

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## U.O. INFRASTRUTTURE NORD

### PROGETTO DEFINITIVO

#### DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

#### RADDOPPIO TRATTA FIUME TORTO – LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1 + 2

#### VIABILITÀ

NV20 – Nuova viabilità di collegamento Roccapalumba-Lercara

Muro (pk 1+000) L=124m - Relazione di Calcolo 2/2

SCALA:

-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
RS3Z	00	D	26	CL	NV2005	018	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	1° AGG. A CONSEGNA CSLLPP	C. INTEGRA	Maggio 2020	M.SALLEOLINI 	Maggio 2020	A. BARRECA 	Maggio 2020	F. DE Maggio 2020 	HI 2020 

File: RS3Z00D26CLNV2005018A

n. Elab.:

## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIZIONE GENERALE.....</b>	<b>2</b>
<b>3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....</b>	<b>4</b>
<b>5. CONDIZIONI GEOTECNICHE.....</b>	<b>5</b>
<b>6. CRITERI DI VERIFICA.....</b>	<b>6</b>
6.1 Verifiche di resistenza agli stati limite ultimi.....	6
6.2 Verifiche agli stati limite di esercizio.....	6
<b>7. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA.....</b>	<b>9</b>
<b>8. ANALISI DEI CARICHI.....</b>	<b>10</b>
<b>9. VERIFICHE GEOTECNICHE .....</b>	<b>12</b>
9.1 Condizione statica.....	14
9.2 Condizione sismica (+).....	16
9.3 Condizione sismica (-).....	18
<b>10. VERIFICHE STRUTTURALI.....</b>	<b>20</b>
10.1 Verifiche di resistenza agli stati limite ultimi.....	20
10.2 Verifiche a fessurazione .....	24
<b>11. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI .....</b>	<b>27</b>

## 1. PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici relativi alla progettazione definitiva del collegamento Palermo-Catania, raddoppio tratta Fiumetorto-Lercara Diramazione, appartenente alla Direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo.

Nella presente relazione è riportato il calcolo strutturale del muro tra la progressiva 0+917.00 e 1+041.00 di lunghezza pari a 124 m. Si riportano di seguito le dimensioni dei conci che compongono il muro.

Concio	L [m]	H <sub>min</sub> [m]	H <sub>max</sub> [m]
1	30.23	0.6	2.53
2	21.05	2.53	4.52
3	21.55	4.52	5.76
4	21.28	5.76	4.75
5	17.27	4.75	2.58
6	13.91	2.58	0.8

## 2. DESCRIZIONE GENERALE

Tra la progressiva 0+917.00 e 1+041.00 è presente un muro di sostegno con sezione tipologica ad L, ad elevazione e spessore variabile. Poiché i conci hanno altezze sensibilmente diverse e le fondazioni si trovano su diverse unità geotecniche, sono state progettate 2 diverse sezioni tipologiche. Nella presente relazione è riportato il calcolo dei conci 1 e 6 con altezza di calcolo pari a 2.00m, ovvero i 2/3 dell'altezza massima del terreno spingente di monte. Per il calcolo dei conci dal numero 2 al numero 4 si veda l'elaborato "*Muro (pk 1+000) L=124m - Relazione di Calcolo 1/2*".

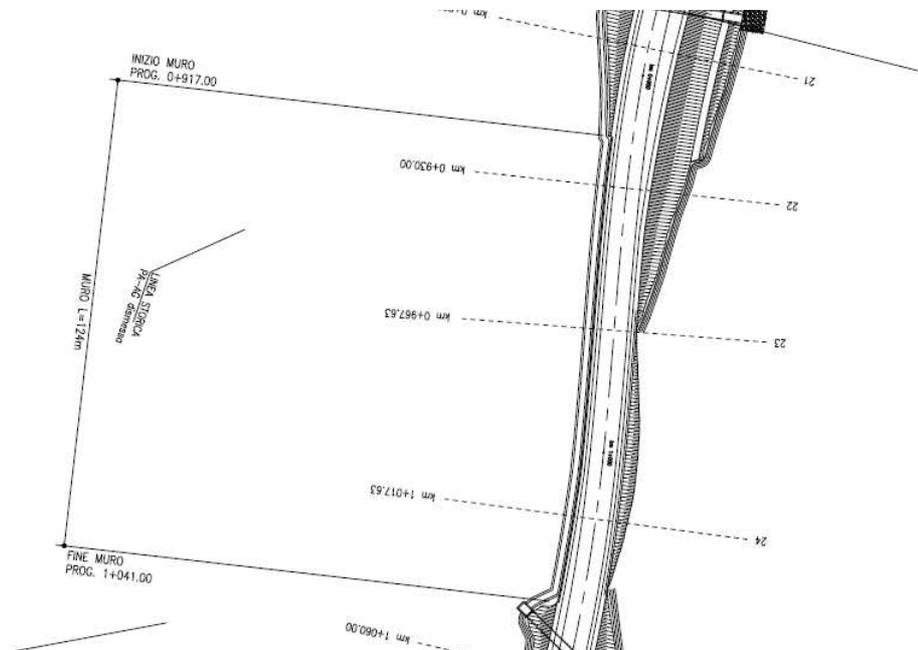


Figura 2.1 – Planimetria di progetto (posizione definitiva)

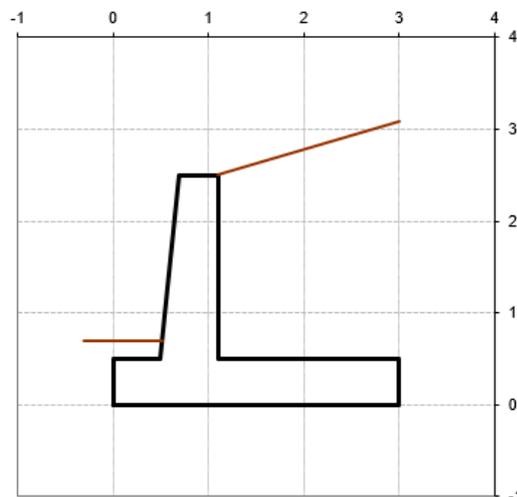


Figura 2.2 – Sezione tipologica



**PROGETTO DEFINITIVO**  
**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA–CATANIA–PALERMO**  
**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO–CATANIA**  
**RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA**  
**DIRAMAZIONE – LOTTO 1+2**

NV20 – Nuova viabilità di collegamento  
Roccapalumba-Lercara  
*Muro (pk 1+000) L=124m - Relazione di Calcolo 2/2*

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV200518	A	3 di 29

### 3. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Il dimensionamento e la verifica degli elementi strutturali sono stati condotti nel rispetto delle seguenti normative:

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni;
- Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP.: Istruzioni per l'applicazione dell'“Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018;
- Circolare 15 ottobre 1996, n.252 AA.GG./S.T.C.: Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996;
- RFI DTC SI MA IFS 001 B: “Manuale di progettazione delle opere civili” del 22/12/2017.
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 B: Sezione 2 – Ponti e Strutture

Riferimenti STI:

- 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, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.

