	37.29	173.98	0.00	60.89	60.89
e-e	3.38	30.48	27.18	0.00	0.00	19.55	77.21	0.00	41.56	41.56
f-f	2.25	9.03	8.05	0.00	0.00	8.05	25.14	0.00	24.97	24.97
g-g	1.13	1.13	1.01	0.00	0.00	1.85	3.99	0.00	11.11	11.11

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	4.50	48.17	28.63	0.00	0.00	18.84	95.64
e-e	3.38	27.10	16.11	0.00	0.00	12.86	56.06
f-f	2.25	12.04	7.16	0.00	0.00	7.72	26.92
g-g	1.13	3.01	1.79	0.00	0.00	3.44	8.24

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 183 di 235

In definitiva risulta:

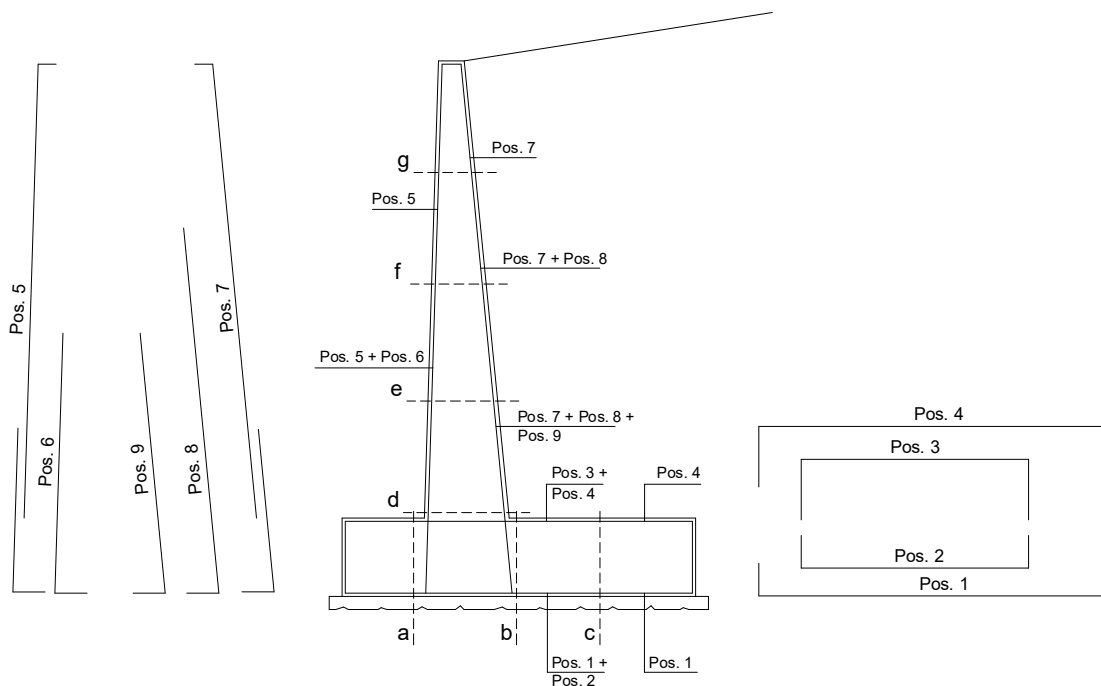
- Armatura longitudinale
- Posizione 1: 1 registro 10 Ø16
- Posizione 4: 1 registro 10 Ø16
- Posizione 5: 1 registro 5 Ø16
- Posizione 7: 1 registro 10 Ø16

- 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						
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					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	184 di 235

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu	Mu/M
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)	(-)
a - a	124.54	0.00	1.00	20.11	20.11	709.96	5.70
b - b	-187.31	0.00	1.00	20.11	20.11	709.96	3.79
c - c	-74.44	0.00	1.00	20.11	20.11	709.96	9.54
d - d	197.50	79.73	0.85	20.11	10.05	620.66	3.14
e - e	87.14	54.42	0.74	20.11	10.05	519.96	5.97
f - f	29.81	28.83	0.63	20.11	10.05	422.03	14.16
g - g	5.98	12.83	0.51	20.11	10.05	328.81	54.95

(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	328.37	1.00	315.72	12	20	40	21.8	1157.56	Sezione verificata
b - b	201.58	1.00	315.72	12	20	40	21.8	1157.56	Armatura a taglio non necessaria
c - c	74.44	1.00	315.72	12	20	40	21.8	1157.56	Armatura a taglio non necessaria
d - d	106.10	0.85	289.80	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
e - e	61.94	0.74	265.55	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
f - f	31.71	0.63	239.92	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
g - g	11.94	0.51	213.78	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria

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	574.18		304.37	159.36	
	Nmax	602.98		448.37		
sisma+	Nmin	869.72		126.50	274.10	
	Nmax	869.72		126.50		
sisma-	Nmin	512.97		247.90	255.35	
	Nmax	512.97		247.90		

Il massimo sforzo di compressione è pari a: 869.72 kN.

La curva di carico limite riportata nel seguito mostra che per un palo di lunghezza pari 14 m, la resistenza Qd è pari a 1183 kN, con un coefficiente di sicurezza FS=1.36.

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					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	185 di 235

Q_p (m) = 1.5 quota testa palo da piano campagna (+ verso il basso)
 Q_f (m) = 2.0 quota falda da piano campagna (+ verso il basso)
 D_p (m) = 0.8 diametro del palo
 A_p (m²) = 0.50 area del palo
 γ_p (kN/m³) : 25.00 peso specifico del palo
 $\gamma_{p,c}$ (kN/m³) : 5.00 peso specifico del palo per verifica a compressione (peso specifico del palo - peso specifico medio del terreno)
 $\gamma_{p,t}$ (kN/m³) : 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

Depth From Pile Head (m)	Elevation (m)	Skin Friction Capacity	End Bearing Capacity	Ultimate Capacity (kN)	FSL,c	FSL,t	FSB	Ql/FS (kN)	Qb/FS (kN)	Wp (kN)	Qd,c (kN)
0.00	-1.50	0.00	0.00	0.00	1.96	2.13	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	-2.00	17.17	241.27	258.44	1.96	2.13	2.30	8.78	105.13	1.26	112.66
1.00	-2.50	38.04	272.01	310.05	1.96	2.13	2.30	19.46	118.52	2.51	135.47
1.50	-3.00	61.41	302.74	364.15	1.96	2.13	2.30	31.41	131.91	3.77	159.55
2.00	-3.50	87.28	333.47	420.75	1.96	2.13	2.30	44.64	145.30	5.03	184.92
2.50	-4.00	115.64	364.20	479.85	1.96	2.13	2.30	59.15	158.69	6.28	211.56
3.00	-4.50	159.63	452.39	612.02	1.96	2.13	2.30	81.65	197.12	7.54	271.23
3.50	-5.00	203.61	452.39	656.00	1.96	2.13	2.30	104.15	197.12	8.80	292.47
4.00	-5.50	247.59	452.39	699.98	1.96	2.13	2.30	126.65	197.12	10.05	313.71
4.50	-6.00	291.57	452.39	743.96	1.96	2.13	2.30	149.14	197.12	11.31	334.95
5.00	-6.50	335.56	452.39	787.95	1.96	2.13	2.30	171.64	197.12	12.57	356.19
5.50	-7.00	379.54	452.39	831.93	1.96	2.13	2.30	194.14	197.12	13.82	377.43
6.00	-7.50	423.52	452.39	875.91	1.96	2.13	2.30	216.63	197.12	15.08	398.67
6.50	-8.00	467.50	452.39	919.89	1.96	2.13	2.30	239.13	197.12	16.34	419.92
7.00	-8.50	511.49	452.39	963.87	1.96	2.13	2.30	261.63	197.12	17.59	441.16
7.50	-9.00	555.47	452.39	1007.86	1.96	2.13	2.30	284.13	197.12	18.85	462.40
8.00	-9.50	599.45	452.39	1051.84	1.96	2.13	2.30	306.62	197.12	20.11	483.64
8.50	-10.00	643.43	452.39	1095.82	1.96	2.13	2.30	329.12	197.12	21.36	504.88
9.00	-10.50	731.40	904.78	1636.18	1.96	2.13	2.30	374.12	394.24	22.62	745.74
9.50	-11.00	819.36	904.78	1724.14	1.96	2.13	2.30	419.11	394.24	23.88	789.47
10.00	-11.50	907.33	904.78	1812.10	1.96	2.13	2.30	464.11	394.24	25.13	833.21
10.50	-12.00	995.29	904.78	1900.07	1.96	2.13	2.30	509.10	394.24	26.39	876.95
11.00	-12.50	1083.25	904.78	1988.03	1.96	2.13	2.30	554.09	394.24	27.65	920.69
11.50	-13.00	1171.22	904.78	2076.00	1.96	2.13	2.30	599.09	394.24	28.90	964.43
12.00	-13.50	1259.18	904.78	2163.96	1.96	2.13	2.30	644.08	394.24	30.16	1008.16
12.50	-14.00	1347.15	904.78	2251.93	1.96	2.13	2.30	689.08	394.24	31.42	1051.90
13.00	-14.50	1435.11	904.78	2339.89	1.96	2.13	2.30	734.07	394.24	32.67	1095.64
13.50	-15.00	1523.08	904.78	2427.86	1.96	2.13	2.30	779.07	394.24	33.93	1139.38
14.00	-15.50	1611.04	904.78	2515.82	1.96	2.13	2.30	824.06	394.24	35.19	1183.12
14.50	-16.00	1699.01	904.78	2603.79	1.96	2.13	2.30	869.06	394.24	36.44	1226.85
15.00	-16.50	1786.97	904.78	2691.75	1.96	2.13	2.30	914.05	394.24	37.70	1270.59
15.50	-17.00	1874.94	904.78	2779.71	1.96	2.13	2.30	959.05	394.24	38.96	1314.33
16.00	-17.50	1962.90	904.78	2867.68	1.96	2.13	2.30	1004.04	394.24	40.21	1358.07
16.50	-18.00	2050.86	904.78	2955.64	1.96	2.13	2.30	1049.04	394.24	41.47	1401.81
17.00	-18.50	2138.83	904.78	3043.61	1.96	2.13	2.30	1094.03	394.24	42.73	1445.54
17.50	-19.00	2226.79	904.78	3131.57	1.96	2.13	2.30	1139.02	394.24	43.98	1489.28
18.00	-19.50	2314.76	904.78	3219.54	1.96	2.13	2.30	1184.02	394.24	45.24	1533.02
18.50	-20.00	2402.72	904.78	3307.50	1.96	2.13	2.30	1229.01	394.24	46.50	1576.76

