

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. L. LACCOPO

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

NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO AL KM 35+850

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	2	0	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 IULIO	

File: IF2R.2.2.E.ZZ.CL.NV.20.0.0.001.A.doc

n. Elab.:

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.20.0.0.001	A	2 di 61
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo							

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'OPERA .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>MATERIALI .....</b>	<b>9</b>
4.1	CALCESTRUZZO PER ELEVAZIONI (C30/37) .....	9
4.2	CALCESTRUZZO PER PALI DI FONDAZIONE (C25/30) .....	9
4.3	ACCIAIO B450C .....	10
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....</b>	<b>11</b>
5.1	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO .....	11
<b>6</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE SISMICA .....</b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI.....</b>	<b>14</b>
7.1	VERIFICHE SLE .....	15
7.1.1	Verifiche alle tensioni.....	15
7.1.2	Verifiche a fessurazione.....	16
7.2	VERIFICHE ALLO SLU .....	18
7.2.1	Pressoflessione.....	18
7.2.2	Taglio.....	18
<b>8</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE .....</b>	<b>21</b>
8.1	CARICO LIMITE .....	21
8.2	VERIFICA A SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA.....	24
8.3	CRITERIO DI VERIFICA A RIBALTAMENTO.....	24

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandante:						
<b>SYSTRA S.A.</b>	<b>SWS Engineering S.p.A.</b>	<b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>					
<b>NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO</b> Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.20.0.0.001	A	3 di 61

<b>8.4</b>	<b>CRITERIO DI VERIFICA A STABILITÀ GLOBALE.....</b>	<b>25</b>
<b>9</b>	<b>ANALISI E VERIFICA DELLE OPERE DI SOSTEGNO .....</b>	<b>28</b>
<b>9.1</b>	<b>SCHEMATIZZAZIONE DELLE STRUTTURE .....</b>	<b>28</b>
<b>9.2</b>	<b>DICHIARAZIONE AI SENSI DEL PAR. 10.2 DEL D.M. 2018.....</b>	<b>28</b>
<b>9.3</b>	<b>CONTROLLO DI AFFIDABILITA' .....</b>	<b>28</b>
<b>9.4</b>	<b>MURO DIRETTO TIPO H=4.0 M.....</b>	<b>29</b>
<b>9.4.1</b>	<b>Analisi dei carichi.....</b>	<b>30</b>
<b>9.4.2</b>	<b>Combinazioni di carico SLU .....</b>	<b>34</b>
<b>9.4.3</b>	<b>Combinazione di carico SLE .....</b>	<b>35</b>
<b>9.4.4</b>	<b>Verifiche agli stati limite ultimi.....</b>	<b>36</b>
<b>9.4.5</b>	<b>Verifiche agli Stati Limite di Esercizio .....</b>	<b>55</b>
<b>9.4.6</b>	<b>Incidenze armature.....</b>	<b>61</b>

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: <u>                    </u> Mandante: <u>                    </u> <b>SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO</b> <b>Muri di sostegno - Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF2R</b>	LOTTO <b>2.2.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>NV.20.0.0.001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>4 di 61</b>

## 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 finalizzato a consentire l'accesso all'area di soccorso al 35+850 (NV20) attraverso il collegamento con la viabilità locale del Comune di S. Lorenzo Maggiore (BN).

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: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 5 di 61

## 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.	itrav [m]	ilong [m]	D [m]	
4.00	0.80	4.50	NON PREVISTI					Diretto H=4.0

Il muro di sostegno si sviluppa a partire dalla Progr. **0+147.41** fino alla Progr. **0+190.80**.

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

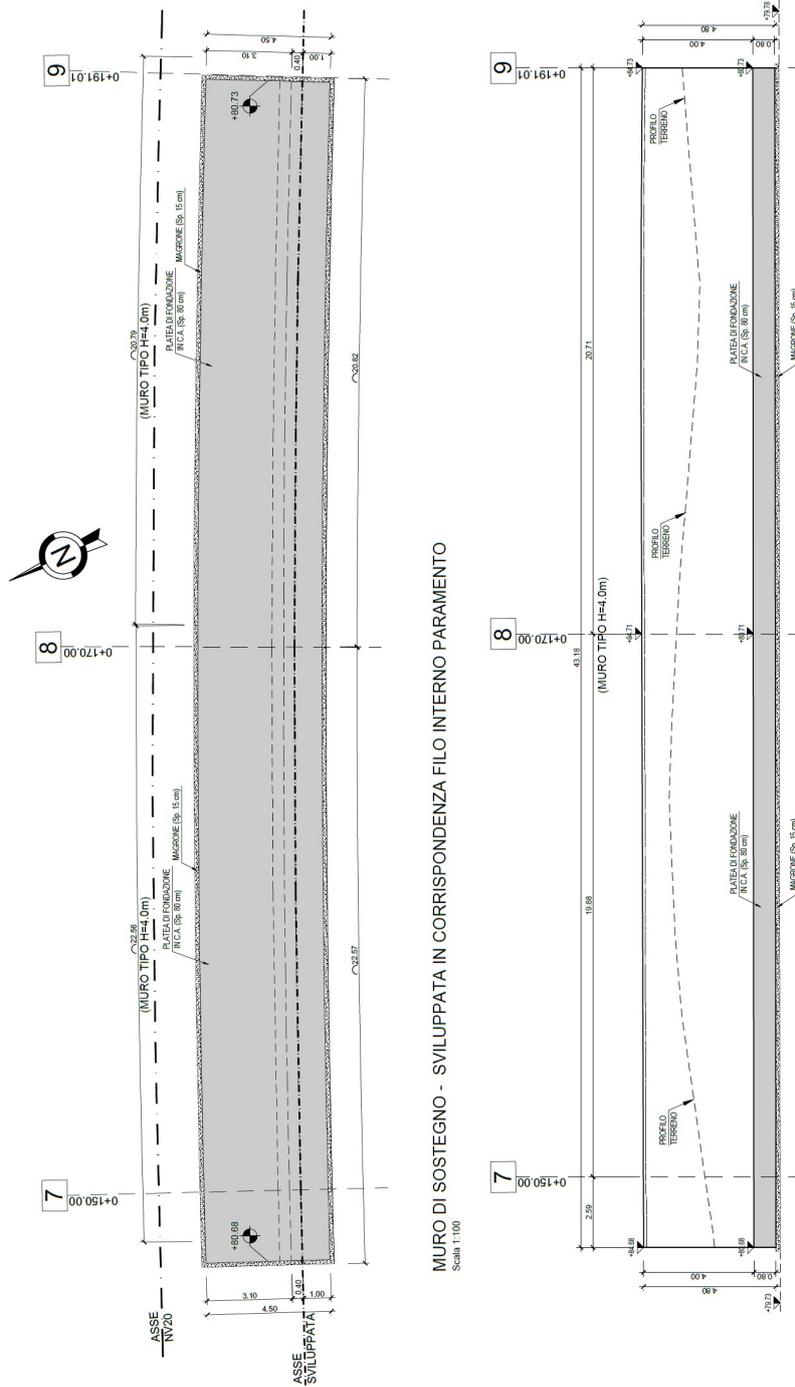
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO

2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO

PROGETTO ESECUTIVO

NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO  
Muri di sostegno - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.20.0.0.001	A	6 di 61

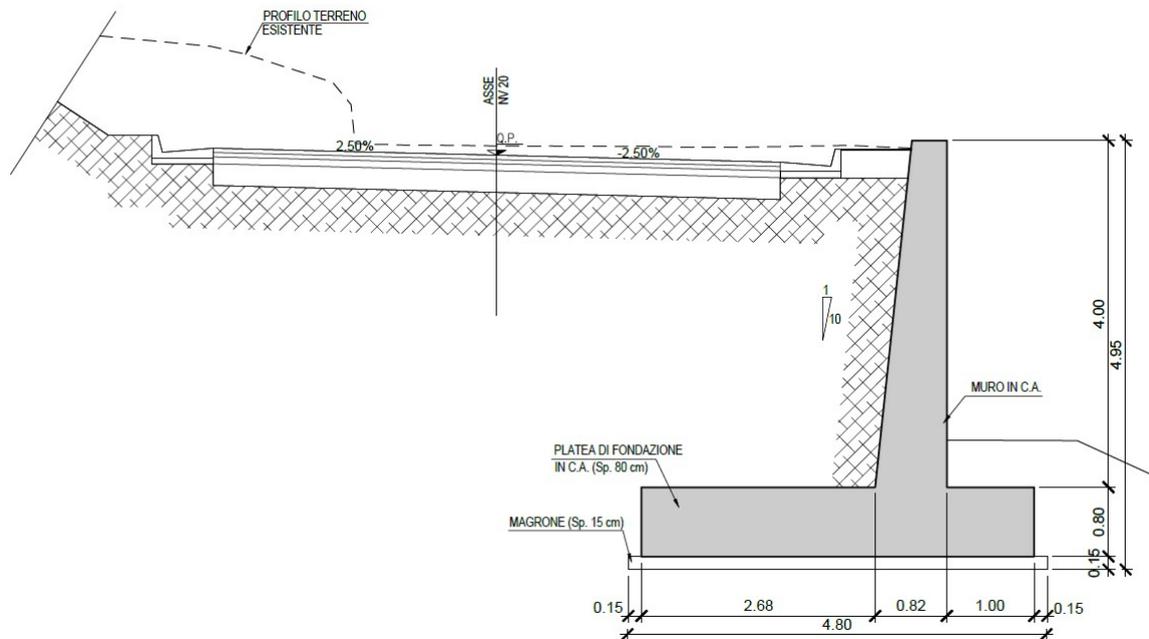


MURO DI SOSTEGNO - SVILUPPATA IN CORRISPONDENZA FILO INTERNO PARAMENTO

Scala 1:100

Muro di sostegno – Pianta delle fondazioni e sviluppata

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b>				
Mandataria:	Mandante:	<b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b>				
<b>SYSTRA S.A.</b>	<b>SWS Engineering S.p.A.</b>	<b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
<b>Muri di sostegno - Relazione di calcolo</b>		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.20.0.0.001	A
						FOGLIO
						7 di 61



**Muro di sostegno – Sezione tipo**

Per ulteriori dettagli geometrici si rimanda agli elaborati progettuali specifici.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO</b> Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 8 di 61

### 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: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 9 di 61

## 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	$\alpha =$	$10 \times 10^{-6}$	[C <sup>-1</sup> ]
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	$\alpha =$	$10 \times 10^{-6}$	[C <sup>-1</sup> ]
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:	 Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:			<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandante:		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.20.0.0.001	A	10 di 61
<b>NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO</b> Muri di sostegno - Relazione di calcolo								

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: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 11 di 61

## 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	$\gamma$	c'	$\varphi$	C <sub>u</sub>	E'=1/10*E <sub>0</sub>
(-)	(m)	(kN/m <sup>3</sup> )	(kPa)	(°)	(kPa)	(MPa)
b2	0.0-5.0	19	0	23	70	20
bn1	5.0-30.0	20	0	38	-	80

Dove:

- b2: Limi argilloso sabbiosi;
- bn1: Ghiaia in matrice sabbiosa e sabbiosa limosa.

Il livello massimo della falda è stato rilevato ad una distanza minima dal p.c. pari a circa 3.00 m.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 12 di 61

## 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: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 13 di 61

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: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 14 di 61

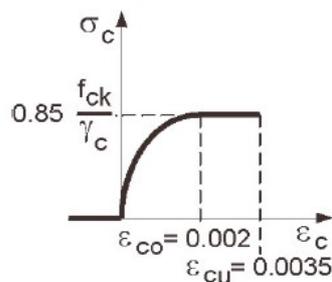
## **7 VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI**

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.

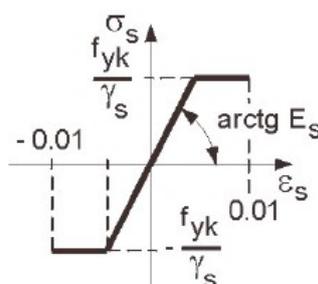
Il calcolo delle caratteristiche della sollecitazione interna e le verifiche di resistenza negli elementi strutturali sono eseguiti con i metodi della Scienza e della Tecnica delle Costruzioni, basati sulle seguenti ipotesi:

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 ( $\sigma$ - $\epsilon$ ) dei materiali

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 15 di 61



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: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 16 di 61

### 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: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 17 di 61

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:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>			
PROGETTAZIONE:			<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
Mandataria:	Mandante:					
<b>SYSTRA S.A.</b>	<b>SWS Engineering S.p.A.</b>	<b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>				
<b>NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO</b> Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	<b>IF2R</b>	<b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>NV.20.0.0.001</b>	<b>A</b>	<b>18 di 61</b>