#### 4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

##### CALCESTRUZZO

##### Classe di resistenza calcestruzzo

**C32/40**

##### Caratteristiche del calcestruzzo

resistenza caratteristica cubica	$R_{ck}$	40 [MPa]
resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	33.2 [MPa]
resistenza cilindrica media	$f_{cm}$	41.2 [MPa]
resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm}$	3.1 [MPa]
resistenza caratteristica a trazione (fratt. 5%)	$f_{ctk}$	2.2 [MPa]
modulo elastico istantaneo	$E_{cm}$	33,643 [MPa]

##### Resistenze di calcolo

##### COEFFICIENTI

resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd}$	18.8 [MPa]	$\gamma_c =$	<b>1.5</b>
resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd}$	1.4 [MPa]	$\alpha_{cc} =$	<b>0.85</b>
coefficiente di espansione termica lineare	$\alpha$	1.00E-05 [°C <sup>-1</sup> ]		

##### ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

##### Tipo di acciaio

**B450C**

##### Caratteristiche del calcestruzzo

tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$	450 [MPa]
tensione caratteristica di rottura	$f_{tk}$	540 [MPa]

##### Resistenze di calcolo

##### COEFFICIENTI

resistenza di progetto	$f_{yd}$	391.3 [MPa]	$\gamma_s =$	<b>1.15</b>
modulo elastico	$E_s$	200000 [MPa]		

Per il calcestruzzo armato si assume

 $\gamma_{cls} =$  **25** kN/m<sup>3</sup>

## 5. CONDIZIONI GEOTECNICHE

Nella seguente tabella sono riassunti i valori delle caratteristiche del terreno di fondazione assunti nel calcolo.

Unità	-	1
Categoria Terreno	-	B
Coesione Terreno di Fondazione	(kPa)	5.0
Angolo di attrito del Terreno di Fondazione	(°)	26.0
Peso Unità di Volume del Terreno di Fondazione	(kN/m <sup>3</sup> )	19.0
Modulo di deformazione	(kN/m <sup>2</sup> )	20000

Per ulteriori informazioni riguardo la geologia e la geotecnica di sito, consultare gli elaborati riportati nella tabella seguente.

Planimetria e Sezioni geotecniche viabilità - Tav. 1/7	RS3Z00D26PZGE0000001
Planimetria e Sezioni geotecniche viabilità - Tav. 2/7	RS3Z00D26PZGE0000002
Planimetria e Sezioni geotecniche viabilità - Tav. 3/7	RS3Z00D26PZGE0000003
Planimetria e Sezioni geotecniche viabilità - Tav. 4/7	RS3Z00D26PZGE0000004
Planimetria e Sezioni geotecniche viabilità - Tav. 5/7	RS3Z00D26PZGE0000005
Planimetria e Sezioni geotecniche viabilità - Tav. 6/7	RS3Z00D26PZGE0000006
Profilo longitudinale geotecnico viabilità - Tav. 1/7	RS3Z00D26F9GE0000001
Profilo longitudinale geotecnico viabilità - Tav. 2/7	RS3Z00D26F9GE0000002
Profilo longitudinale geotecnico viabilità - Tav. 3/7	RS3Z00D26F9GE0000003
Profilo longitudinale geotecnico viabilità - Tav. 4/7	RS3Z00D26F9GE0000004
Profilo longitudinale geotecnico viabilità - Tav. 5/7	RS3Z00D26F9GE0000005
Profilo longitudinale geotecnico viabilità - Tav. 6/7	RS3Z00D26F9GE0000006

## 6. CRITERI DI VERIFICA

### 6.1 Verifiche di resistenza agli stati limite ultimi

Si è verificato che il valore di progetto degli effetti delle azioni, ovvero delle sollecitazioni flettenti  $M_d$  sia minore dei corrispondenti momenti resistenti  $M_r$  delle sezioni di progetto.

La verifica di resistenza delle sezioni nei vari elementi strutturali, viene condotta tenendo conto delle condizioni più gravose che si individuano dall'involuppo delle sollecitazioni agenti nelle diverse combinazioni di carico.

Le combinazioni e i coefficienti moltiplicativi delle singole azioni vengono definiti in base a quanto indicato nel D.M. 17 gennaio 2018.

Per quanto riguarda le verifiche a taglio ultimo, si è fatto riferimento al paragrafo 4.1.2.3.5 “Resistenza nei confronti di sollecitazioni taglienti” del D.M. 17 gennaio 2018.

### 6.2 Verifiche agli stati limite di esercizio

Definizione degli stati limite di fessurazione

In ordine di severità crescente si distinguono i seguenti stati limite:

- stato limite di decompressione nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, la tensione normale è ovunque di compressione ed al più uguale a 0;
- stato limite di formazione delle fessure, nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, la tensione normale di trazione nella fibra più sollecitata è:

$$\sigma_t = \frac{f_{ctm}}{1,2}$$

- stato limite di apertura delle fessure nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, il valore limite di apertura della fessura calcolato al livello considerato è pari ad uno dei seguenti valori nominali:

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

Lo stato limite di fessurazione deve essere fissato in funzione delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature alla corrosione.

### Condizioni ambientali

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche, possono essere suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato nella tabella seguente:

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

Nel caso in esame si considera l'opera sottoposta a condizioni aggressive.

### Scelta degli stati limite di fessurazione

Nella tabella sottostante sono indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione con riferimento alle esigenze sopra riportate.

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_d$	Stato limite	$w_d$
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Come da manuale RFI DTC SI PS MA IFS 001 B (2.5.1.8.3.2.4) si assume in questo caso per la verifica a fessurazione la combinazione Rara e come limite massimo di apertura delle fessure  $w_1=0.2$  mm, (per strutture a permanente contatto con il terreno).

### Stato limite di apertura delle fessure

Il valore caratteristico di calcolo di apertura delle fessure ( $w_d$ ) non deve superare i valori nominali  $w_1$ ,  $w_2$ ,  $w_3$  secondo quanto riportato nella Tabella sopra riportata.

Il valore caratteristico di calcolo è data da:

$$w_d = 1,70 \cdot w_m$$

dove  $w_m$  rappresenta l'ampiezza media delle fessure.

L'ampiezza media delle fessure  $w_m$  è calcolata come prodotto della deformazione media delle barre d'armatura  $\varepsilon_{sm}$  per la distanza media tra le fessure  $\Delta_{sm}$ :

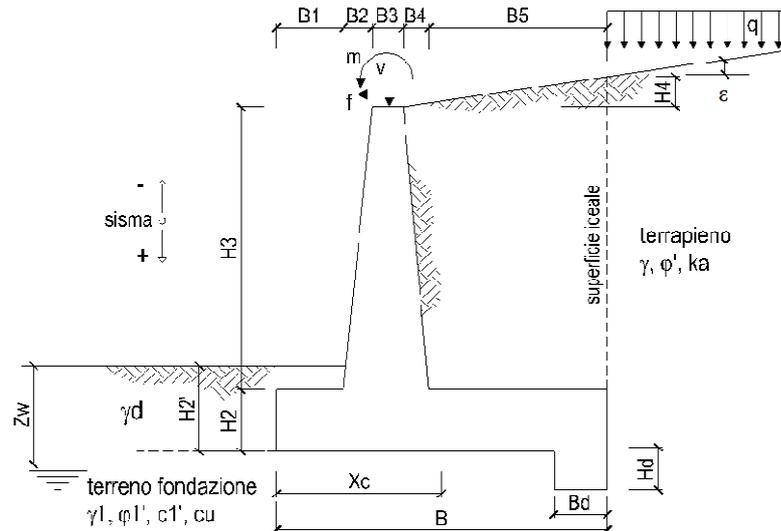
$$w_m = \varepsilon_{sm} \cdot \Delta_{sm}$$

Per il calcolo di  $\varepsilon_{sm}$  e  $\Delta_{sm}$  vanno utilizzati criteri consolidati riportati nella letteratura tecnica.  $\varepsilon_{sm}$  può essere calcolato tenendo conto dell'effetto del "tension stiffening" nel rispetto della limitazione:

$$\varepsilon_{sm} \geq 0,6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

con  $\sigma_s$  tensione nell'acciaio dell'armatura tesa (per sezione fessurata) nelle condizioni di carico considerate ed  $E_s$  è il modulo elastico dell'acciaio.