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 186 di 235

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	574.18		304.37	159.36	
	Nmax	602.98		448.37		
sisma+	Nmin	869.72		126.50	274.10	
	Nmax	869.72		126.50		
sisma-	Nmin	512.97		247.90	255.35	
	Nmax	512.97		247.90		

Il massimo sforzo di taglio è pari a: 274.10 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			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					A	187 di 235

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

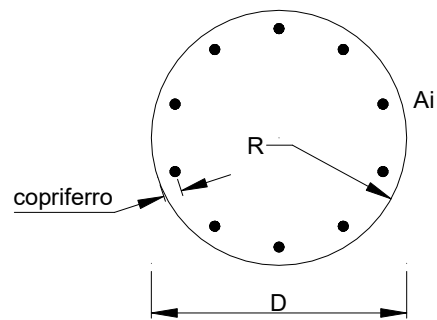
Diametro = 800 (mm)
 Raggio = 400 (mm)
 Sforzo Normale = 0 (kN)

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)
20	ϕ 24	9048	84
0	ϕ 8	0	30
0	ϕ 8	0	30

Calcolo

Momento di Plasticizzazione

$M_y = 940.7$ (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					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	188 di 235

Lunghezza del palo	L =	14.00	(m)		
Diametro del palo	d =	0.80	(m)		
Momento di plasticizzazione della sezione	My =	940.68	(kN m)		
Angolo di attrito del terreno	$\varphi'_{med} =$	23.00	(°)	$\varphi'_{min} =$	23.00 (°)
Angolo di attrito di calcolo del terreno	$\varphi'_{med,d} =$	23.00	(°)	$\varphi'_{min,d} =$	23.00 (°)
Coeff. di spinta passiva ($k_p = (1+\sin\varphi')/(1-\sin\varphi')$)	$k_{p_{med}} =$	2.28	(-)	$k_{p_{min}} =$	2.28 (-)
Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$)	$\gamma =$	20.00	(kN/m ³)		
Carico Assiale Permanente (G):	G =	274.1	(kN)		
Carico Assiale variabile (Q):	Q =		(kN)		

Palo corto:

$$H1_{med} = 10737.46 \quad (kN) \qquad H1_{min} = 10737.46 \quad (kN)$$

Palo intermedio:

$$H2_{med} = 3646.34 \quad (kN) \qquad H2_{min} = 3646.34 \quad (kN)$$

Palo lungo:

$$H3_{med} = 758.69 \quad (kN) \qquad H3_{min} = 758.69 \quad (kN)$$

$$H_{med} = 758.69 \quad (kN) \quad \text{palo lungo} \qquad H_{min} = 758.69 \quad (kN) \quad \text{palo lungo}$$

$$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 446.29 \quad (kN)$$

$$H_d = H_k/\gamma_T = 343.30 \quad (kN)$$

$$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 274.10 \quad (kN)$$

$$FS = H_d / F_d = 1.25$$

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 189 di 235

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 190 di 235

Verifiche strutturali dei pali (STR)

Nel seguito sono riportate le massime sollecitazioni in testa ai pali nelle combinazioni STR.

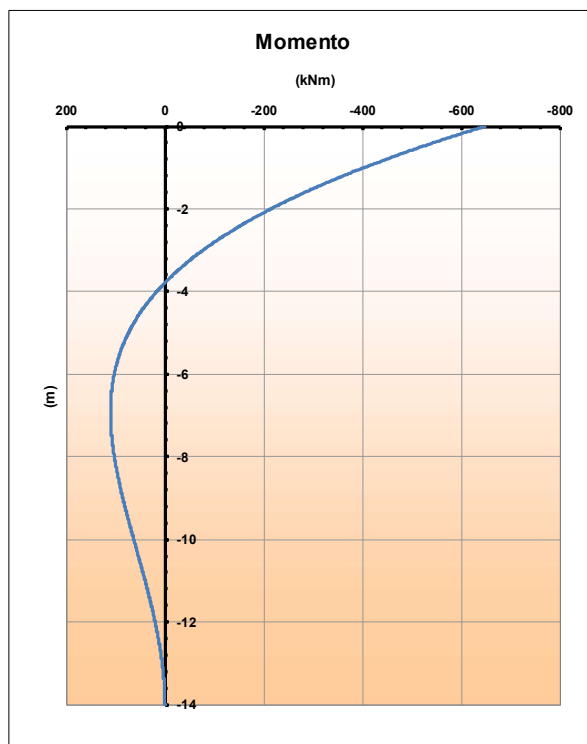
Sollecitazioni sui pali SLU

caso		N pali all.1	N pali all.2	N pali all.3	T pali	
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
statico	Nmin	574.18		304.37	159.36	
	Nmax	602.98		448.37		
sisma+	Nmin	869.72		126.50	274.10	
	Nmax	869.72		126.50		
sisma-	Nmin	512.97		247.90	255.35	
	Nmax	512.97		247.90		

Il massimo sforzo di taglio è pari a: **274.10 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 **647.97 kNm**.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI						
PROGETTAZIONE:		RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO						
Mandatataria:	Mandante:	II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	191 di 235

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 20 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 $\Phi 12/20\text{cm}$.

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: NV19-Pali Muro Tipo H=4.5m_verifiche SLU-SLE__rev0

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

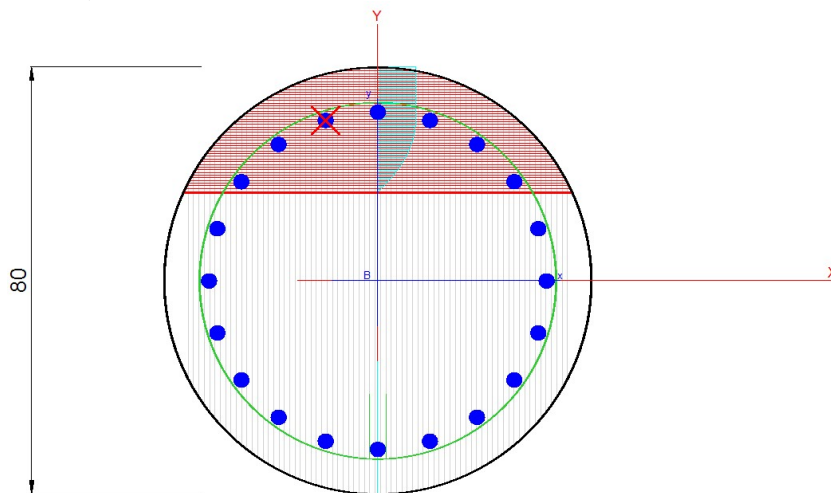
CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resistenza compress. di progetto f_{cd} :	141.6	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta f_{cd}' :	70.8	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ϵ_{c2} :	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ϵ_{cu} :	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale E_c :	314750	daN/cm ²
	Resis. media a trazione f_{ctm} :	25.6	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	S_c limite S.L.E. comb. Rare:	150	daN/cm ²
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. a snervamento f_{yk} :		4500	daN/cm ²
Resist. caratt. a rottura f_{tk} :		4500	daN/cm ²
Resist. a snerv. di progetto f_{yd} :		3913	daN/cm ²
Resist. ultima di progetto f_{td} :		3913	daN/cm ²
Deform. ultima di progetto E_{pu} :		0.068	
Modulo Elastico E_f :		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 - S_f 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 192 di 235

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione: 80.0 cm
 Barre circonferenza: 20Ø24 (90.5 cm²)
 Coprif.(dal baric. barre): 8.4 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	64797	27410	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	37900	27836

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
 Interfero netto minimo barre longitudinali: 7.5 cm
 Interfero 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						
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					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	193 di 235

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	64797	-4	93943	1.450	16.6	---	---	90.5 (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	0.00225	31.6	-0.00719	-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	27410	91388	59637	69.4 53.9	2.500	1.000			5.2	

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

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				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	194 di 235

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
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	66.2	-40.0	0.0	40.0	-1129	31.6	21.0	1869	40.7	---

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	-0.00069	0.00050		0.50	0.60	0.000339 (0.000339)	432 0.146	(990.00)	20083

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 195 di 235

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) $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

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

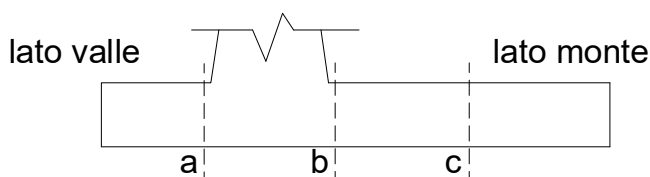
Acciaio

- 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 196 di 235

Verifiche a fessurazione

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE



Mensola Lato Valle

$$M_a = \sum N_i \cdot (B_1 - d_i) / i_i - PP \cdot (1 \pm kv) \cdot B_1^2 / 2$$

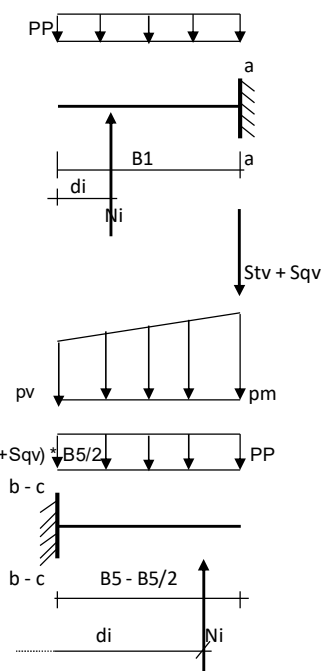
Σ estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