## 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: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 19 di 61

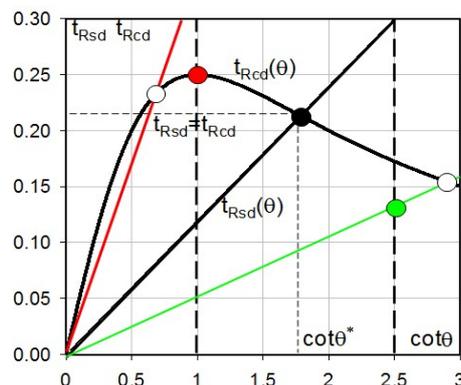
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)}$$

essendo:

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

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

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



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

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

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

dove:

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

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

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

$\alpha_c$  coefficiente maggiorativo pari a 1 per membrature non compresse

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

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO</b> Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 20 di 61

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

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

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

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

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 21 di 61

## 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
- $\varphi$  Angolo d'attrito
- $\delta$  Angolo di attrito terreno fondazione
- $\gamma$  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
- $\eta$  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  $d_\gamma$  sono i fattori di profondità,  $s_c$ ,  $s_q$  e  $s_\gamma$  sono i fattori di forma,  $i_c$ ,  $i_q$  e  $i_\gamma$  sono i fattori di inclinazione del carico,  $b_c$ ,  $b_q$  e  $b_\gamma$ , sono i fattori di inclinazione del piano di

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.20.0.0.001	A	22 di 61

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

I fattori  $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$  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  $\eta$  l'angolo di inclinazione della fondazione espresso in gradi ( $\eta=0$  per fondazione orizzontale).

I fattori di inclinazione del carico si esprimono come:

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 23 di 61

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

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: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 24 di 61

## 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;
- $\varphi'_d$  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:

$$\frac{M_S}{M_T} \geq R_2 = 1.00$$

dove:

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

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

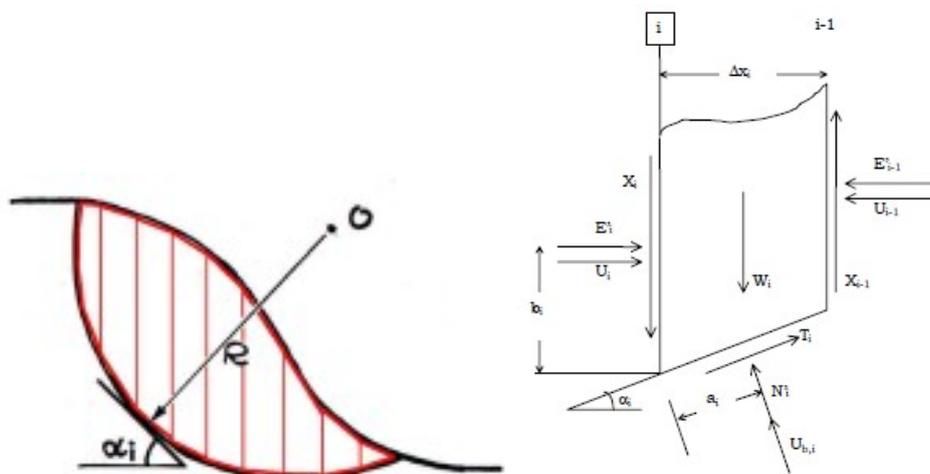
APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 25 di 61

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: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO</b> Muri di sostegno - Relazione di calcolo	<b>COMMESSA</b> IF2R	<b>LOTTO</b> 2.2.E.ZZ	<b>CODIFICA</b> CL	<b>DOCUMENTO</b> NV.20.0.0.001	<b>REV.</b> A	<b>FOGLIO</b> 26 di 61

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;
- $\beta_s$  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: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO</b> Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF2R</b>	LOTTO <b>2.2.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>NV.20.0.0.001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>27 di 61</b>

	Categoria di sottosuolo	
	<b>A</b>	<b>B, C, D, E</b>
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	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  $\beta_s$  pari 0.28.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> <i>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</i>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 28 di 61

## 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:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 30 di 61

#### 9.4.1 Analisi dei carichi

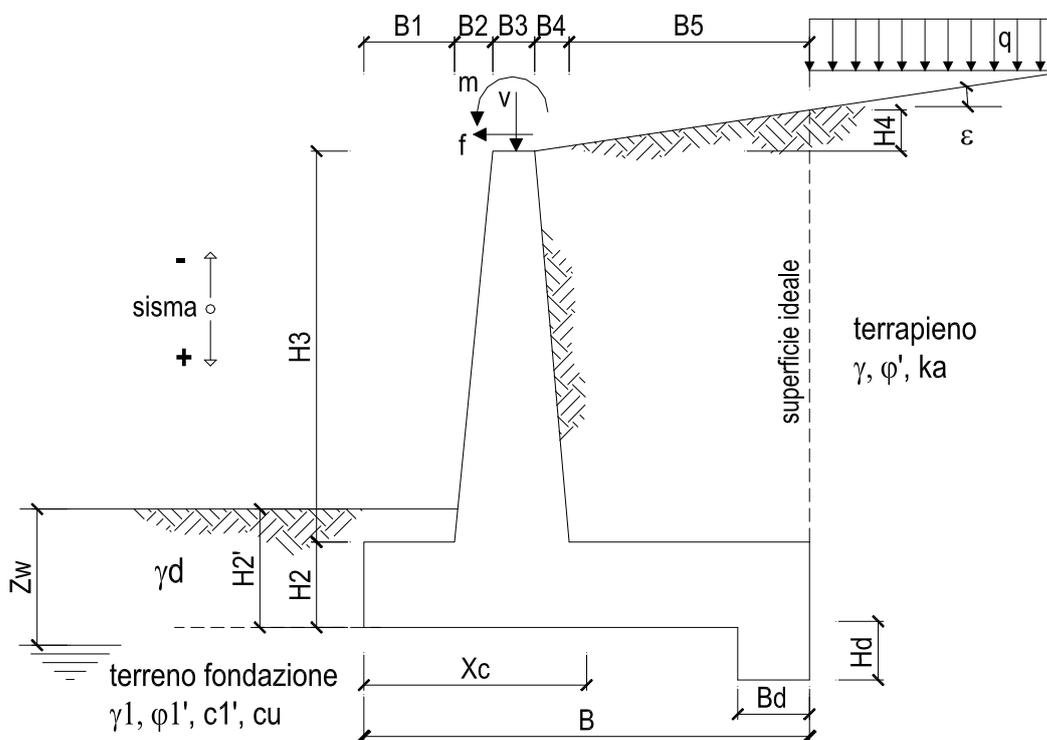
Si riporta nel seguito la valutazione dell'entità dei carichi fissi e variabili che intervengono ai fini delle analisi e verifiche delle opere di sostegno oggetto del presente documento.