## 7. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA



### DATI DI PROGETTO:

#### Geometria del Muro

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

#### Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	3.00	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	0.50	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	0.50	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	1.90	(m)
Altezza dente	Hd =	0.00	(m)
Larghezza dente	Bd =	0.00	(m)
Mezzeria Sezione	Xc =	1.50	(m)

NV20 – Nuova viabilità di collegamento  
 Roccapalumba-Lercara  
 Muro (pk 1+000) L=124m - Relazione di Calcolo 2/2

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV200518	A	10 di 29

## 8. ANALISI DEI CARICHI

			valori caratteristici SLE	valori di progetto		
				STR/GEO	EQU	
<b>Dati Geotecnici</b>						
Dati Terrapieno	Angolo di attrito del terrapieno	(°)	$\phi'$	26.00	26.00	21.32
	Peso Unità di Volume del terrapieno	(kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$	18.50	18.50	18.50
	Angolo di attrito terreno-superficie ideale	(°)	$\delta$	13.00	13.00	10.66
Dati Terreno Fondazione	Condizioni		<input checked="" type="radio"/> drenate <input type="radio"/> Non Drenate			
	Coesione Terreno di Fondazione	(kPa)	$c1'$	5.00	5.00	4.00
	Angolo di attrito del Terreno di Fondazione	(°)	$\phi1'$	26.00	26.00	21.32
	Peso Unità di Volume del Terreno di Fondazione	(kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma1$	19.00	19.00	19.00
	Peso Unità di Volume del Rinterro della Fondazione	(kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma d$	22.00	22.00	22.00
	Profondità "Significativa" (n.b.: consigliata H = 2*B)	(m)	Hs	6.00		
	Modulo di deformazione	(kN/m <sup>2</sup> )	E	35000		

Dati Sismici	Accelerazione sismica	$a_g/g$	0.102	(-)
	Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	$S_s$	1.2	(-)
	Coefficiente Amplificazione Topografico	$S_T$	1	(-)
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	$\beta_m$	0.38	(-)
	Coefficiente sismico orizzontale	$k_h$	0.046512	(-)
	Coefficiente sismico verticale	$k_v$	0.0233	(-)
	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	$k_a$	0.472	0.472	0.607
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma +	$k_{as+}$	0.538	0.538	0.722
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma -	$k_{as-}$	0.541	0.541	0.730
	Coeff. Di Spinta Passiva	$k_p$	2.561	2.561	2.142
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma +	$k_{ps+}$	2.487	2.487	2.074
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma -	$k_{ps-}$	2.484	2.484	2.071

			valori caratteristici SLE - sisma	valori di progetto	
				STR/GEO	EQU
<b>Carichi Agenti</b>					
Carichi permanenti	Sovraccarico permanente	(kN/m <sup>2</sup> )	qp	0.00	0.00
	Sovraccarico su zattera di monte	<input type="radio"/> si <input checked="" type="radio"/> no			
	Forza Orizzontale in Testa permanente	(kN/m)	fp	0.00	0.00
	Forza Verticale in Testa permanente	(kN/m)	vp	0.00	0.00
Condizioni Statiche	Momento in Testa permanente	(kNm/m)	mp	0.00	0.00
	Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche	(kN/m <sup>2</sup> )	q	0.00	0.00
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni statiche	(kN/m)	f	0.00	0.00
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni statiche	(kN/m)	v	0.00	0.00
	Momento in Testa accidentale in condizioni statiche	(kNm/m)	m	0.00	0.00
Coefficients di combinazione condizione frequente Y1			0.75	condizione quasi permanente Y2	
Condizioni Sismiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche	(kN/m <sup>2</sup> )	qs	0.00	
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kN/m)	fs	0.00	
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kN/m)	vs	0.00	
	Momento in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kNm/m)	ms	0.00	

NV20 – Nuova viabilità di collegamento  
 Roccapalumba-Lercara  
 Muro (pk 1+000) L=124m - Relazione di Calcolo 2/2

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV200518	A	11 di 29

**Combinazioni coefficienti parziali di verifica**

<b>Approccio 2</b>	<b>A1+M1+R3 EQU+M2</b>
--------------------	----------------------------

Carichi	Effetto	Coeff. Parziale	EQU	A1 (STR)	A2 (GEO)	SLE
Permanenti	favorevole	$\gamma_G$	0.90	1.00	1.00	1.00
	sfavorevole		1.10	1.30	1.00	1.00
Variabili	favorevole	$\gamma_Q$	0.00	0.00	0.00	0.00
	sfavorevole		1.50	1.50	1.30	1.00

Parametro		Coeff. Parziale	M1	M2	SLE
angolo d'attrito	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1.00	1.25	1.00
coesione	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.00
resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00
peso unità di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00

Verifica	Coeff. Parziale	R1	R2	R3	SLE
Capacità portante fondazione	$\gamma_R$	1.00	1.00	1.40	2.00
Scorrimento		1.00	1.00	1.10	1.30
Ribaltamento		1.00	1.00	1.00	1.50

## 9. VERIFICHE GEOTECNICHE

### FORZE VERTICALI

- Peso del Muro (Pm)

			SLE	STR/GEO	EQU
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot g_{cls}) / 2$	(kN/m)	5.00	5.00	4.50
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot g_{cls})$	(kN/m)	20.00	20.00	18.00
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot g_{cls}) / 2$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot g_{cls})$	(kN/m)	37.50	37.50	33.75
Pm5 =	$(Bd \cdot Hd \cdot g_{cls})$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Pm =	Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5	(kN/m)	62.50	62.50	56.25

- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)

Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot g')$	(kN/m)	70.30	70.30	63.27
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4 + B5) \cdot H4 \cdot g')$	(kN/m)	10.21	10.21	9.19
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot g') / 2$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Sovr =	$q_p \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Pt =	Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr	(kN/m)	80.51	80.51	72.46

- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro

Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	0	0	
Sovr acc. Sism	$q_s \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	0		

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

- Muro (Mm)

			SLE	STR/GEO	EQU
Mm1 =	$Pm1 \cdot (B1 + 2/3 B2)$	(kNm/m)	3.17	3.17	2.85
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1 + B2 + 0,5 \cdot B3)$	(kNm/m)	18.00	18.00	16.20
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/3 B4)$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	56.25	56.25	50.63
Mm5 =	$Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
Mm =	Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5	(kNm/m)	77.42	77.42	69.68

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

Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4 + 0,5 \cdot B5)$	(kNm/m)	144.12	144.12	129.70
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	24.16	24.16	21.75
Mt3 =	$Pt3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4)$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
Msovr =	$Sovr \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
Mt =	Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr	(kNm/m)	168.28	168.28	151.45

- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro

Sovr acc. Stat	$q \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	0	0	
Sovr acc. Sism	$q_s \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	0		

NV20 – Nuova viabilità di collegamento  
 Roccapalumba-Lercara  
 Muro (pk 1+000) L=124m - Relazione di Calcolo 2/2

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV200518	A	13 di 29

**INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO**

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)

Ps h =	$Pm \cdot kh$	(kN/m)	2.91
Ps v =	$Pm \cdot kv$	(kN/m)	1.45

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

Ptsh =	$Pt \cdot kh$	(kN/m)	3.74
Ptsv =	$Pt \cdot kv$	(kN/m)	1.87

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

MPs1 h=	$kh \cdot Pm1 \cdot (H2 + H3/3)$	(kNm/m)	0.27
MPs2 h=	$kh \cdot Pm2 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	1.40
MPs3 h=	$kh \cdot Pm3 \cdot (H2 + H3/3)$	(kNm/m)	0.00
MPs4 h=	$kh \cdot Pm4 \cdot (H2/2)$	(kNm/m)	0.44
MPs5 h=	$-kh \cdot Pm5 \cdot (Hd/2)$	(kNm/m)	0.00
MPs h=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	2.10