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	=	25.00 (kN/m ²)
	pm	=	90.00 (kN/m ²)
	p _{vb}	=	90.00 (kN/m ²)
	p _{vc}	=	90.00 (kN/m ²)

caso	Ma	Mb	Mc
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
Rara	73.12	-36.60	-26.96

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 197 di 235

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

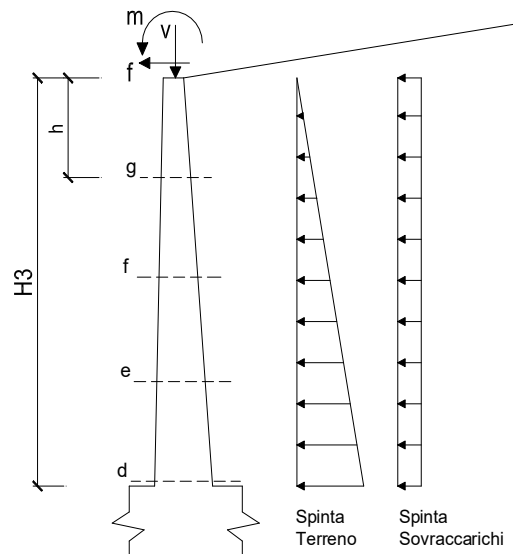
Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

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

$$N_{ext} = v$$



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	4.50	72.26	48.17	0.00	120.43	0.00	70.31	70.31
e-e	3.38	30.48	27.10	0.00	57.58	0.00	47.99	47.99
f-f	2.25	9.03	12.04	0.00	21.07	0.00	28.83	28.83
g-g	1.13	1.13	3.01	0.00	4.14	0.00	12.83	12.83

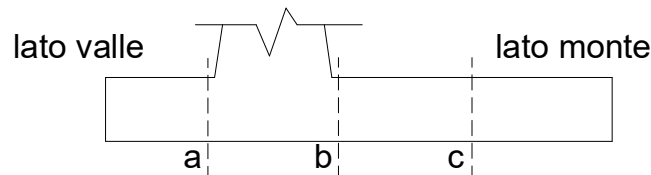
Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ ^c	σ ^f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	73.12	0.00	1.00	20.11	20.11	0.73	42.05	0.054	0.200
b - b	-36.60	0.00	1.00	20.11	20.11	0.37	21.05	0.027	0.200
c - c	-26.96	0.00	1.00	20.11	20.11	0.27	15.50	0.020	0.200
d - d	120.43	70.31	0.85	20.11	10.05	1.73	67.19	0.086	0.200
e - e	57.58	47.99	0.74	20.11	10.05	1.06	35.86	0.046	0.200
f - f	21.07	28.83	0.63	20.11	10.05	0.53	14.23	0.016	0.200
g - g	4.14	12.83	0.51	20.11	10.05	0.15	2.37	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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 198 di 235

Verifiche alle tensioni

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE



Mensola Lato Valle

$$M_a = \sum N_i \cdot (B_1 - d_i) / i_i - PP \cdot (1 \pm kv) \cdot B_1^2 / 2$$

\sum estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Mensola Lato Monte

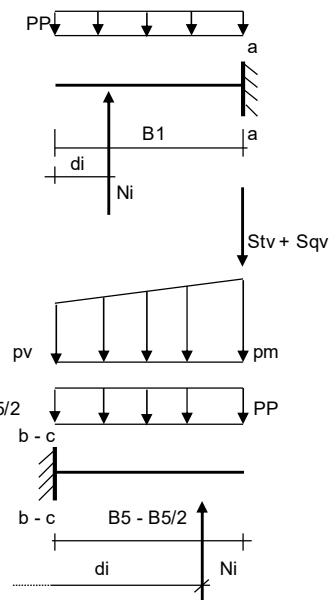
$$M_b = \sum N_i \cdot (B_5 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot B_5^2 / 2 + p_{vb} \cdot B_5^2 / 2 + (p_m - p_{vb}) \cdot B_5^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (Stv + Sqv) \cdot B_5$$

$$M_c = \sum N_i \cdot (B_5 / 2 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + p_{vc} \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + (p_m - p_{vc}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (Stv + Sqv) \cdot B_5 / 2$$

\sum estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Peso Proprio	PP	=	25.00	(kN/m ²)
	p _m	=	90.00	(kN/m ²)
	p _{vb}	=	90.00	(kN/m ²)
	p _{vc}	=	90.00	(kN/m ²)

caso	Ma	Mb	Mc
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
statico rara	73.12	-36.60	-26.96
sisma+	124.54	-187.31	-52.76
sisma-	69.91	-70.57	-29.26



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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	199 di 235

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

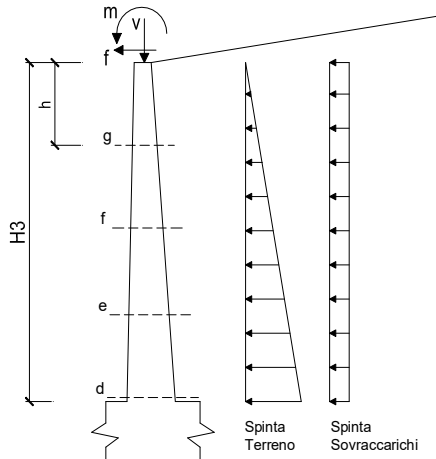
$$M_q = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot q \cdot h^2$$

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

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

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

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



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	4.50	72.26	48.17	0.00	120.43	0.00	70.31	70.31
e-e	3.38	30.48	27.10	0.00	57.58	0.00	47.99	47.99
f-f	2.25	9.03	12.04	0.00	21.07	0.00	28.83	28.83
g-g	1.13	1.13	3.01	0.00	4.14	0.00	12.83	12.83

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	4.50	72.26	87.95	0.00	0.00	37.29	197.50	0.00	79.73	79.73
e-e	3.38	30.48	37.10	0.00	0.00	19.55	87.14	0.00	54.42	54.42
f-f	2.25	9.03	10.99	0.00	0.00	8.05	28.08	0.00	32.69	32.69
g-g	1.13	1.13	1.37	0.00	0.00	1.85	4.36	0.00	14.55	14.55

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	4.50	72.26	64.43	0.00	0.00	37.29	173.98	0.00	60.89	60.89
e-e	3.38	30.48	27.18	0.00	0.00	19.55	77.21	0.00	41.56	41.56
f-f	2.25	9.03	8.05	0.00	0.00	8.05	25.14	0.00	24.97	24.97
g-g	1.13	1.13	1.01	0.00	0.00	1.85	3.99	0.00	11.11	11.11

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 2° 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	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	200 di 235
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo							

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	73.12	0.00	1.00	20.11	20.11	0.73	42.05
b - b	-36.60	0.00	1.00	20.11	20.11	0.37	21.05
c - c	-26.96	0.00	1.00	20.11	20.11	0.27	15.50
d - d	120.43	70.31	0.85	20.11	10.05	1.73	67.19
e - e	57.58	47.99	0.74	20.11	10.05	1.06	35.86
f - f	21.07	28.83	0.63	20.11	10.05	0.53	14.23
g - g	4.14	12.83	0.51	20.11	10.05	0.15	2.37

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A FOGLIO 201 di 235

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)				4.0
	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	14	1.0	10	12.1
Attese L. valle	16	2.3	5	18.1
Spilli	12	1.24	50	55.0
Cavallotti	16	3.2	6.0	30.3
Attese L. monte	16	2.3	10	36.3
				0.0
INCREMENTO %				15%
PESO TOTALE ARMATURA				448
INCIDENZA (kg/mc)				112

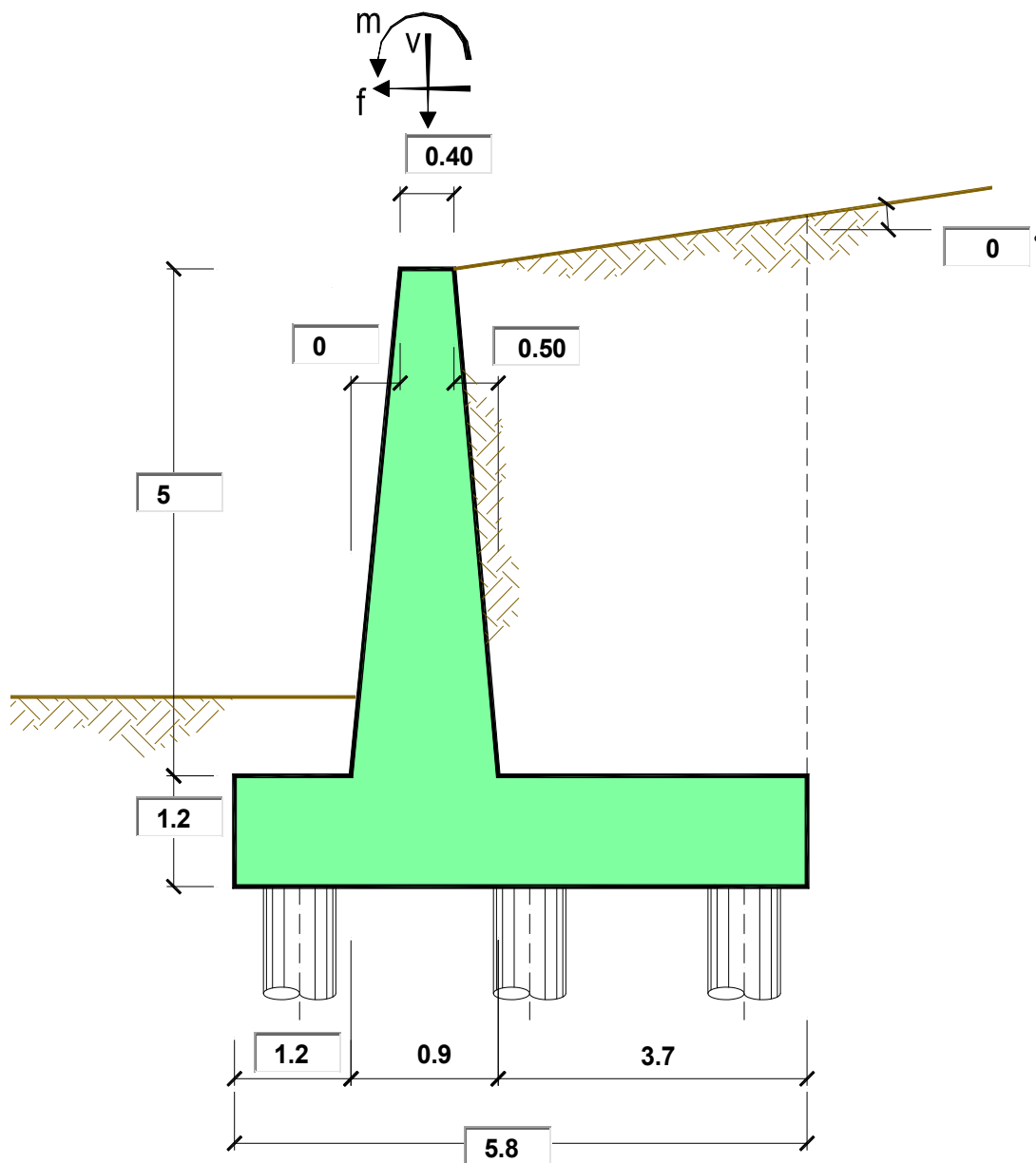
ELEVAZIONE				
VOLUME CLS (mc/m)				2.8
	ϕ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
Vert. L. monte	16	4.9	10	77.7
Vert. L. valle	16	4.9	5	38.8
Orizz. L. monte	14	1.0	22	26.6
Orizz. L. valle	14	1.0	22	26.6
Spilli	12	0.865	56	43.2
				0.0
				0.0
				0.0
INCREMENTO %				20%
PESO TOTALE ARMATURA				255
INCIDENZA (kg/mc)				91