##### Peso permanente strutturale

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

Ai fini del calcolo del peso del muro si considera un peso per unità di volume  $\gamma_m = 25$  kN/m<sup>3</sup>. Il terreno di riempimento ha peso per unità di volume  $\gamma_{rint} = 20$  kN/ m<sup>3</sup>.

Con riferimento alla figura mostrata sotto:



APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.20.0.0.001	A	31 di 61	

### 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	$\gamma_{cls}$ =	25.00	(kN/m <sup>3</sup> )
---------------------------------	------------------	-------	----------------------

### **FORZE VERTICALI**

			<b>SLE</b>
<b>- Peso del Muro (Pm)</b>			
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
<b>- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)</b>			
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 =	$q_p \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	0.00
Pt =	$Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr$	(kN/m)	232.00
<b>- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro</b>			
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	62
Sovr acc. Sism	$q_s \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	0

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

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

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 32 di 61

comunque inclinata di un angolo  $\psi$ . 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:

$\varphi$  è l'angolo di resistenza a taglio del terreno;

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

$\varepsilon$  è l'inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terreno;

$\beta$  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: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 33 di 61

$\beta_m$  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:

$\theta$  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: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 34 di 61

Dati Sismici	Accelerazione sismica	a <sub>g</sub> /g	0.364	(-)
	Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	S <sub>s</sub>	1.187	(-)
	Coefficiente Amplificazione Topografico	S <sub>T</sub>	1	(-)
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β <sub>s</sub>	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		0.217	0.217	0.275	0.275
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica s	kas+		0.292	0.292	0.360	0.360
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica s	kas-		0.305	0.305	0.375	0.375
	Coeff. Di Spinta Passiva	kp		3.124	3.124	2.529	2.529
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica	kps+		2.894	2.894	2.319	2.319
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica	kps-		2.859	2.859	2.286	2.286

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<sub>ik</sub>: azioni dovute ai sovraccarichi accidentali;

E: azioni dovute ai carichi sismici orizzontali e verticali.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 35 di 61

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,  $\Psi_{2i}$  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: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 36 di 61

#### 9.4.4 Verifiche agli stati limite ultimi

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

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

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

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b>				
Mandataria:	Mandante:	<b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b>				
<b>SYSTRA S.A.</b>	<b>SWS Engineering S.p.A.</b>	<b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
<b>Muri di sostegno - Relazione di calcolo</b>		<b>IF2R</b>	<b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>NV.20.0.0.001</b>	<b>A</b>
						FOGLIO
						<b>37 di 61</b>

### 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:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.20.0.0.001	A	38 di 61
<b>NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO</b> Muri di sostegno - Relazione di calcolo							

### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

			<b>SLE</b>
- 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

			<b>SLE</b>
MSt1	=	$Sth \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)$	(kNm/m) 72.23
MSt2	=	$Stv \cdot B$	(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

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>						
PROGETTAZIONE:		<b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b>						
Mandataria:	Mandante:	<b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b>						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO</b>			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.20.0.0.001	A	39 di 61

### Spinte e momenti SLU A1

#### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

		SLE	STR/GEO	EQU
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m) 49.95	64.93	69.68
Sq perm =	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sq acc =	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m) 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 =	$\frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot H^2 \cdot kp + (2 \cdot c_1 \cdot kp^{0.5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H^2) \cdot Hd$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
------	--	-------------	------	------

#### MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO	EQU
MSt1 =	$St \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)$	(kNm/m) 72.23	93.90	103.85
MSt2 =	$St \cdot B$	(kNm/m) 96.17	125.03	114.10
MSq1 perm =	$Sqh \text{ perm} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSq1 acc =	$Sqh \text{ acc} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m) 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 =	$\gamma_1 \cdot H^3 \cdot kp / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kp^{0.5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H^2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 40 di 61

### Spinte e momenti SLV A1+

#### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO	EQU	
- Spinta condizione sismica +					
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

		SLE	STR/GEO	EQU	
- Condizione sismica +					
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:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.20.0.0.001
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO						FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo						A 41 di 61

### 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 = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas - Sst1 stat$	(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 = $Sst1 stat \cdot \cos \delta$	(kN/m)	45.14	45.14	59.01
Sst1h sism = $Sst1 sism \cdot \cos \delta$	(kN/m)	14.04	14.04	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	21.37	23.05
Sst1v sism = $Sst1 sism \cdot \sin \delta$	(kN/m)	6.64	6.64	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	72.23	94.41
MSst1 sism = $Sst1h sism \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	22.46	22.46	25.58
MSst2 stat = $Sst1v stat \cdot B$	(kNm/m)	96.17	96.17	103.73
MSst2 sism = $Sst1v sism \cdot B$	(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 = $\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kps + 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{0.5} + \gamma_1 \cdot kps \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 42 di 61

### 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:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 43 di 61

### 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:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b>					
Mandataria:	Mandante:	<b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b>					
<b>SYSTRA S.A.</b>	<b>SWS Engineering S.p.A.</b>	<b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
<b>NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
<b>Muri di sostegno - Relazione di calcolo</b>	<b>IF2R</b>	<b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>NV.20.0.0.001</b>	<b>A</b>	<b>44 di 61</b>	

### 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)	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 = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	45.14	59.01	59.01
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	14.04	15.98	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	23.05	23.05
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	6.64	6.24	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	94.41	94.41
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	22.46	25.58	25.58
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m)	96.17	103.73	103.73
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(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 = $\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kps + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{0.5} + \gamma_1 \cdot kps \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b>				
Mandataria:	Mandante:	<b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b>				
<b>SYSTRA S.A.</b>	<b>SWS Engineering S.p.A.</b>	<b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
<b>Muri di sostegno - Relazione di calcolo</b>		<b>IF2R</b>	<b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>NV.20.0.0.001</b>	<b>A</b>
						FOGLIO
						<b>45 di 61</b>