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

MPs1 v=	$kv \cdot Pm1 \cdot (B1 + 2/3 \cdot B2)$	(kNm/m)	0.07
MPs2 v=	$kv \cdot Pm2 \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	0.42
MPs3 v=	$kv \cdot Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4/3)$	(kNm/m)	0.00
MPs4 v=	$kv \cdot Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	1.31
MPs5 v=	$kv \cdot Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0.00
MPs v=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	1.80

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

MPts1 h=	$kh \cdot Pt1 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	4.90
MPts2 h=	$kh \cdot Pt2 \cdot (H2 + H3 + H4/3)$	(kNm/m)	2.47
MPts3 h=	$kh \cdot Pt3 \cdot (H2 + H3 \cdot 2/3)$	(kNm/m)	0.00
MPts h=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	7.37

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

MPts1 v=	$kv \cdot Pt1 \cdot ((H2 + H3/2) - (B - B5/2) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	3.35
MPts2 v=	$kv \cdot Pt2 \cdot ((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	0.56
MPts3 v=	$kv \cdot Pt3 \cdot ((H2 + H3 \cdot 2/3) - (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	0.00
MPts v=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	3.91

NV20 – Nuova viabilità di collegamento  
 Roccapalumba-Lercara  
 Muro (pk 1+000) L=124m - Relazione di Calcolo 2/2

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV200518	A	14 di 29

### 9.1 Condizione statica

#### 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) 41.46	53.90	58.65
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) 0.00	0.00	0.00

- Componente orizzontale condizione statica

Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m) 40.40	52.52	57.64
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) 0.00	0.00	0.00

- Componente verticale condizione statica

Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m) 9.33	12.12	10.85
Sqv perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00
Sqv acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

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

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

		SLE	STR/GEO	EQU
MSt1 =	$Sth \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)$	(kNm/m) 41.49	53.93	59.19
MSt2 =	$Stv \cdot B$	(kNm/m) 27.98	36.37	32.54
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) 0.00	0.00	0.00
MSq2 perm =	$Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSq2 acc =	$Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
MSp =	$\gamma1 \cdot Hd^3 \cdot kp / 3 + (2 \cdot c1 \cdot kp^{0.5} + \gamma1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00

#### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp + m$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
Mfext2 =	$(fp + f) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
Mfext3 =	$(vp + v) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00

#### VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)

N =	$Pm + Pt + v + Stv + Sqv \text{ perm} + Sqv \text{ acc}$	155.13	(kN/m)
-----	----------------------------------------------------------	--------	--------

Risultante forze orizzontali (T)

T =	$Sth + Sqh + f$	52.52	(kN/m)
-----	-----------------	-------	--------

Coefficiente di attrito alla base (f)

f =	$\tan \phi1'$	0.49	(-)
-----	---------------	------	-----

<b>Fs scorr.</b>	<b>(N*f + Sp) / T</b>	<b>1.44</b>	<b>&gt;</b>	<b>1.1</b>
------------------	-----------------------	-------------	-------------	------------

#### VERIFICA AL RIBALTAMENTO (EQU)

Momento stabilizzante (Ms)

Ms =	$Mm + Mt + Mfext3$	221.12	(kNm/m)
------	--------------------	--------	---------

Momento ribaltante (Mr)

Mr =	$MSt + MSq + Mfext1 + Mfext2 + MSp$	26.65	(kNm/m)
------	-------------------------------------	-------	---------

<b>Fs ribaltamento</b>	<b>Ms / Mr</b>	<b>8.30</b>	<b>&gt;</b>	<b>1</b>
------------------------	----------------	-------------	-------------	----------

NV20 – Nuova viabilità di collegamento  
Roccapalumba-Lercara  
*Muro (pk 1+000) L=124m - Relazione di Calcolo 2/2*

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV200518	A	15 di 29

**VERIFICA CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE (STR/GEO)**

Risultante forze verticali (N)	Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v + St_v + Sq_v (+ Sovr acc)$	155.13	155.13	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)			
$T = S_{th} + S_{qh} + f - Sp$	52.52	52.52	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)			
$MM = \Sigma M$	228.13	228.13	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)			
$M = X_c \cdot N - MM$	4.57	4.57	(kNm/m)

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

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c' N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0.5 \gamma_1 B^* N_\gamma i_\gamma$$

$c'$	coesione terreno di fondaz.	5.00	(kPa)
$\phi_1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	26.00	(°)
$\gamma_1$	peso unità di volume terreno fondaz.	16.67	(kN/m <sup>3</sup> )
$q_0 = \gamma_d H^2$	sovraccarico stabilizzante	15.40	(kN/m <sup>2</sup> )
$e = M / N$	eccentricità	0.03	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	2.94	(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)	11.85	(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan(\phi')$	(2+ $\pi$ in cond. nd)	22.25	(-)
$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan(\phi')$	(0 in cond. nd)	12.54	(-)

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

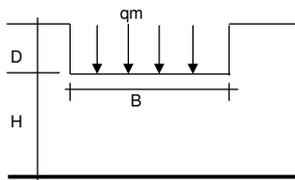
$i_q = (1 - T / (N + B^* c' \cot \phi'))^m$	(1 in cond. nd)	0.51	0.51	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.47	0.47	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* c' \cot \phi'))^{m+1}$		0.37	0.37	(-)

(fondazione nastriforme  $m = 2$ )

$q_{lim}$	(carico limite unitario)	258.95	258.95	(kN/m <sup>2</sup> )
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

<b>FS carico limite</b>	<b>F = <math>q_{lim} \cdot B^* / N</math></b>	Nmin	<b>4.91</b>	>	<b>1.4</b>
		Nmax	<b>4.91</b>	>	

**CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE**



$$\delta = \mu_0 \cdot \mu_1 \cdot q_m \cdot B^* / E \quad (\text{Christian e Carrier, 1976})$$

N	152.34	(kN/m)
M	-3.68	(kNm/m)
$e = M / N$	-0.02	(m)
$B^*$	2.95	(m)

Profondità Piano di Posa della Fondazione	D =	0.70	(m)
	D/B*	0.24	(m)
	Hs/B*	2.03	(m)

Carico unitario medio (qm)	$q_m = N / (B - 2e) = N / B^*$	52.56	(kN/mq)
----------------------------	--------------------------------	-------	---------

Coefficiente di forma $\mu_0 = f(D/B)$	$\mu_0 =$	0.951	(-)
----------------------------------------	-----------	-------	-----

Coefficiente di profondità $\mu_1 = f(H/B)$	$\mu_1 =$	0.67	(-)
---------------------------------------------	-----------	------	-----

Cedimento della fondazione	$\delta = \mu_0 \cdot \mu_1 \cdot q_m \cdot B^* / E =$	2.82	(mm)
----------------------------	--------------------------------------------------------	------	------

NV20 – Nuova viabilità di collegamento  
 Roccapalumba-Lercara  
 Muro (pk 1+000) L=124m - Relazione di Calcolo 2/2

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV200518	A	16 di 29

## 9.2 Condizione sismica (+)

### 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)	41.46	41.46	53.32
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^+$	(kN/m)	6.85	6.85	11.55
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente orizzontale condizione sismica +