PALI				
VOLUME CLS (mc/m)				0.503
	ϕ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
Long.	24	1.0	20	71.0
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 %				15%
PESO TOTALE ARMATURA				97
INCIDENZA (kg/mc)				193

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.001	REV. A	FOGLIO 202 di 235

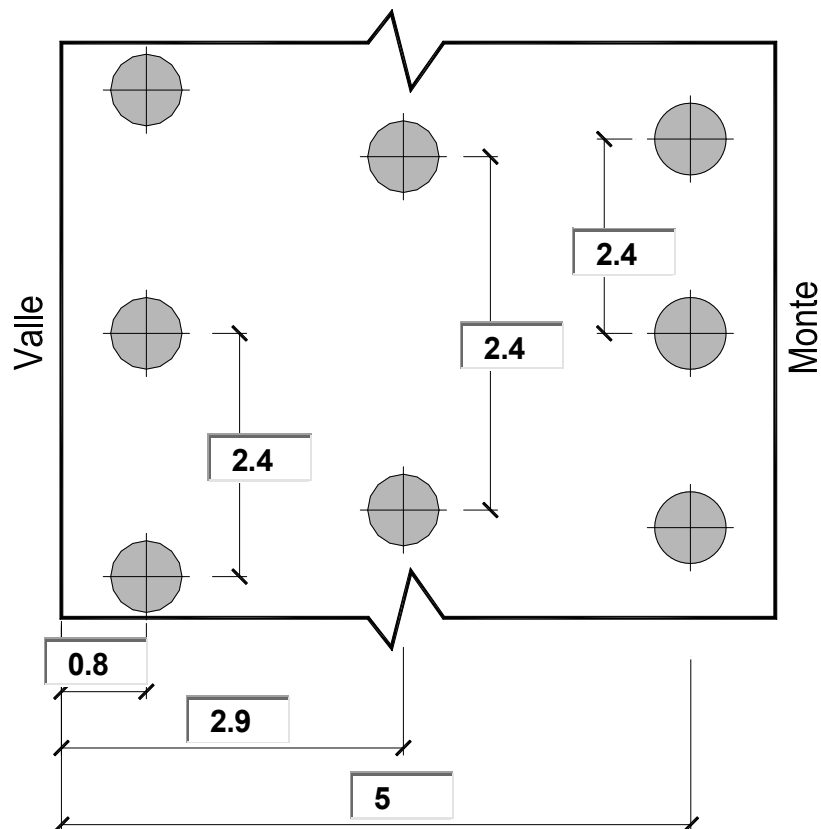
9.9 MURO SU PALI TIPO H=5.0 M

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.													
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>NV.19.0.001</td> <td>A</td> <td>203 di 235</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.001	A	203 di 235
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.001	A	203 di 235								

Le fondazioni sono del tipo indiretto su pali trivellati di diametro pari a 0.80 m e lunghezza pari a 14 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	204 di 235

9.9.1 Analisi dei carichi

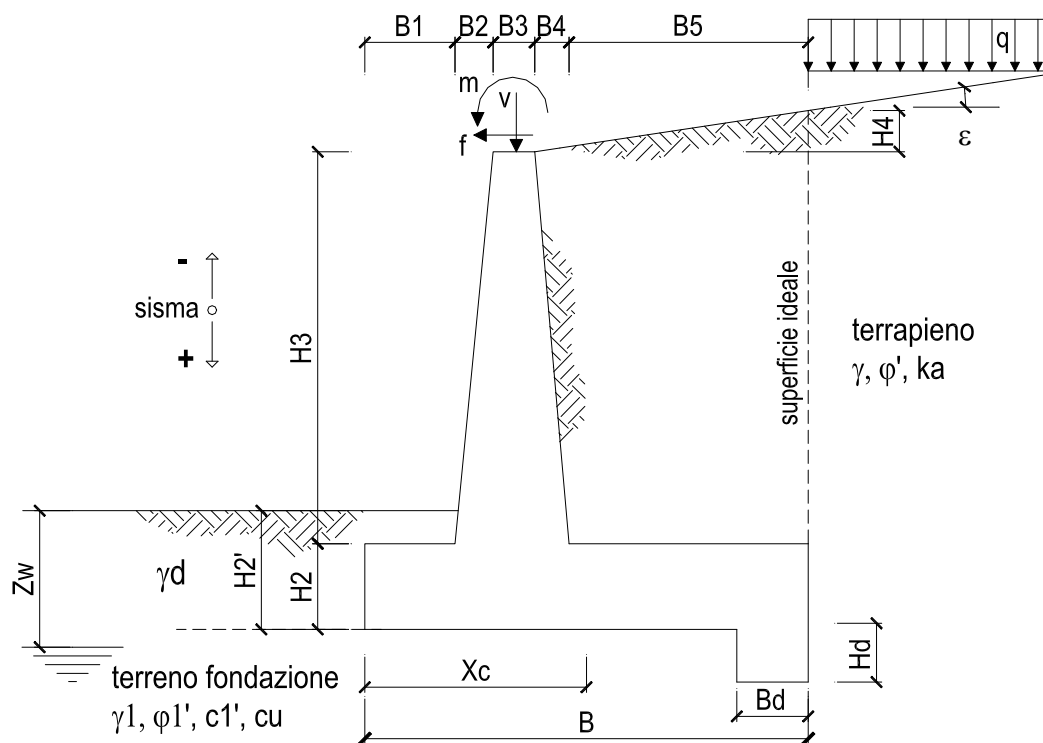
Si riporta nel seguito la valutazione dell'entità dei carichi fissi e variabili che intervengono ai fini delle analisi e verifiche delle opere di sostegno oggetto del presente documento.

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 $\gamma_m = 25$ kN/m³. Il terreno di riempimento ha peso per unità di volume $\gamma_{rint} = 20$ kN/ m³.

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			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A
						FOGLIO
						205 di 235

Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	5.00	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0.00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0.40	(m)
Aggetto monte	B4 =	0.50	(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 =	3.70	(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)	50.00
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2$	(kN/m)	31.25
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	174.00
Pm =	$Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4$	(kN/m)	255.25
- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)			
Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma')$	(kN/m)	370.00
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4 + B5) \cdot H4 \cdot \gamma')$	(kN/m)	0.00
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma') / 2$	(kN/m)	25.00
Sovr =	$q_p \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	0.00
Pt =	$Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr$	(kN/m)	395.00
- 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. 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				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	206 di 235	

definito da Muller-Breslau, i quali valutano il coefficiente di spinta attiva in condizione statica come:

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

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 207 di 235

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:

$$\frac{a_{max}}{g} = S_s \cdot S_T \cdot \frac{a_E}{g}$$

dove:

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

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

$\frac{a_E}{g} = 0.22$ 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 $\beta \leq \varphi - \theta$

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

per $\beta > \varphi - \theta$

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

dove:

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

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 208 di 235

Dati Sismici	Accelerazione sismica	a _g /g	0.364	(-)
	Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	S _s	1.187	(-)
	Coefficiente Amplificazione Topografico	S _T	1	(-)
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β _s	0.62	(-)
	Coefficiente sismico orizzontale	kh	0.26788216	(-)
	Coefficiente sismico verticale	kv	0.1339	(-)
	Muro libero di traslare o ruotare	<input type="radio"/> si <input checked="" type="radio"/> no		

		SLE		STR/GEO	
Coefficienti di Spinta	Coeff. di Spinta Attiva Statico	ka	0.238	0.238	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma +	kas+	0.380	0.380	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma -	kas-	0.438	0.438	

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

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

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:

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 209 di 235

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

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 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						
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					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	210 di 235

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)	70.00
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/3 B4)$	(kN/m)	55.21
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kN/m)	504.60
Mm =	$Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4$	(kN/m)	629.81

- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro

Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4 + 0,5 \cdot B5)$	(kN/m)	1461.50
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)	48.33
Msovr =	$Sovr \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kN/m)	0.00
Mt =	$Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr$	(kN/m)	1509.83