### 1.1.1.1 Verifica GEO a capacità portante della fondazione

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

#### Verifica SLU

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax <sup>+</sup>	
N =	$P_m + P_t + v + St_v + Sq_v (+ Sovr\ acc)$	417.54	498.14	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$St_h + Sq_h + f - Sp$	90.97	90.97	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	$\sum M$	977.03	1214.80	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	$X_c * N - MM$	-37.57	-93.99	(kNm/m)

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

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c'ic + q_0N_q'iq + 0,5\gamma_1B'N_\gamma'i_\gamma$$

c1'	coesione terreno di fondaz.	0.00		(kPa)
$\phi_1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	25.67		(°)
$\gamma_1$	peso unità di volume terreno fondaz.	16.67		(kN/m <sup>3</sup> )
$q_0 = \gamma_d * H_2'$	sovraccarico stabilizzante	0.00		(kN/m <sup>2</sup> )
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)

$N_q = tg^2(45 + \phi/2) * e^{(\pi * tg(\phi))}$	(1 in cond. nd)	11.45		(-)
$N_c = (N_q - 1) / tg(\phi)$	(2+ $\pi$ in cond. nd)	21.74		(-)
$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * tg(\phi)$	(0 in cond. nd)	11.97		(-)

I valori di ic, iq e i $\gamma$  sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$iq = (1 - T / (N + B * c' * cotg(\phi)))^m$	(1 in cond. nd)	0.61	0.67	(-)
$ic = iq - (1 - iq) / (N_q - 1)$		0.57	0.57	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B * c' * cotg(\phi)))^{m+1}$		0.48	0.48	(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

q <sub>lim</sub>	(carico limite unitario)	206.14	206.14	(kN/m <sup>2</sup> )
------------------	--------------------------	--------	--------	----------------------

<b>FS carico limite</b>	<b>F = q<sub>lim</sub>*B' / N</b>	Nmin	<b>2.13</b>	>	<b>1</b>
		Nmax	<b>1.71</b>	>	

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 46 di 61

### Verifica SLV+

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} + (S_{ov} acc)$		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.	0.00		(kN/mq)
$\phi_1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	25.67		(°)
$\gamma_1$	peso unità di volume terreno fondaz.	16.67		(kN/m <sup>3</sup> )
$q_0 = \gamma \cdot d \cdot H_2'$	sovraccarico stabilizzante	0.00		(kN/m <sup>2</sup> )
$e = M / N$	eccentricità	0.08	0.08	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	4.34	4.34	(m)

I valori di  $N_c$ ,  $N_q$  e  $N_\gamma$  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)	11.45		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan(\phi)$	(2+ $\pi$ in cond. nd)	21.74		(-)
$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan(\phi)$	(0 in cond. nd)	11.97		(-)

I valori di  $i_c$ ,  $i_q$  e  $i_\gamma$  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)	0.48	0.48	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.44	0.44	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* \cdot c' \cdot \cotg(\phi)))^{m+1}$		0.34	0.34	(-)

(fondazione nastriforme  $m = 2$ )

$q_{lim}$	(carico limite unitario)	145.97	145.97	(kN/m <sup>2</sup> )
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

<b>FS carico limite</b>	<b><math>F = q_{lim} \cdot B^* / N</math></b>	Nmin	<b>1.44</b>	>	<b>1</b>
		Nmax	<b>1.44</b>	>	

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b>				
Mandataria:	Mandante:	<b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b>				
<b>SYSTRA S.A.</b>	<b>SWS Engineering S.p.A.</b>	<b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
<b>Muri di sostegno - Relazione di calcolo</b>		<b>IF2R</b>	<b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>NV.20.0.0.001</b>	<b>A</b>
						FOGLIO
						<b>47 di 61</b>

### 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

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

$c'$	coesione terreno di fondaz.	0.00		(kN/mq)
$\phi_1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	25.67		(°)
$\gamma_1$	peso unità di volume terreno fondaz.	16.67		(kN/m <sup>3</sup> )
$q_0 = \gamma_d H_2'$	sovraccarico stabilizzante	0.00		(kN/m <sup>2</sup> )
$e = M / N$	eccentricità	0.13	0.13	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	4.25	4.25	(m)

I valori di  $N_c$ ,  $N_q$  e  $N_\gamma$  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)	11.45		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan(\phi)$	(2+ $\pi$ in cond. nd)	21.74		(-)
$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan(\phi)$	(0 in cond. nd)	11.97		(-)

I valori di  $i_c$ ,  $i_q$  e  $i_\gamma$  sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B^* c' \cot \phi))^m$	(1 in cond. nd)	0.45	0.45	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.40	0.40	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* c' \cot \phi))^{m+1}$		0.30	0.30	(-)

(fondazione nastriforme  $m = 2$ )

$q_{lim}$	(carico limite unitario)	129.15	129.15	(kN/m <sup>2</sup> )
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

<b>FS carico limite</b>	<b>F = <math>q_{lim} \cdot B^* / N</math></b>	Nmin	<b>1.42</b>	>	<b>1</b>
		Nmax	<b>1.42</b>	>	

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 48 di 61

### 1.1.1.2 Verifiche GEO a scorrimento sul piano di posa della fondazione

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

#### Verifica SLU

Risultante forze verticali (N)					
$N = P_m + P_t + v + St_v + Sq_v \text{ perm} + Sq_v \text{ acc}$		417.54	(kN/m)		
Risultante forze orizzontali (T)					
$T = S_{th} + S_{qh} + f$		90.97	(kN/m)		
Coefficiente di attrito alla base (f)					
$f = tg\phi_1'$		0.48	(-)		
<b>Fs scorr.</b>	<b><math>(N*f + Sp) / T</math></b>	<b>2.21</b>	<b>&gt;</b>		<b>1</b>

#### 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)					
$f = tg\phi_1'$		0.48	(-)		
<b>Fs =</b>	<b><math>(N*f + Sp) / T</math></b>	<b>1.58</b>	<b>&gt;</b>		<b>1</b>

#### 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)					
$f = tg\phi_1'$		0.48	(-)		
<b>Fs =</b>	<b><math>(N*f + Sp) / T</math></b>	<b>1.47</b>	<b>&gt;</b>		<b>1</b>

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.20.0.0.001	A	49 di 61

### 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 )	
<b>Fs ribaltamento</b>	<b>Ms / Mr</b>	<b>66.21</b>	<b>&gt;</b>	<b>1</b>