Sst1h stat = Sst1 stat * cos $\delta$	(kN/m)	40.40	40.40	52.40
Sst1h sism = Sst1 sism * cos $\delta$	(kN/m)	6.68	6.68	11.35
Ssq1h perm = Ssq1 perm * cos $\delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * cos $\delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Componente verticale condizione sismica +

Sst1v stat = Sst1 stat * sen $\delta$	(kN/m)	9.33	9.33	9.86
Sst1v sism = Sst1 sism * sen $\delta$	(kN/m)	1.54	1.54	2.14
Ssq1v perm = Ssq1 perm * sen $\delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * sen $\delta$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

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

### MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = Sst1h stat * ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)	(kNm/m)	41.49	41.49	53.81
MSst1 sism = Sst1h sism * ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)	(kNm/m)	6.86	6.86	11.66
MSst2 stat = Sst1v stat * B	(kNm/m)	27.98	27.98	29.58
MSst2 sism = Sst1v sism * B	(kNm/m)	4.62	4.62	6.41
MSsq1 = Ssq1h * ((H2+H3+H4+hd)/2-Hd)	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSsq2 = Ssq1v * B	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
MSp = $\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kps^+ / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00

### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

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

### VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)

N = Pm+ Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv	157.20	(kN/m)	
----------------------------------------------------	--------	--------	--

Risultante forze orizzontali (T)

T = Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Ptsh	53.73	(kN/m)	
-------------------------------------------	-------	--------	--

Coefficiente di attrito alla base (f)

f = tg $\phi_1'$	0.49	(-)	
------------------	------	-----	--

$$F_s = (N \cdot f + Sp) / T \quad \mathbf{1.43} > \mathbf{1.1}$$

### VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

Ms = Mm + Mt + Mfext3	245.69	(kNm/m)	
-----------------------	--------	---------	--

Momento ribaltante (Mr)

Mr = MSst+MSsq+Mfext1+Mfext2+MSp+MPs+Mpts	33.24	(kNm/m)	
-------------------------------------------	-------	---------	--

$$F_r = Ms / Mr \quad \mathbf{7.39} > \mathbf{1}$$

NV20 – Nuova viabilità di collegamento  
 Roccapalumba-Lercara  
 Muro (pk 1+000) L=124m - Relazione di Calcolo 2/2

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV200518	A	17 di 29

### VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
N =	$P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} + (Sovr\ acc)$	157.20	157.20	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$	53.73		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	$\Sigma M$	226.19	226.19	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	$X_c * N - MM$	9.61	9.61	(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.	5.00		(kN/mq)
$\phi 1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	26.00		(°)
$\gamma_1$	peso unità di volume terreno fondaz.	16.67		(kN/m <sup>3</sup> )
$q_0 = \gamma d^*H2'$	sovraccarico stabilizzante	15.40		(kN/m <sup>2</sup> )
$e = M / N$	eccentricità	0.06	0.06	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	2.88	2.88	(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)	11.85		(-)
$N_c = (N_q - 1) / tg(\phi)$	(2+ $\pi$ in cond. nd)	22.25		(-)
$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * tg(\phi)$	(0 in cond. nd)	12.54		(-)

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

		Vesic (1975)		
$iq = (1 - T / (N + B^*c'cotg\phi))^m$	(1 in cond. nd)	0.51	0.51	(-)
$ic = iq - (1 - iq) / (N_q - 1)$		0.46	0.46	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^*c'cotg\phi))^{m+1}$		0.36	0.36	(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

q <sub>lim</sub>	(carico limite unitario)	252.65	252.65	(kN/m <sup>2</sup> )
------------------	--------------------------	--------	--------	----------------------

<b>FS carico limite</b>	<b>F = q<sub>lim</sub>*B* / N</b>	Nmin	<b>4.62</b>	>	<b>1.4</b>
		Nmax	<b>4.62</b>	>	

NV20 – Nuova viabilità di collegamento  
 Roccapalumba-Lercara  
 Muro (pk 1+000) L=124m - Relazione di Calcolo 2/2

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV200518	A	18 di 29

### 9.3 Condizione sismica (-)

#### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU	
Sst1 stat =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m)	41.46	41.46	53.32
Sst1 sism =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas$	(kN/m)	4.96	4.96	9.26
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)	40.40	40.40	52.40
Sst1h sism =	$Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	4.84	4.84	9.10
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)	9.33	9.33	9.86
Sst1v sism =	$Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	1.12	1.12	1.71
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)	41.49	41.49	53.81
MSst1 sism =	$Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	4.97	4.97	9.34
MSst2 stat =	$Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m)	27.98	27.98	29.58
MSst2 sism =	$Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m)	3.35	3.35	5.14
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

#### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

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

#### VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)

$$N = Pm + Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv \quad 150.13 \quad (\text{kN/m})$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Ptsh \quad 51.88 \quad (\text{kN/m})$$

Coefficiente di attrito alla base (f)

$$f = \tan \phi_1' \quad 0.49 \quad (-)$$

$$Fs = (N \cdot f + Sp) / T \quad 1.41 \quad > \quad 1.1$$

#### VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

$$Ms = Mm + Mt + Mfext3 \quad 245.69 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$Mr = MSst + MSsq + Mfext1 + Mfext2 + MSp + MP_s + Mpt_s \quad 43.62 \quad (\text{kNm/m})$$

$$Fr = Ms / Mr \quad 5.63 \quad > \quad 1$$

NV20 – Nuova viabilità di collegamento  
 Roccapalumba-Lercara  
 Muro (pk 1+000) L=124m - Relazione di Calcolo 2/2

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV200518	A	19 di 29

### VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
N =	$P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$	150.13	150.13	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$	51.88		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	$\Sigma M$	215.38	215.38	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	$X_c \cdot N - MM$	9.81	9.81	(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.	5.00		(kN/mq)
$\phi 1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	26.00		(°)
$\gamma_1$	peso unità di volume terreno fondaz.	16.67		(kN/m <sup>3</sup> )
$q_0 = \gamma d'H_2'$	sovraccarico stabilizzante	15.40		(kN/m <sup>2</sup> )
e = M / N	eccentricità	0.07	0.07	(m)
B* = B - 2e	larghezza equivalente	2.87	2.87	(m)

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

$N_q = tg^2(45 + \phi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot tg(\phi'))}$	(1 in cond. nd)	11.85		(-)
$N_c = (N_q - 1)/tg(\phi')$	(2+ $\pi$ in cond. nd)	22.25		(-)
$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot tg(\phi')$	(0 in cond. nd)	12.54		(-)

 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)	0.51	0.51	(-)
$ic = iq - (1 - iq)/(N_q - 1)$		0.46	0.46	(-)
$i_\gamma = (1 - T/(N + B^*c'cotg\phi'))^{m+1}$		0.36	0.36	(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

q <sub>lim</sub>	(carico limite unitario)	251.24	251.24	(kN/m <sup>2</sup> )
------------------	--------------------------	--------	--------	----------------------

<b>FS carico limite</b>	<b>F = q<sub>lim</sub>*B* / N</b>	Nmin	<b>4.80</b>	>	<b>1.4</b>
		Nmax	<b>4.80</b>	>	

## 10. VERIFICHE STRUTTURALI

### 10.1 Verifiche di resistenza agli stati limite ultimi

#### CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

##### Reazione del terreno

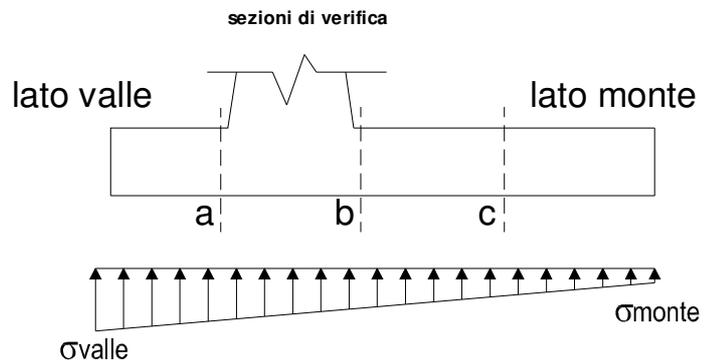
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