- 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				
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			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					A	211 di 235

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia del muro (Ps)

Ps h =	$Pm \cdot kh$	(kN/m)	68.38
Ps v =	$Pm \cdot kv$	(kN/m)	34.19

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

Ptsh =	$Pt \cdot kh$	(kN/m)	105.81
Ptsv =	$Pt \cdot kv$	(kN/m)	52.91

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

MPs1 h=	$kh \cdot Pm1 \cdot (H2 + H3/3)$	(kN/m)	0.00
MPs2 h=	$kh \cdot Pm2 \cdot (H2 + H3/2)$	(kN/m)	49.56
MPs3 h=	$kh \cdot Pm3 \cdot (H2 + H3/3)$	(kN/m)	24.00
MPs4 h=	$kh \cdot Pm4 \cdot (H2/2)$	(kN/m)	27.97
MPs h=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4$	(kN/m)	101.52

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

MPs1 v=	$kv \cdot Pm1 \cdot (B1 + 2/3 \cdot B2)$	(kN/m)	0.00
MPs2 v=	$kv \cdot Pm2 \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kN/m)	9.38
MPs3 v=	$kv \cdot Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4/3)$	(kN/m)	7.39
MPs4 v=	$kv \cdot Pm4 \cdot (B/2)$	(kN/m)	67.59
MPs v=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4$	(kN/m)	84.36

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

MPts1 h=	$kh \cdot Pt1 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	366.73
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)	30.36
MPts h=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	397.09

- 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)	195.75
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)	7.87
MPts v=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	203.62

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 212 di 235

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) 91.44	118.87
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) 29.50	44.25
- Componente orizzontale condizione statica			
Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m) 91.44	118.87
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 29.50	44.25
- 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) 188.98	245.67
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) 91.44	137.16
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) 650.25	650.25
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) 84.00	126.00

Risultante forze orizzontali (T)

T perm =	$Sth + Sqh \text{ perm} + fp$	(kN/m) 91.44	118.87
T acc =	$Sqh \text{ acc} + f$	(kN/m) 29.50	44.25

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

MM perm =	$\sum M$	(kNm/m) 1950.66	1893.97
MM acc (Nmin) =	$\sum M$	(kNm/m) -91.44	-137.16
MM acc (Nmax) =	$\sum M$	(kNm/m) 219.36	329.04

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			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	213 di 235

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) 91.44	91.44
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4)^2 \cdot kas^+$ - Sst1 stat	(kN/m) 74.20	74.20
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 * $\cos \delta$	(kN/m) 91.44	91.44
Sst1h sism = Sst1 sism * $\cos \delta$	(kN/m) 74.20	74.20
Ssq1h perm = Ssq1 perm * $\cos \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * $\cos \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
- Componente verticale condizione sismica +		
Sst1v stat = Sst1 stat * $\sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
Sst1v sism = Sst1 sism * $\sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
Ssq1v perm = Ssq1 perm * $\sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * $\sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

	SLE	STR/GEO
- Condizione sismica +		
MSst1 stat = Sst1h stat * $((H2+H3+H4)/3)$	(kN/m) 188.98	188.98
MSst1 sism = Sst1h sism * $((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m) 230.03	230.03
MSst2 stat = Sst1v stat * B	(kN/m) 0.00	0.00
MSst2 sism = Sst1v sism * B	(kN/m) 0.00	0.00
MSsq1 = Ssq1h * $((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m) 0.00	0.00
MSsq2 = Ssq1v * 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)	737.35	737.35
Nmax = Pm+Pt+vp+vs+Sst1v+Ssq1v+Ps v+Ptsv+q acc	(kN/m)	737.35	737.35

Risultante forze orizzontali (T)

T = Sst1h + Ssq1h + fp + fs +Ps h + Pts h	(kN/m)	339.84	339.84
---	--------	--------	--------

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

MM (Nmin) = ΣM	(kNm/m)	1510.00	1510.00
MM (Nmax) = ΣM	(kNm/m)	1510.00	1510.00

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			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	214 di 235

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)	91.44	91.44
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4)^2 \cdot kas^-$ - Sst1 stat	(kN/m)	54.35	54.35
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 * cos δ	(kN/m)	91.44	91.44
Sst1h sism = Sst1 sism * cos δ	(kN/m)	54.35	54.35
Ssq1h perm = Ssq1 perm * cos δ	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * cos δ	(kN/m)	0.00	0.00
- Componente verticale condizione sismica -			
Sst1v stat = Sst1 stat * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00
Sst1v sism = Sst1 sism * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v perm = Ssq1 perm * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Condizione sismica -			
MSst1 stat = Sst1h stat * ((H2+H3+H4)/3)	(kN/m)	188.98	188.98
MSst1 sism = Sst1h sism * ((H2+H3+H4)/2)	(kN/m)	168.50	168.50
MSst2 stat = Sst1v stat * B	(kN/m)	0.00	0.00
MSst2 sism = Sst1v sism * B	(kN/m)	0.00	0.00
MSsq1 = Ssq1h * ((H2+H3+H4)/2)	(kN/m)	0.00	0.00
MSsq2 = Ssq1v * B	(kN/m)	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = mp+ms	(kNm/m)	0.00
Mfext2 = (fp+fs)*(H3 + H2)	(kNm/m)	0.00
Mfext3 = (vp+vs)*(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)	563.15	563.15
Nmax = Pm+Pt+vp+vs+Sst1v+Ssq1v+Ps v+Ptsv+q acc	(kN/m)	563.15	563.15

Risultante forze orizzontali (T)

T = Sst1h + Ssq1h + fp + fs +Ps h + Pth	(kN/m)	319.99	319.99
---	--------	--------	--------

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

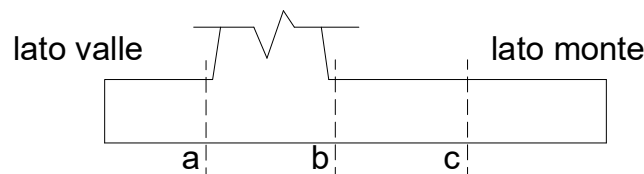
MM (Nmin) = ΣM	(kNm/m)	1571.53	1571.53
MM (Nmax) = ΣM	(kNm/m)	1571.53	1571.53

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 215 di 235

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

$$M_a = \sum N_i \cdot (B_1 - d_i) / i_i - PP \cdot (1 \pm kv) \cdot B_1^2 / 2$$

$$T_a = \sum N_i / i_i - PP \cdot (1 \pm kv)$$

\sum estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Mensola Lato Monte

$$M_b = \sum N_i \cdot (B_5 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot B_5^2 / 2 + p_{vb} \cdot B_5^2 / 2 + (p_m - p_{vb}) \cdot B_5^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (Stv + Sqv) \cdot B_5$$

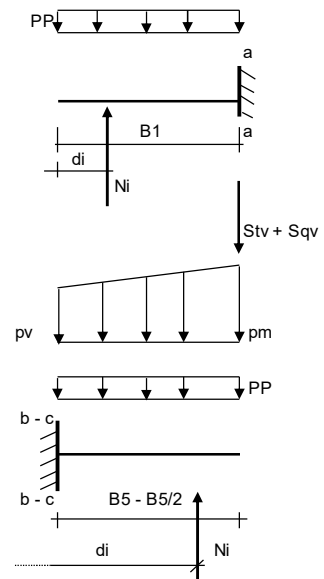
$$M_c = \sum N_i \cdot (B_5 / 2 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + p_{vc} \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + (p_m - p_{vc}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (Stv + Sqv) \cdot B_5 / 2$$

$$V_b = \sum N_i / i_i - [PP \cdot B_5 + p_{vb} \cdot B_5 + (p_m - p_{vb}) \cdot B_5 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (Stv + Sqv)$$

$$V_c = \sum N_i / i_i - [PP \cdot (B_5 / 2) + p_{vc} \cdot (B_5 / 2) + (p_m - p_{vc}) \cdot (B_5 / 2) / 2] \cdot (1 \pm kv) - (Stv + Sqv)$$

\sum estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Peso Proprio	PP	=	30.00	(kN/m ²)
	p _m	=	100.00	(kN/m ²)
	p _{vb}	=	100.00	(kN/m ²)
	p _{vc}	=	100.00	(kN/m ²)



caso	Ma	Va	Mb	Vb	Mc	Vc
	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]
statico	84.58	211.45	-176.89	-78.20	-27.11	-54.45
sisma+	133.66	354.56	-533.47	-203.46	-176.53	-176.53
sisma-	62.25	171.21	-118.65	-55.81	-35.24	-35.24

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				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	216 di 235	

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

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

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

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

$$N_{ext} = v$$

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

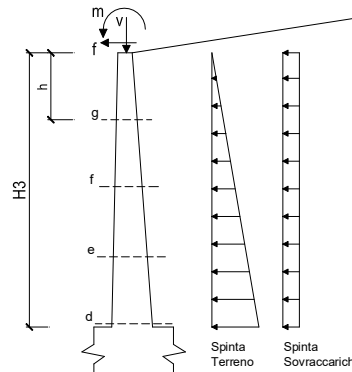
$$V_{t\ stat} = \frac{1}{2} K_{a\ orizz} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