#### 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 )	
<b>Fr =</b>	<b>Ms / Mr</b>	<b>28.71</b>	<b>&gt;</b>	<b>1</b>

#### Verifica SLV-

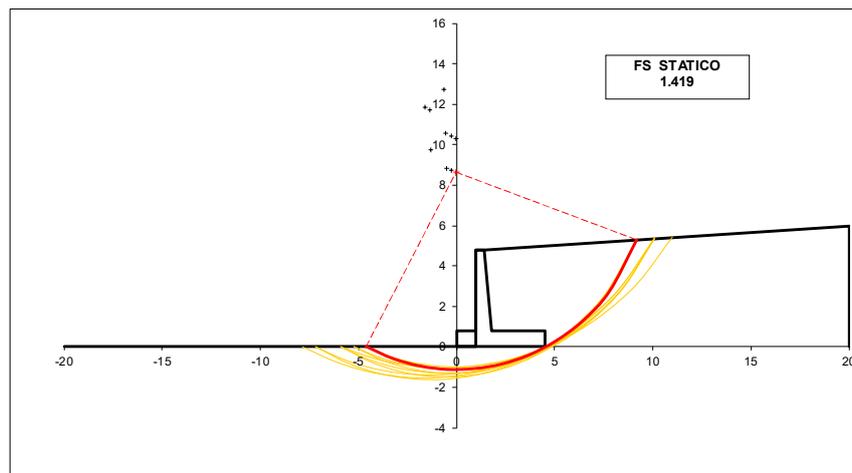
Momento stabilizzante (Ms)				
Ms =	Mm + Mt + Mfext3	988.23	( kNm/m )	
Momento ribaltante (Mr)				
Mr =	MSst+MSsq+Mfext1+Mfext2+MSp+MPs+Mpts	168.67	( kNm/m )	
<b>Fr =</b>	<b>Ms / Mr</b>	<b>5.86</b>	<b>&gt;</b>	<b>1</b>

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 50 di 61

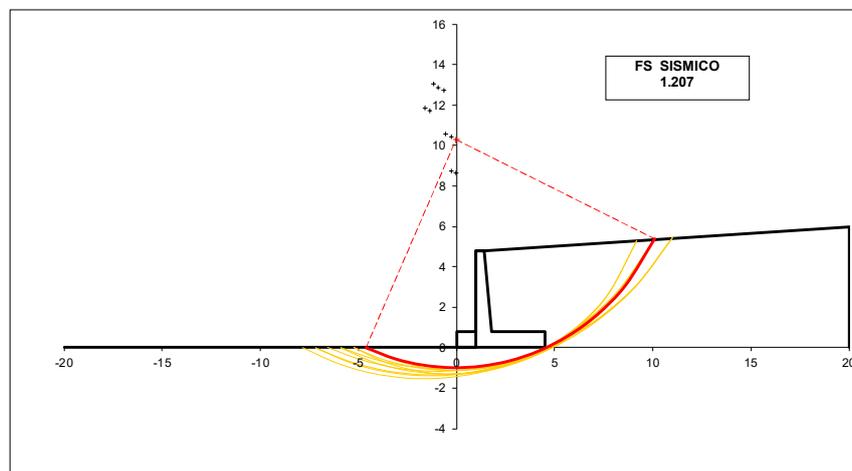
### 1.1.1.3 Verifica GEO a stabilità globale

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:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 51 di 61

### 1.1.1.4 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

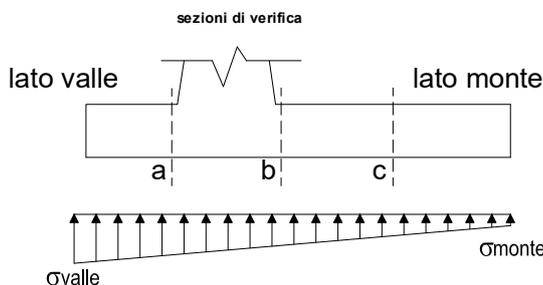
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

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

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

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

caso	N	M	$\sigma_{valle}$	$\sigma_{monte}$
	[kN]	[kNm]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
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



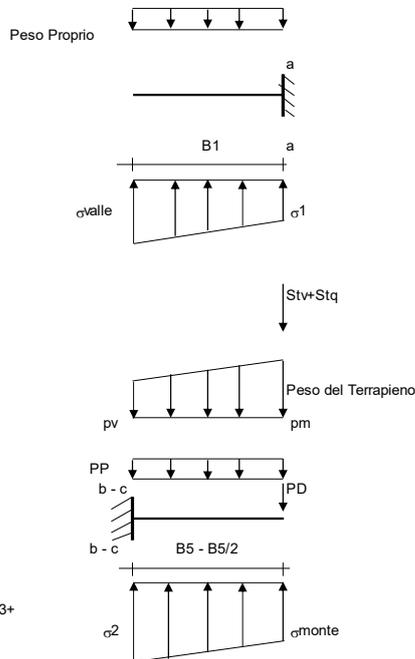
##### Mensola Lato Valle

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

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

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

caso	$\sigma_{valle}$	$\sigma_1$	$M_a$	$V_a$
	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kNm]	[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

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

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

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	80.00	110.00	80.00	(kN/m <sup>2</sup> )
pvb	80.00	110.00	80.00	(kN/m <sup>2</sup> )
pvc	80.00	110.00	80.00	(kN/m <sup>2</sup> )

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

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

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

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

caso	$\sigma_{monte}$	$\sigma_2b$	$M_b$	$V_b$	$\sigma_2c$	$M_c$	$V_c$
	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kNm]	[kN]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kNm]	[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:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>						
PROGETTAZIONE:		<b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b>						
Mandataria:	Mandante:	<b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b>						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Muri di sostegno - Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.20.0.0.001	A	52 di 61

**CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO**

**Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo**

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

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

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

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

$$M_{\text{inerzia}} = \sum P m_i \cdot b_i \cdot k h$$

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

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

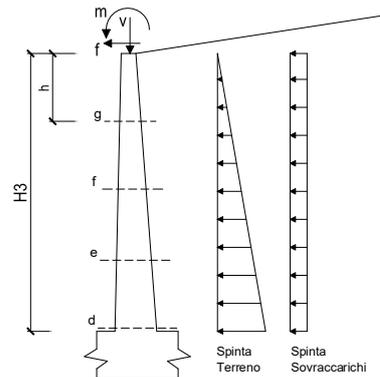
$$V_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot h^2$$