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

$$A = 1.0 \cdot B = 3.00 \quad (m^2)$$

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

caso	N	M	$\sigma_{valle}$	$\sigma_{monte}$
	[kN]	[kNm]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
statico	155.13	4.57	54.76	48.67
	155.13	4.57	54.76	48.67
sisma+	157.20	9.61	58.81	45.99
	157.20	9.61	58.81	45.99
sisma-	150.13	9.81	56.58	43.50
	150.13	9.81	56.58	43.50



##### Mensola Lato Valle

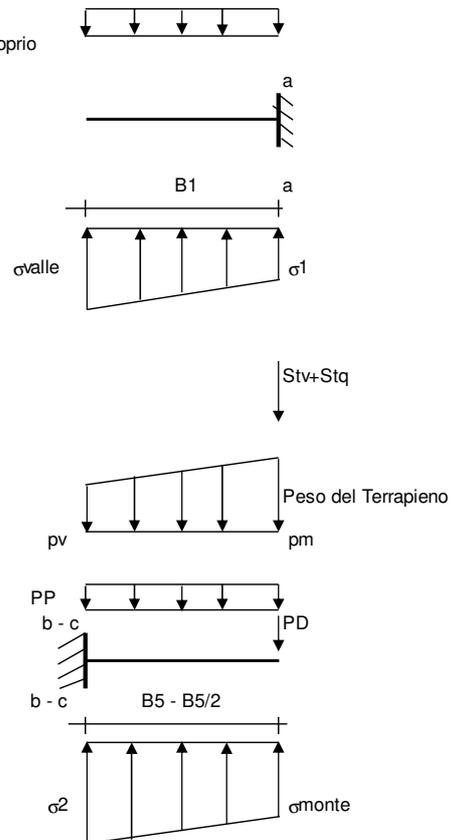
$$\text{Peso Proprio.} \quad PP = 12.50 \quad (kN/m)$$

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

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

caso	$\sigma_{valle}$	$\sigma_1$	$M_a$	$V_a$
	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kNm]	[kN]
statico	54.76	53.74	5.24	20.87
	54.76	53.74	5.24	20.87
sisma+	58.81	56.67	5.66	23.01
	58.81	56.67	5.70	23.01
sisma-	56.58	54.40	5.46	21.89
	56.58	54.40	5.42	21.89

Peso Proprio



##### Mensola Lato Monte

$$PP = 12.50 \quad (kN/m^2)$$

$$PD = 0.00 \quad (kN/m)$$

peso proprio soletta fondazione

peso proprio dente

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	47.75	47.75	47.75	(kN/m <sup>2</sup> )
pvb	37.00	37.00	37.00	(kN/m <sup>2</sup> )
pvc	42.37	42.37	42.37	(kN/m <sup>2</sup> )

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

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

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

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

NV20 - Nuova viabilità di collegamento  
 Roccapalumba-Lercara  
 Muro (pk 1+000) L=124m - Relazione di Calcolo 2/2

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV200518	A	21 di 29

caso	$\sigma_{monte}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{2b}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Mb [kNm]	Vb [kN]	$\sigma_{2c}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Mc [kNm]	Vc [kN]
statico	48.67	52.52	-35.15	-20.25	50.59	-15.65	-20.42
	48.67	52.52	-35.15	-20.25	50.59	-15.65	-20.42
sisma+	45.99	54.11	-37.40	-22.45	50.05	-15.95	-21.20
	45.99	54.11	-37.40	-22.45	50.05	-15.95	-21.20
sisma-	43.50	51.79	-36.23	-21.75	47.64	-15.43	-20.56
	43.50	51.79	-36.23	-21.75	47.64	-15.43	-20.56

**CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO**
**Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo**

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

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

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

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

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

$$N_{ext} = v$$

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

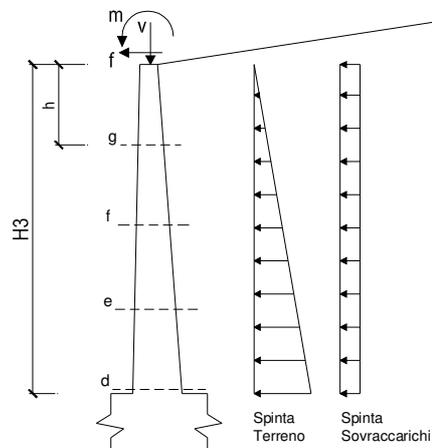
$$V_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a_{orizz.}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

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

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

$$V_{ext} = f$$

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


**condizione statica**

sezione	h	Mt	Mq	M <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	2.00	14.75	0.00	0.00	14.75	0.00	25.00	25.00
e-e	1.50	6.22	0.00	0.00	6.22	0.00	17.81	17.81
f-f	1.00	1.84	0.00	0.00	1.84	0.00	11.25	11.25
g-g	0.50	0.23	0.00	0.00	0.23	0.00	5.31	5.31

sezione	h	Vt	Vq	V <sub>ext</sub>	V <sub>tot</sub>
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.00	22.13	0.00	0.00	22.13
e-e	1.50	12.45	0.00	0.00	12.45
f-f	1.00	5.53	0.00	0.00	5.53
g-g	0.50	1.38	0.00	0.00	1.38

**condizione sismica +**

sezione	h	M <sub>t stat</sub>	M <sub>t sism</sub>	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	2.00	11.35	1.93	0.00	0.00	1.09	14.36	0.00	25.58	25.58
e-e	1.50	4.79	0.81	0.00	0.00	0.59	6.19	0.00	18.23	18.23
f-f	1.00	1.42	0.24	0.00	0.00	0.25	1.91	0.00	11.51	11.51
g-g	0.50	0.18	0.03	0.00	0.00	0.06	0.27	0.00	5.44	5.44

NV20 – Nuova viabilità di collegamento  
 Roccapalumba-Lercara  
 Muro (pk 1+000) L=124m - Relazione di Calcolo 2/2

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV200518	A	22 di 29

sezione	h	Vt <sub>stat</sub>	Vt <sub>sism</sub>	Vq	V <sub>ext</sub>	V <sub>inerzia</sub>	V <sub>tot</sub>
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.00	17.02	2.89	0.00	0.00	1.16	21.07
e-e	1.50	9.58	1.62	0.00	0.00	0.83	12.03
f-f	1.00	4.26	0.72	0.00	0.00	0.52	5.50
g-g	0.50	1.06	0.18	0.00	0.00	0.25	1.49