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

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

$$V_{ext} = f$$

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



condizione statica

sezione	h [m]	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
		[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	5.00	128.85	89.21	0.00	218.06	0.00	81.25	81.25
e-e	3.75	54.36	50.18	0.00	104.54	0.00	55.08	55.08
f-f	2.50	16.11	22.30	0.00	38.41	0.00	32.81	32.81
g-g	1.25	2.01	5.58	0.00	7.59	0.00	14.45	14.45

sezione	h [m]	Vt	Vq	V _{ext}	V _{tot}
		[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	5.00	77.31	35.68	0.00	112.99
e-e	3.75	43.49	26.76	0.00	70.25
f-f	2.50	19.33	17.84	0.00	37.17
g-g	1.25	4.83	8.92	0.00	13.75

condizione sismica +

sezione	h [m]	Mt _{stat}	Mt _{sism}	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
		[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	5.00	99.12	120.65	0.00	0.00	47.44	267.20	0.00	92.13	92.13
e-e	3.75	41.82	50.90	0.00	0.00	24.72	117.44	0.00	62.46	62.46
f-f	2.50	12.39	15.08	0.00	0.00	10.12	37.59	0.00	37.21	37.21
g-g	1.25	1.55	1.89	0.00	0.00	2.31	5.74	0.00	16.39	16.39

sezione	h [m]	Vt _{stat}	Vt _{sism}	Vq	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
		[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	5.00	59.47	48.26	0.00	0.00	21.77	129.50
e-e	3.75	33.45	27.15	0.00	0.00	14.75	75.35
f-f	2.50	14.87	12.06	0.00	0.00	8.79	35.72
g-g	1.25	3.72	3.02	0.00	0.00	3.87	10.60

condizione sismica -

sezione	h [m]	Mt _{stat}	Mt _{sism}	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
		[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	5.00	99.12	88.38	0.00	0.00	47.44	234.93	0.00	70.37	70.37
e-e	3.75	41.82	37.28	0.00	0.00	24.72	103.82	0.00	47.70	47.70
f-f	2.50	12.39	11.05	0.00	0.00	10.12	33.55	0.00	28.42	28.42
g-g	1.25	1.55	1.38	0.00	0.00	2.31	5.24	0.00	12.52	12.52

sezione	h [m]	Vt _{stat}	Vt _{sism}	Vq	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
		[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	5.00	59.47	35.35	0.00	0.00	21.77	116.59
e-e	3.75	33.45	19.88	0.00	0.00	14.75	68.09
f-f	2.50	14.87	8.84	0.00	0.00	8.79	32.50
g-g	1.25	3.72	2.21	0.00	0.00	3.87	9.80

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 217 di 235

In definitiva risulta:

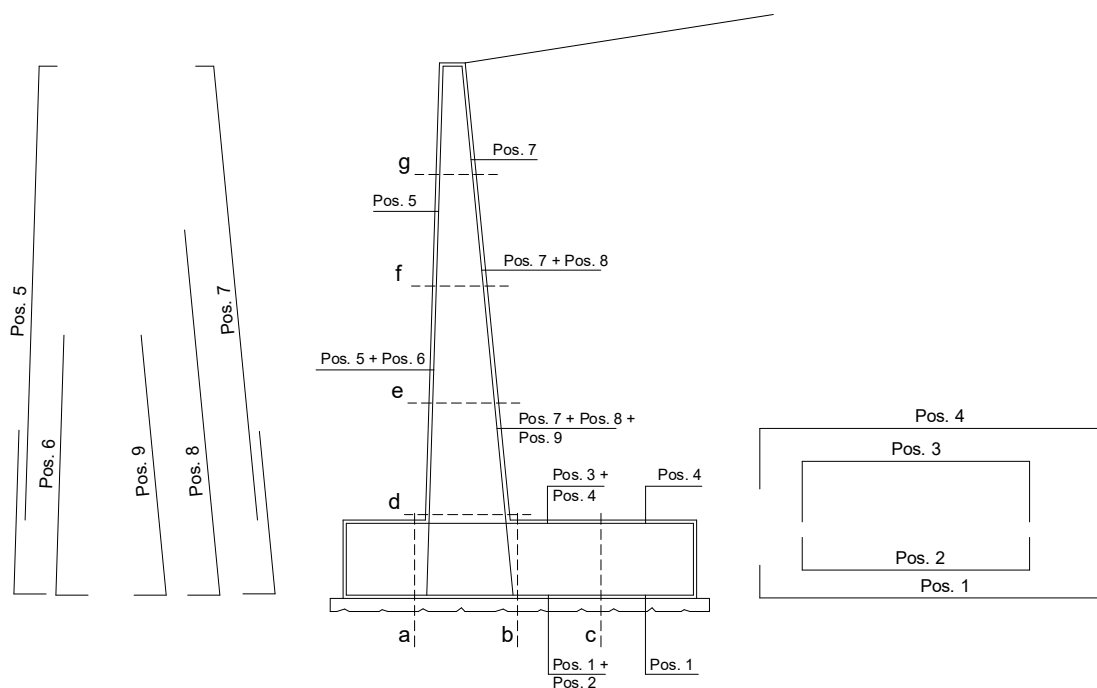
- Armatura longitudinale
- Posizione 1: 1 registro 10 Ø16
- Posizione 4: 1 registro 10 Ø16
- Posizione 5: 1 registro 5 Ø16
- Posizione 7: 1 registro 10 Ø16

- 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						
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					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	218 di 235

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu	Mu/M
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)	(-)
a - a	133.66	0.00	1.20	20.11	20.11	867.31	6.49
b - b	-533.47	0.00	1.20	20.11	20.11	867.31	1.63
c - c	-176.53	0.00	1.20	20.11	20.11	867.31	4.91
d - d	267.20	92.13	0.90	20.11	10.05	666.77	2.50
e - e	117.44	62.46	0.78	20.11	10.05	553.08	4.71
f - f	38.41	32.81	0.65	20.11	10.05	443.10	11.54
g - g	7.59	14.45	0.53	20.11	10.05	339.05	44.68

(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	354.56	1.20	366.83	12	20	40	21.8	1406.49	Armatura a taglio non necessaria
b - b	203.46	1.20	366.83	12	20	40	21.8	1406.49	Armatura a taglio non necessaria
c - c	176.53	1.20	366.83	12	20	40	21.8	1406.49	Armatura a taglio non necessaria
d - d	129.50	0.90	302.39	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
e - e	75.35	0.78	273.71	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
f - f	37.17	0.65	245.52	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
g - g	13.75	0.53	216.78	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria

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	593.87	520.20	446.53	130.50	
	Nmax	637.07	621.00	604.93		
sisma+	Nmin	948.91	589.88	230.85	271.87	
	Nmax	948.91	589.88	230.85		
sisma-	Nmin	485.74	450.52	415.31	255.99	
	Nmax	485.74	450.52	415.31		

Il massimo sforzo di compressione è pari a: **948.91 kN**.

La curva di carico limite riportata nel seguito mostra che per un palo di lunghezza pari 14 m, la resistenza Qd è pari a **1183 kN**, con un coefficiente di sicurezza FS=1.25.

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 219 di 235	

Q_p (m) = 1.5 quota testa palo da piano campagna (+ verso il basso)
 Q_f (m) = 2.0 quota falda da piano campagna (+ verso il basso)
 D_p (m) = 0.8 diametro del palo
 A_p (m²) = 0.50 area del palo
 γ_p (kN/m³) : 25.00 peso specifico del palo
 $\gamma_{p,c}$ (kN/m³) : 5.00 peso specifico del palo per verifica a compressione (peso specifico del palo - peso specifico medio del terreno)
 $\gamma_{p,t}$ (kN/m³) : 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

Depth From Pile Head (m)	Elevation (m)	Skin Friction Capacity	End Bearing Capacity	Ultimate Capacity (kN)	FSL,c	FSL,t	FSB	Ql/FS (kN)	Qb/FS (kN)	Wp (kN)	Qd,c (kN)
0.00	-1.50	0.00	0.00	0.00	1.96	2.13	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	-2.00	17.17	241.27	258.44	1.96	2.13	2.30	8.78	105.13	1.26	112.66
1.00	-2.50	38.04	272.01	310.05	1.96	2.13	2.30	19.46	118.52	2.51	135.47
1.50	-3.00	61.41	302.74	364.15	1.96	2.13	2.30	31.41	131.91	3.77	159.55
2.00	-3.50	87.28	333.47	420.75	1.96	2.13	2.30	44.64	145.30	5.03	184.92
2.50	-4.00	115.64	364.20	479.85	1.96	2.13	2.30	59.15	158.69	6.28	211.56
3.00	-4.50	159.63	452.39	612.02	1.96	2.13	2.30	81.65	197.12	7.54	271.23
3.50	-5.00	203.61	452.39	656.00	1.96	2.13	2.30	104.15	197.12	8.80	292.47
4.00	-5.50	247.59	452.39	699.98	1.96	2.13	2.30	126.65	197.12	10.05	313.71
4.50	-6.00	291.57	452.39	743.96	1.96	2.13	2.30	149.14	197.12	11.31	334.95
5.00	-6.50	335.56	452.39	787.95	1.96	2.13	2.30	171.64	197.12	12.57	356.19
5.50	-7.00	379.54	452.39	831.93	1.96	2.13	2.30	194.14	197.12	13.82	377.43
6.00	-7.50	423.52	452.39	875.91	1.96	2.13	2.30	216.63	197.12	15.08	398.67
6.50	-8.00	467.50	452.39	919.89	1.96	2.13	2.30	239.13	197.12	16.34	419.92
7.00	-8.50	511.49	452.39	963.87	1.96	2.13	2.30	261.63	197.12	17.59	441.16
7.50	-9.00	555.47	452.39	1007.86	1.96	2.13	2.30	284.13	197.12	18.85	462.40
8.00	-9.50	599.45	452.39	1051.84	1.96	2.13	2.30	306.62	197.12	20.11	483.64
8.50	-10.00	643.43	452.39	1095.82	1.96	2.13	2.30	329.12	197.12	21.36	504.88
9.00	-10.50	731.40	904.78	1636.18	1.96	2.13	2.30	374.12	394.24	22.62	745.74
9.50	-11.00	819.36	904.78	1724.14	1.96	2.13	2.30	419.11	394.24	23.88	789.47
10.00	-11.50	907.33	904.78	1812.10	1.96	2.13	2.30	464.11	394.24	25.13	833.21
10.50	-12.00	995.29	904.78	1900.07	1.96	2.13	2.30	509.10	394.24	26.39	876.95
11.00	-12.50	1083.25	904.78	1988.03	1.96	2.13	2.30	554.09	394.24	27.65	920.69
11.50	-13.00	1171.22	904.78	2076.00	1.96	2.13	2.30	599.09	394.24	28.90	964.43
12.00	-13.50	1259.18	904.78	2163.96	1.96	2.13	2.30	644.08	394.24	30.16	1008.16
12.50	-14.00	1347.15	904.78	2251.93	1.96	2.13	2.30	689.08	394.24	31.42	1051.90
13.00	-14.50	1435.11	904.78	2339.89	1.96	2.13	2.30	734.07	394.24	32.67	1095.64
13.50	-15.00	1523.08	904.78	2427.86	1.96	2.13	2.30	779.07	394.24	33.93	1139.38
14.00	-15.50	1611.04	904.78	2515.82	1.96	2.13	2.30	824.06	394.24	35.19	1183.12
14.50	-16.00	1699.01	904.78	2603.79	1.96	2.13	2.30	869.06	394.24	36.44	1226.85
15.00	-16.50	1786.97	904.78	2691.75	1.96	2.13	2.30	914.05	394.24	37.70	1270.59
15.50	-17.00	1874.94	904.78	2779.71	1.96	2.13	2.30	959.05	394.24	38.96	1314.33
16.00	-17.50	1962.90	904.78	2867.68	1.96	2.13	2.30	1004.04	394.24	40.21	1358.07
16.50	-18.00	2050.86	904.78	2955.64	1.96	2.13	2.30	1049.04	394.24	41.47	1401.81
17.00	-18.50	2138.83	904.78	3043.61	1.96	2.13	2.30	1094.03	394.24	42.73	1445.54
17.50	-19.00	2226.79	904.78	3131.57	1.96	2.13	2.30	1139.02	394.24	43.98	1489.28
18.00	-19.50	2314.76	904.78	3219.54	1.96	2.13	2.30	1184.02	394.24	45.24	1533.02
18.50	-20.00	2402.72	904.78	3307.50	1.96	2.13	2.30	1229.01	394.24	46.50	1576.76