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

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

$$V_{\text{ext}} = f$$

$$V_{\text{inerzia}} = \sum P m_i \cdot k h$$



**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	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	Vt	Vq	Vext	Vtot
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[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	Mt <sub>stat</sub>	Mt <sub>sism</sub>	Mq	Mext	M <sub>inerzia</sub>	Mtot	Next	N <sub>pp+inerzia</sub>	Ntot
	[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

sezione	h	Vt <sub>stat</sub>	Vt <sub>sism</sub>	Vq	Vext	V <sub>inerzia</sub>	Vtot
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[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	Mt <sub>stat</sub>	Mt <sub>sism</sub>	Mq	Mext	M <sub>inerzia</sub>	Mtot	Next	N <sub>pp+inerzia</sub>	Ntot
	[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

sezione	h	Vt <sub>stat</sub>	Vt <sub>sism</sub>	Vq	Vext	V <sub>inerzia</sub>	Vtot
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[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: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 53 di 61

In definitiva risulta:

- Armatura longitudinale

Posizione 1: 1 registro 10 Ø16

Posizione 4: 1 registro 10 Ø16

Posizione 5: 1 registro 5 Ø16

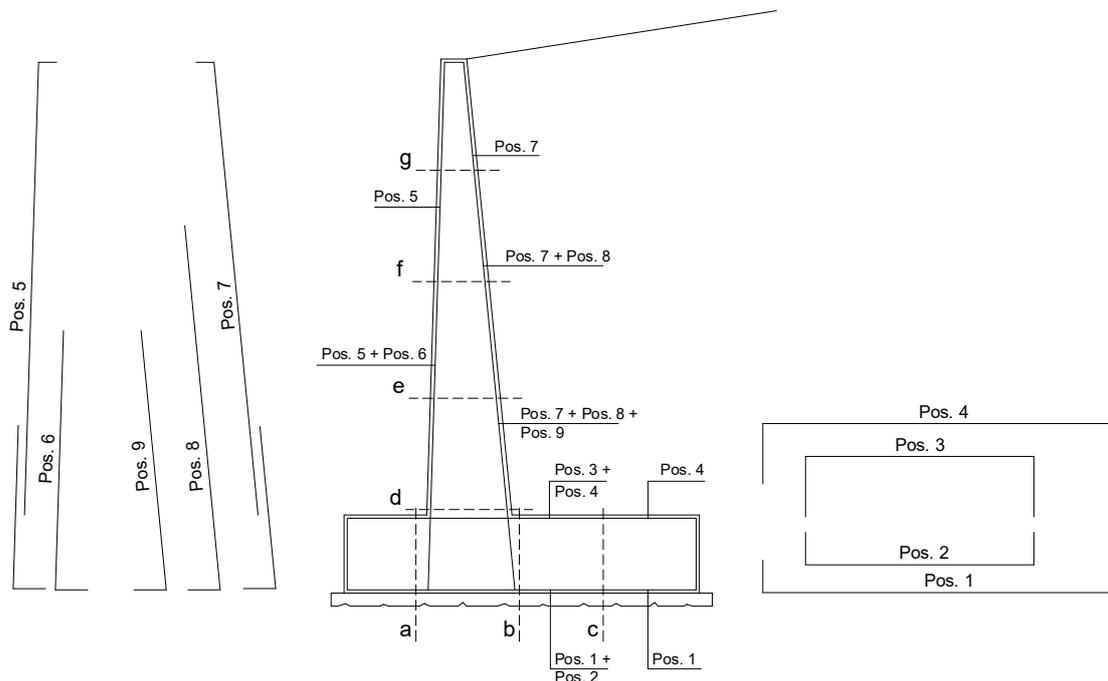
Posizione 7: 1 registro 10 Ø16

- Armatura trasversale

Non necessaria

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

#### SCHEMA DELLE ARMATURE



APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.20.0.0.001	A	54 di 61

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(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 <sub>Ed</sub>	h	V <sub>rd</sub>	ø staffe	i orizz.	i vert.	θ	V <sub>Rsd</sub>	
(-)	(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: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 55 di 61

#### 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: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 56 di 61

### 1.1.1.5 Verifiche a fessurazione

#### CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

##### Reazione del terreno

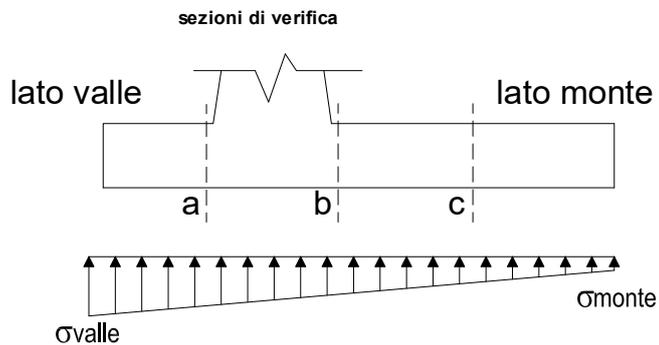
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

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

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

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

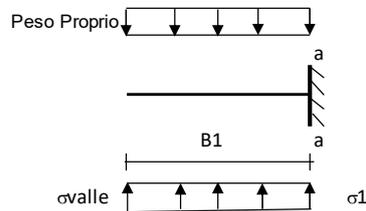
caso	N	M	$\sigma_{valle}$	$\sigma_{monte}$
	[kN]	[kNm]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
Rara	412.28	-79.48	68.07	115.17
	474.28	-122.88	68.99	141.80



##### Mensola Lato Valle

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

caso	$\sigma_{valle}$	$\sigma_1$	Ma
	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kNm]
Rara	68.07	78.53	25.78
	68.99	85.17	27.19



##### Mensola Lato Monte

PP = 20.00 (kN/m<sup>2</sup>) peso proprio soletta fondazione  
 PD = 0.00 (kN/m) peso proprio dente

Nmin max Freq N max QP  
 $p_m = 80.00 \text{ } 100.00 \text{ } 100.00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$   
 $p_{vb} = 80.00 \text{ } 100.00 \text{ } 100.00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$   
 $p_{vc} = 80.00 \text{ } 100.00 \text{ } 100.00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