**condizione sismica -**

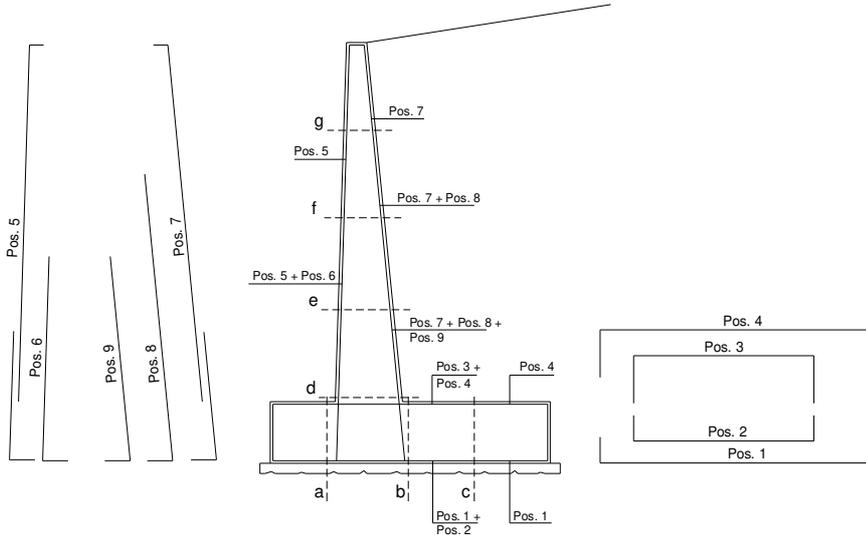
sezione	h	Mt <sub>stat</sub>	Mt <sub>sism</sub>	Mq	M <sub>ext</sub>	M <sub>inerzia</sub>	M <sub>tot</sub>	N <sub>ext</sub>	N <sub>pp+inerzia</sub>	N <sub>tot</sub>
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.00	11.35	1.39	0.00	0.00	1.09	13.83	0.00	24.42	24.42
e-e	1.50	4.79	0.59	0.00	0.00	0.59	5.96	0.00	17.40	17.40
f-f	1.00	1.42	0.17	0.00	0.00	0.25	1.84	0.00	10.99	10.99
g-g	0.50	0.18	0.02	0.00	0.00	0.06	0.26	0.00	5.19	5.19

sezione	h	Vt <sub>stat</sub>	Vt <sub>sism</sub>	Vq	V <sub>ext</sub>	V <sub>inerzia</sub>	V <sub>tot</sub>
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.00	17.02	2.09	0.00	0.00	1.16	20.28
e-e	1.50	9.58	1.18	0.00	0.00	0.83	11.58
f-f	1.00	4.26	0.52	0.00	0.00	0.52	5.30
g-g	0.50	1.06	0.13	0.00	0.00	0.25	1.44

NV20 - Nuova viabilità di collegamento  
Roccapalumba-Lercara  
Muro (pk 1+000) L=124m - Relazione di Calcolo 2/2

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV200518	A	23 di 29

**SCHEMA DELLE ARMATURE**

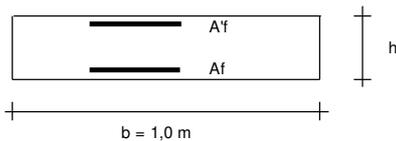


**ARMATURE**

pos	n°/ml	φ	II strato	pos	n°/ml	φ	II strato
1	5.0	20	☐	5	5.0	20	☐
2				6			☐
3			☐	7	5.0	20	☐
4	5.0	20		8			☐
				9			☐

Calcola

**VERIFICHE**



- a-a pos 1-2-3-4
- b-b pos 1-2-3-4
- c-c pos 1-4
- d-d pos 5-6-7-8-9
- e-e pos 5-6-7-8-9
- f-f pos 5-7-8
- g-g pos 5-7

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu	
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(kNm)	
a - a	5.70	0.00	0.50	15.71	15.71	264.05	sezione verificata
b - b	-37.40	0.00	0.50	15.71	15.71	264.05	sezione verificata
c - c	-15.95	0.00	0.50	15.71	15.71	264.05	sezione verificata
d - d	14.75	25.00	0.60	15.71	15.71	331.84	sezione verificata
e - e	6.22	17.81	0.55	15.71	15.71	298.85	sezione verificata
f - f	1.91	11.51	0.50	15.71	15.71	266.39	sezione verificata
g - g	0.27	5.44	0.45	15.71	15.71	234.29	sezione verificata

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

Sez.	V <sub>Ed</sub>	h	V <sub>Rd</sub>	σ staffe	i orizz.	i vert.	θ	V <sub>Rsd</sub>	
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)	
a - a	23.01	0.50	201.18	8	20	20	21.8	497.87	Armatura a taglio non necessaria
b - b	22.45	0.50	201.18	8	20	20	21.8	497.87	Armatura a taglio non necessaria
c - c	21.20	0.50	201.18	8	20	20	21.8	497.87	Armatura a taglio non necessaria
d - d	22.13	0.60	224.64	8	20	20	21.8	608.51	Armatura a taglio non necessaria
e - e	12.45	0.55	213.82	8	20	20	21.8	553.19	Armatura a taglio non necessaria
f - f	5.53	0.50	202.74	8	20	20	21.8	497.87	Armatura a taglio non necessaria
g - g	1.49	0.45	191.23	8	20	20	21.8	442.55	Armatura a taglio non necessaria

## 10.2 Verifiche a fessurazione

### CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

#### Reazione del terreno

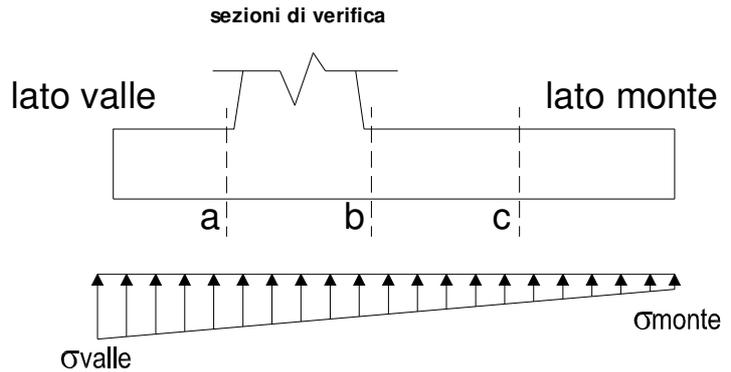
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

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

$$A = 1.0 \cdot B = 3.00 \quad (m^2)$$

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

caso	N	M	$\sigma_{valle}$	$\sigma_{monte}$
	[kN]	[kNm]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
Freq.	152.34	-3.68	48.32	53.23
	152.34	-3.68	48.32	53.23
Q.P.	152.34	-3.68	48.32	53.23
	152.34	-3.68	48.32	53.23

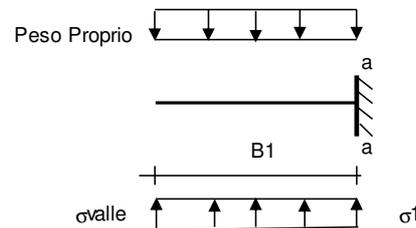


#### Mensola Lato Valle

$$\text{Peso Proprio.} \quad PP = 12.50 \quad (kN/m)$$

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

caso	$\sigma_{valle}$	$\sigma_1$	Ma
	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kNm]
Freq.	48.32	49.14	4.51
	48.32	49.14	4.51
Q.P.	48.32	49.14	4.51
	48.32	49.14	4.51



#### Mensola Lato Monte

$$PP = 12.50 \quad (kN/m^2) \quad \text{peso proprio soletta fondazione}$$

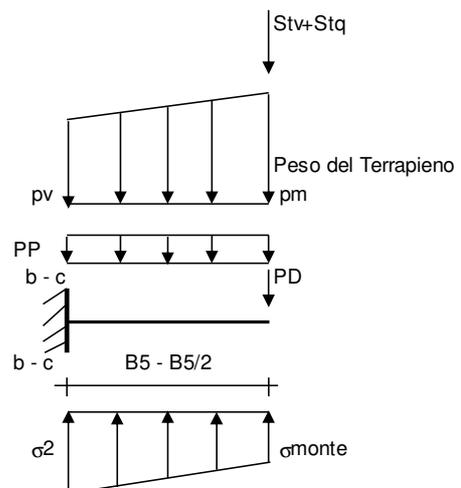
$$PD = 0.00 \quad (kN/m) \quad \text{peso proprio dente}$$