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 220 di 235

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	593.87	520.20	446.53	130.50	
	Nmax	637.07	621.00	604.93		
sisma+	Nmin	948.91	589.88	230.85	271.87	
	Nmax	948.91	589.88	230.85		
sisma-	Nmin	485.74	450.52	415.31	255.99	
	Nmax	485.74	450.52	415.31		

Il massimo sforzo di taglio è pari a: **271.87** 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			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001
					REV.	FOGLIO
					A	221 di 235

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

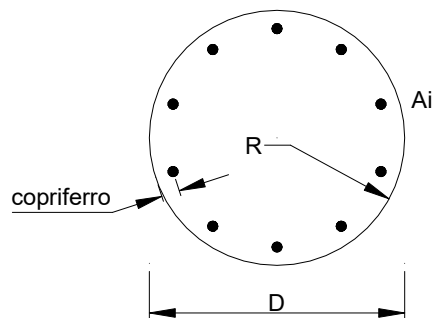
Diametro = 800 (mm)
Raggio = 400 (mm)
Sforzo Normale = 0 (kN)

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)
 $\gamma_s = 1.15$
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3$ (Mpa)
 $E_s = 210000$ (Mpa)
 $\epsilon_{ys} = 0.186\%$
 $\epsilon_{uk} = 10.000\%$

Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
20	ϕ 24	9048	84
0	ϕ 8	0	30
0	ϕ 8	0	30

Calcolo

Momento di Plasticizzazione

$M_y = 940.7$ (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					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	222 di 235

Lunghezza del palo	L =	14.00	(m)		
Diametro del palo	d =	0.80	(m)		
Momento di plasticizzazione della sezione	My =	940.68	(kN m)		
Angolo di attrito del terreno	$\varphi'_{med} =$	23.00	(°)	$\varphi'_{min} =$	23.00 (°)
Angolo di attrito di calcolo del terreno	$\varphi'_{med,d} =$	23.00	(°)	$\varphi'_{min,d} =$	23.00 (°)
Coeff. di spinta passiva ($k_p = (1+\sin\varphi')/(1-\sin\varphi')$)	$k_{p_{med}} =$	2.28	(-)	$k_{p_{min}} =$	2.28 (-)
Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$)	$\gamma =$	20.00	(kN/m ³)		
Carico Assiale Permanente (G):	G =	271.87	(kN)		
Carico Assiale variabile (Q):	Q =		(kN)		

Palo corto:

$$H1_{med} = 10737.46 \quad (kN) \qquad H1_{min} = 10737.46 \quad (kN)$$

Palo intermedio:

$$H2_{med} = 3646.34 \quad (kN) \qquad H2_{min} = 3646.34 \quad (kN)$$

Palo lungo:

$$H3_{med} = 758.69 \quad (kN) \qquad H3_{min} = 758.69 \quad (kN)$$

$$H_{med} = 758.69 \quad (kN) \quad \text{palo lungo} \qquad H_{min} = 758.69 \quad (kN) \quad \text{palo lungo}$$

$$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 446.29 \quad (kN)$$

$$H_d = H_k/\gamma_T = 343.30 \quad (kN)$$

$$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 271.87 \quad (kN)$$

$$FS = H_d / F_d = 1.26$$

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 223 di 235

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. FOGLIO A 224 di 235

Verifiche strutturali dei pali (STR)

Nel seguito sono riportate le massime sollecitazioni in testa ai pali nelle combinazioni STR.

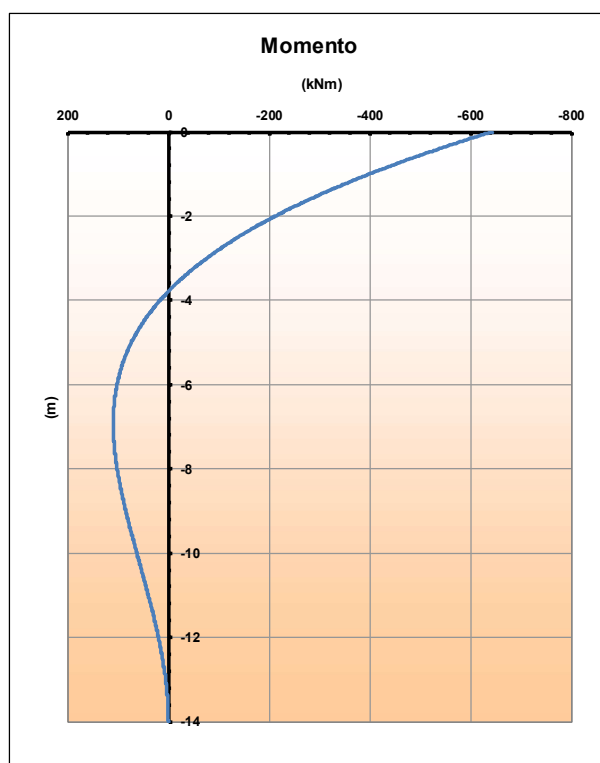
Sollecitazioni sui pali SLU

caso		N pali all.1	N pali all.2	N pali all.3	T pali	
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
statico	Nmin	593.87	520.20	446.53	130.50	
	Nmax	637.07	621.00	604.93		
sisma+	Nmin	948.91	589.88	230.85	271.87	
	Nmax	948.91	589.88	230.85		
sisma-	Nmin	485.74	450.52	415.31	255.99	
	Nmax	485.74	450.52	415.31		

Il massimo sforzo di taglio è pari a: **271.87** 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 **642.70** 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandataria:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	225 di 235

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 20 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 $\Phi 12/20\text{cm}$.

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: NV19-Pali Muro Tipo H=5m_verifiche SLU-SLE__rev0

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

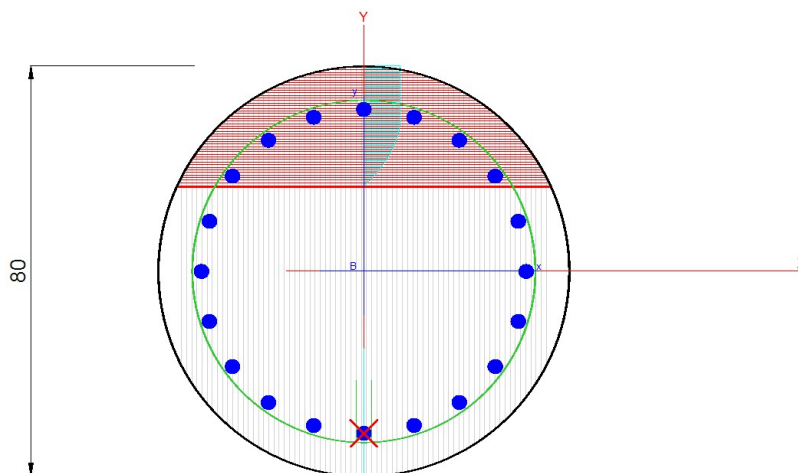
CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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	
	Se 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 fid:		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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 226 di 235

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione: 80.0 cm
 Barre circonferenza: 20Ø24 (90.5 cm²)
 Coprif.(dal baric. barre): 8.4 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	64270	27187	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	50500	22872

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.5 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						
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					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	227 di 235

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	64270	-4	93943	1.462	16.6	---	---	90.5 (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	0.00225	31.6	-0.00719	-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]									
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	27187	91388	59637	69.4 53.9	2.500	1.000	5.2		

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 228 di 235

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
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	54.4	-40.0	0.0	40.0	-719	31.6	21.0	1453	31.7	----

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	-0.00045	0.00041		0.50	0.60	0.000216 (0.000216)	432 0.093 (990.00)		22415

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 229 di 235

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) $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