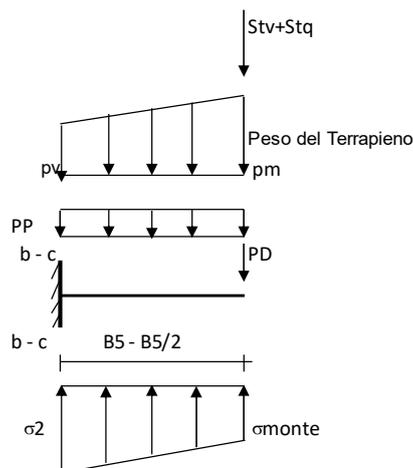
$$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (p_m - p_{vb}) \cdot B^2 / 3 +$$

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

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

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

caso	$\sigma_{monte}$	$\sigma_{2b}$	Mb	$\sigma_{2c}$	Mc
	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kNm]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kNm]
Rara	115.17	86.91	-60.80	101.04	-31.35
	141.80	98.11	-55.36	119.96	-27.64



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001	REV. A	FOGLIO 57 di 61

### CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

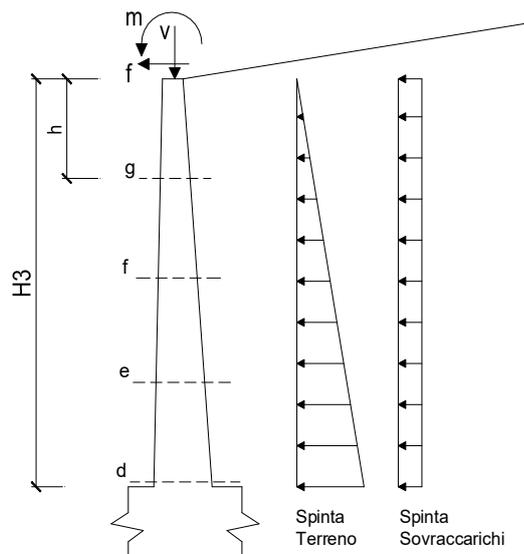
#### Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

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

$$N_{ext} = v$$



sezione	h	Mt	Mq	M <sub>ext</sub>	M <sub>tot</sub>	N <sub>ext</sub>	N <sub>pp</sub>	N <sub>tot</sub>
	[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 <sup>c</sup>	σ <sup>f</sup>	wk	w <sub>amm</sub>
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(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:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ
	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV.20.0.0.001
	REV. A	FOGLIO 58 di 61

### 1.1.1.6 Verifiche alle tensioni

#### CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

##### Reazione del terreno

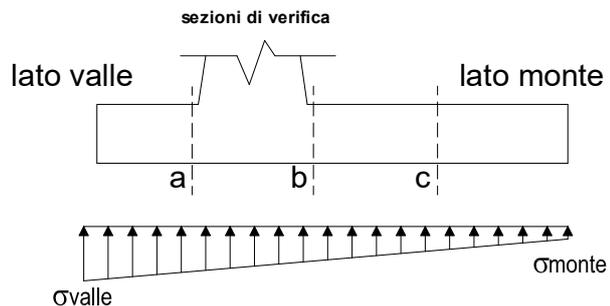
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

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

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

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

caso	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{valle}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{monte}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
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

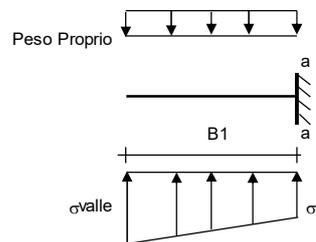


##### Mensola Lato Valle

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

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

caso	$\sigma_{valle}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$M_a$ [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

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

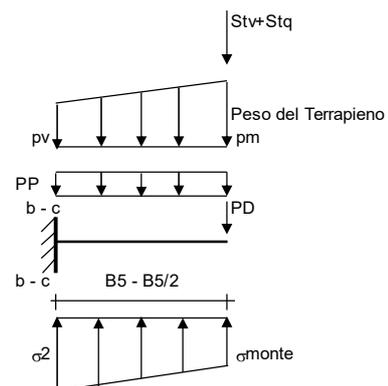
$$\text{PD} = 0.00 \text{ (kN/m)} \quad \text{peso proprio dente}$$

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	80.00	100.00	80.00	(kN/m <sup>2</sup> )
pvb	80.00	100.00	80.00	(kN/m <sup>2</sup> )
pvc	80.00	100.00	80.00	(kN/m <sup>2</sup> )

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

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

caso	$\sigma_{monte}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{2b}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$M_b$ [kNm]	$\sigma_{2c}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$M_c$ [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:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b>				
Mandataria:	Mandante:	<b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b>				
<b>SYSTRA S.A.</b>	<b>SWS Engineering S.p.A.</b>	<b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>Muri di sostegno - Relazione di calcolo</b>	<b>IF2R</b>	<b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>NV.20.0.0.001</b>	<b>A</b>	<b>59 di 61</b>

### CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

#### Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

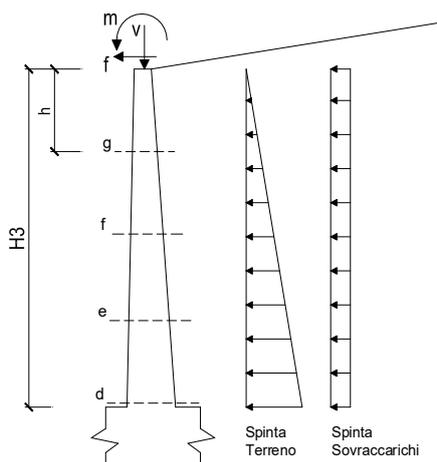
$$M_q = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot q \cdot h^2$$

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

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

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

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



#### condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M <sub>ext</sub>	M <sub>tot</sub>	N <sub>ext</sub>	N <sub>pp</sub>	N <sub>tot</sub>
	[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 <sub>ext</sub>	M <sub>inerzia</sub>	M <sub>tot</sub>	N <sub>ext</sub>	N <sub>pp+inerzia</sub>	N <sub>tot</sub>
	[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 <sub>ext</sub>	M <sub>inerzia</sub>	M <sub>tot</sub>	N <sub>ext</sub>	N <sub>pp+inerzia</sub>	N <sub>tot</sub>
	[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:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.20.0.0.001	A	60 di 61
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo							

### Condizione Statica

Sez.	M	N	h	Af	A'f	$\sigma^c$	$\sigma^f$
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )
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:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
NV20 – NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA DI SOCCORSO Muri di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	NV.20.0.0.001	A	61 di 61

#### 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)				3.6
	$\phi$	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
	$\phi$	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