	Nmin	N max Freq	N max QP	
pm	47.75	47.75	47.75	(kN/m <sup>2</sup> )
pvb	37.00	37.00	37.00	(kN/m <sup>2</sup> )
pvc	42.37	42.37	42.37	(kN/m <sup>2</sup> )

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

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

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]
Freq.	53.23	50.12	-25.78	51.68	-11.45
	53.23	50.12	-25.78	51.68	-11.45
Q.P.	53.23	50.12	-25.78	51.68	-11.45
	53.23	50.12	-25.78	51.68	-11.45



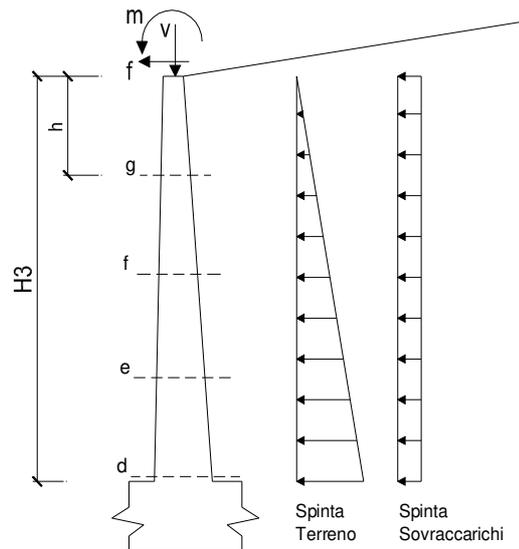
**CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO**
**Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo**

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

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

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

$$N_{ext} = v$$


**condizione Frequente**

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	2.00	11.35	0.00	0.00	11.35	0.00	25.00	25.00
e-e	1.50	4.79	0.00	0.00	4.79	0.00	17.81	17.81
f-f	1.00	1.42	0.00	0.00	1.42	0.00	11.25	11.25
g-g	0.50	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	5.31	5.31

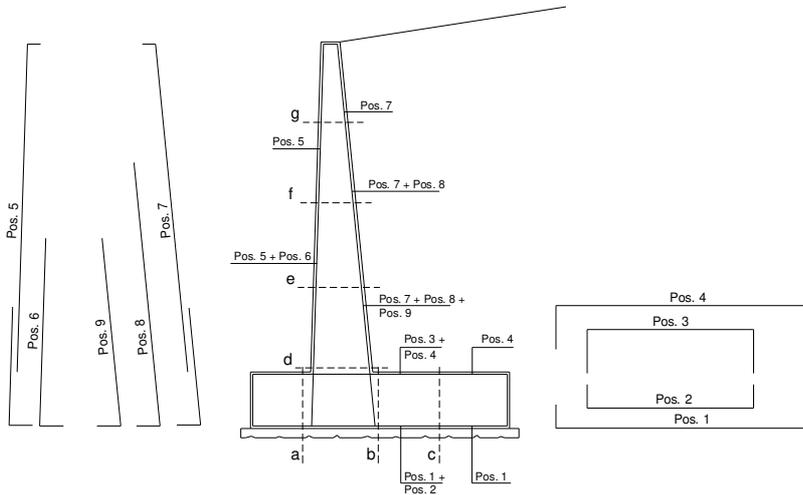
**condizione Quasi Permanente**

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	2.00	11.35	0.00	0.00	11.35	0.00	25.00	25.00
e-e	1.50	4.79	0.00	0.00	4.79	0.00	17.81	17.81
f-f	1.00	1.42	0.00	0.00	1.42	0.00	11.25	11.25
g-g	0.50	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	5.31	5.31

NV20 - Nuova viabilità di collegamento  
Roccapalumba-Lercara  
Muro (pk 1+000) L=124m - Relazione di Calcolo 2/2

COMMESSA LOTTO FASE-ENTE DOCUMENTO REV. FOGLIO  
RS3Z 00 D 26 CLNV200518 A 26 di 29

**SCHEMA DELLE ARMATURE**

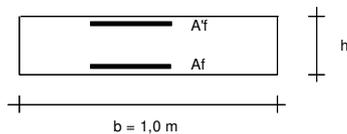


**ARMATURE**

pos	n°/ml	φ	II strato	pos	n°/ml	φ	II strato
1	5.0	20		5	5.0	20	
2				6			
3				7	5.0	20	
4	5.0	20		8			
				9			

Calcola

**VERIFICHE**



a-a pos 1-2-3-4  
b-b pos 1-2-3-4  
c-c pos 1-4  
d-d pos 5-6-7-8-9  
e-e pos 5-6-7-8-9  
f-f pos 5-7-8  
g-g pos 5-7

**condizione Frequente**

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ <sup>c</sup>	σ <sup>f</sup>	w <sub>k</sub>	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	4.51	0.00	0.50	15.71	15.71	0.16	7.01	0.008	0.200	sezione verificata
b - b	-25.78	0.00	0.50	15.71	15.71	0.90	40.05	0.047	0.200	sezione verificata
c - c	-11.45	0.00	0.50	15.71	15.71	0.40	17.78	0.021	0.200	sezione verificata
d - d	11.35	25.00	0.60	15.71	15.71	0.30	7.27	0.008	0.200	sezione verificata
e - e	4.79	17.81	0.55	15.71	15.71	0.14	2.02	0.002	0.200	sezione verificata
f - f	1.42	11.25	0.50	15.71	15.71	0.05	0.08	0.000	0.200	sezione verificata
g - g	0.18	5.31	0.45	15.71	15.71	0.00	-	-	0.200	sez. compressa

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

**condizione Quasi Permanente**

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ <sup>c</sup>	σ <sup>f</sup>	w <sub>k</sub>	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	4.51	0.00	0.50	15.71	15.71	0.16	7.01	0.008	0.300	sezione verificata
b - b	-25.78	0.00	0.50	15.71	15.71	0.90	40.05	0.047	0.300	sezione verificata
c - c	-11.45	0.00	0.50	15.71	15.71	0.40	17.78	0.021	0.300	sezione verificata
d - d	11.35	25.00	0.60	15.71	15.71	0.30	7.27	0.008	0.300	sezione verificata
e - e	4.79	17.81	0.55	15.71	15.71	0.14	2.02	0.002	0.300	sezione verificata
f - f	1.42	11.25	0.50	15.71	15.71	0.05	0.08	0.000	0.300	sezione verificata
g - g	0.18	5.31	0.45	15.71	15.71	0.00	-	-	0.300	sez. compressa

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

Non essendo presenti carichi variabili, la combinazione rara coincide con la combinazione frequente, per cui risulta verificata la condizione  $w_k(\text{combo rara}) < 0.2\text{mm}$



**PROGETTO DEFINITIVO**  
**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO**  
**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA**  
**RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA**  
**DIRAMAZIONE - LOTTO 1+2**

NV20 – Nuova viabilità di collegamento  
Roccapalumba-Lercara  
*Muro (pk 1+000) L=124m - Relazione di Calcolo 2/2*

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV200518	A	27 di 29

## 11. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

I calcoli e le verifiche riportati nel presente documento sono stati eseguiti attraverso fogli elettronici del programma Microsoft Excel. Nei fogli elettronici sono state sviluppate le formule di Normativa e quelle dell'equilibrio limite; in particolare, le analisi sono state sviluppate per la condizione statica e sotto azioni sismiche considerando la componente verticale del sisma agente sia verso l'alto che verso il basso. Le azioni sismiche sono state valutate secondo il metodo pseudo-statico.

Tutti i dati di input e le calcolazioni eseguite sono riportate nella presente relazione.