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

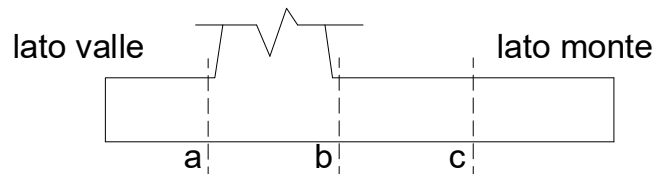
Acciaio

- 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 230 di 235

Verifiche a fessurazione

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE



Mensola Lato Valle

$$M_a = \sum N_i (B_1 - d_i) / i_i - PP * (1 \pm kv) * B_1^2 / 2$$

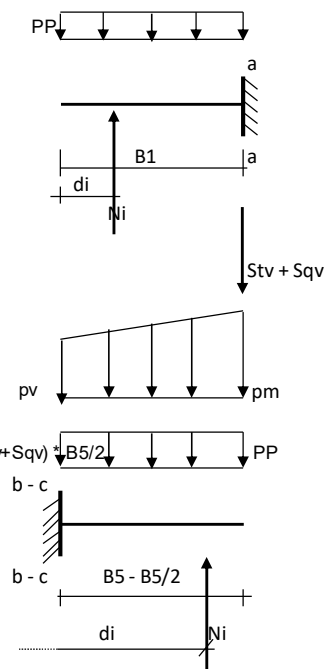
\sum estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Mensola Lato Monte

$$M_b = \sum N_i (B_5 - (B - d_i)) / i_i - [PP * B_5^2 / 2 + p_{vb} * B_5^2 / 2 + (p_m - p_{vb}) * B_5^2 / 3] * (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v) * B_5$$

$$M_c = \sum N_i (B_5 / 2 - (B - d_i)) / i_i - [PP * (B_5 / 2)^2 / 2 + p_{vc} * (B_5 / 2)^2 / 2 + (p_m - p_{vc}) * (B_5 / 2)^2 / 3] * (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v) * B_5 / 2$$

\sum estesa a tutti i pali presenti sulla mensola



Peso Proprio PP = 30.00 (kN/m²)

p_m = 100.00 (kN/m²)

p_{vb} = 100.00 (kN/m²)

p_{vc} = 100.00 (kN/m²)

caso	Ma	Mb	Mc
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
Rara	91.01	-106.18	-4.08

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 231 di 235

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

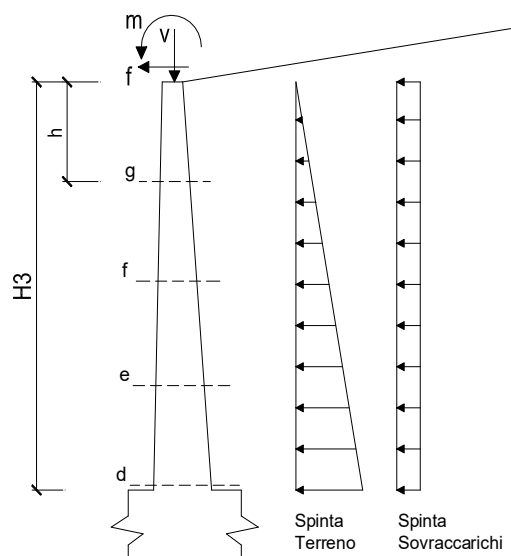
Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

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

$$N_{ext} = v$$



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	5.00	99.12	59.47	0.00	158.59	0.00	81.25	81.25
e-e	3.75	41.82	33.45	0.00	75.27	0.00	55.08	55.08
f-f	2.50	12.39	14.87	0.00	27.26	0.00	32.81	32.81
g-g	1.25	1.55	3.72	0.00	5.27	0.00	14.45	14.45

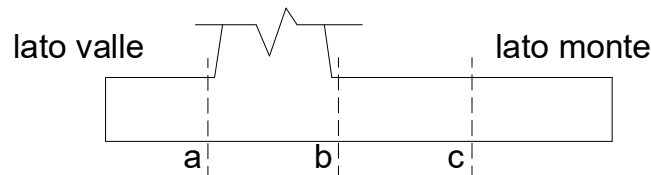
Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ ^c	σ ^f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	91.01	0.00	1.20	20.11	20.11	0.67	42.76	0.055	0.200
b - b	-106.18	0.00	1.20	20.11	20.11	0.78	49.89	0.064	0.200
c - c	-4.08	0.00	1.20	20.11	20.11	0.03	1.92	0.002	0.200
d - d	158.59	81.25	0.90	20.11	10.05	2.06	84.21	0.108	0.200
e - e	75.27	55.08	0.78	20.11	10.05	1.27	45.23	0.058	0.200
f - f	27.26	32.81	0.65	20.11	10.05	0.63	18.20	0.022	0.200
g - g	5.27	14.45	0.53	20.11	10.05	0.18	3.20	0.003	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			
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	232 di 235

Verifiche alle tensioni

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE



Mensola Lato Valle

$$M_a = \sum N_i \cdot (B_1 - d_i) / i_i - PP \cdot (1 \pm kv) \cdot B_1^2 / 2$$

\sum estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Mensola Lato Monte

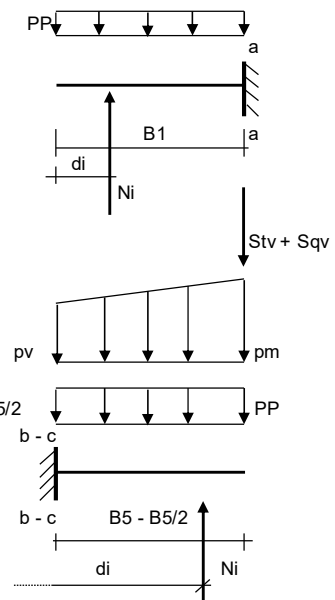
$$M_b = \sum N_i \cdot (B_5 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot B_5^2 / 2 + p_{vb} \cdot B_5^2 / 2 + (p_m - p_{vb}) \cdot B_5^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (Stv + Sqv) \cdot B_5$$

$$M_c = \sum N_i \cdot (B_5 / 2 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + p_{vc} \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + (p_m - p_{vc}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (Stv + Sqv) \cdot B_5 / 2$$

\sum estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Peso Proprio	PP	=	30.00	(kN/m ²)
	p _m	=	100.00	(kN/m ²)
	p _{vb}	=	100.00	(kN/m ²)
	p _{vc}	=	100.00	(kN/m ²)

caso	Ma	Mb	Mc
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
statico rara	91.01	-106.18	-4.08
sisma+	133.66	-533.47	-151.26
sisma-	62.25	-118.65	-10.97



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 2° 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
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.19.0.0.001	A	233 di 235

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

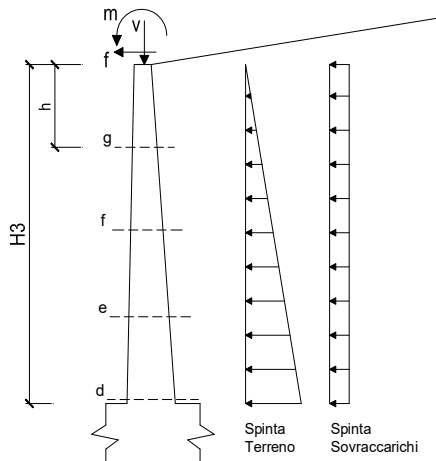
$$M_q = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot q \cdot h^2$$

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

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

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

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



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	5.00	99.12	59.47	0.00	158.59	0.00	81.25	81.25
e-e	3.75	41.82	33.45	0.00	75.27	0.00	55.08	55.08
f-f	2.50	12.39	14.87	0.00	27.26	0.00	32.81	32.81
g-g	1.25	1.55	3.72	0.00	5.27	0.00	14.45	14.45

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	5.00	99.12	120.65	0.00	0.00	47.44	267.20	0.00	92.13	92.13
e-e	3.75	41.82	50.90	0.00	0.00	24.72	117.44	0.00	62.46	62.46
f-f	2.50	12.39	15.08	0.00	0.00	10.12	37.59	0.00	37.21	37.21
g-g	1.25	1.55	1.89	0.00	0.00	2.31	5.74	0.00	16.39	16.39

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	5.00	99.12	88.38	0.00	0.00	47.44	234.93	0.00	70.37	70.37
e-e	3.75	41.82	37.28	0.00	0.00	24.72	103.82	0.00	47.70	47.70
f-f	2.50	12.39	11.05	0.00	0.00	10.12	33.55	0.00	28.42	28.42
g-g	1.25	1.55	1.38	0.00	0.00	2.31	5.24	0.00	12.52	12.52

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. A	FOGLIO 234 di 235	

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	91.01	0.00	1.20	20.11	20.11	0.67	42.76
b - b	-106.18	0.00	1.20	20.11	20.11	0.78	49.89
c - c	-4.08	0.00	1.20	20.11	20.11	0.03	1.92
d - d	158.59	81.25	0.90	20.11	10.05	2.06	84.21
e - e	75.27	55.08	0.78	20.11	10.05	1.27	45.23
f - f	27.26	32.81	0.65	20.11	10.05	0.63	18.20
g - g	5.27	14.45	0.53	20.11	10.05	0.18	3.20

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV19 – Adeguamento viabilità locale su imbocco galleria S. Lorenzo Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.19.0.0.001	REV. FOGLIO A 235 di 235

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)				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	29	35.0
Long. Inf.	14	1.0	29	35.0
Parete	14	1.0	12	14.5
Attese L. valle	16	2.5	5	19.7
Spilli	12	1.50	75	99.8
Cavallotti	16	3.6	15	85.2
Attese L. monte	16	2.5	10	39.4
				0.0
INCREMENTO %				15%
PESO TOTALE ARMATURA				676
INCIDENZA (kg/mc)				97

ELEVAZIONE				
VOLUME CLS (mc/m)				3.3
	ϕ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
Vert. L. monte	16	5.4	10	85.6
Vert. L. valle	16	5.4	5	42.8
Orizz. L. monte	14	1.0	26	31.4
Orizz. L. valle	14	1.0	26	31.4
Spilli	12	1	65	57.2
				0.0
				0.0
				0.0
INCREMENTO %				20%
PESO TOTALE ARMATURA				298
INCIDENZA (kg/mc)				92

PALI				
VOLUME CLS (mc/m)				0.503
	ϕ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
Long.	24	1.0	20	71.0
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 %				15%
PESO TOTALE ARMATURA				97
INCIDENZA (kg/mc)				193