

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 1/2

SCALA:

-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
RS3Z	00	D	26	CL	NV2005	011	B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	C. INTEGRA	Gennaio 2020	M.SALLEOLINI 	Gennaio 2020	A. BARRECA 	Gennaio 2020	F. DE Maggiorani HI 2020 ITALFERR - UO INFRASTRUTTURE NORD Dott. Ing. Francesco De Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n. 25372 Str.	
B	1° AGG. A CONSEGNA CSLLPP	C. INTEGRA	Maggio 2020	M.SALLEOLINI 	Maggio 2020	A. BARRECA 	Maggio 2020		

File: RS3Z00D26CLNV2005011B

n. Elab.:



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 1/2

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV2005011	B	0 di 31

INDICE

1. PREMESSA	1
2. DESCRIZIONE GENERALE.....	2
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	4
5. CONDIZIONI GEOTECNICHE.....	5
6. CRITERI DI VERIFICA.....	6
6.1 Verifiche di resistenza agli stati limite ultimi.....	6
6.2 Verifiche agli stati limite di esercizio.....	6
7. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA.....	9
8. ANALISI DEI CARICHI.....	10
9. VERIFICHE GEOTECNICHE	12
9.1 Condizioni drenate - statica	14
9.1 Condizioni non drenate - statica	16
9.2 Condizioni non drenate - sismica (+).....	18
9.3 Condizioni non drenate - sismica (-)	20
10. VERIFICHE STRUTTURALI.....	22
10.1 Verifiche di resistenza agli stati limite ultimi.....	22
10.2 Verifiche a fessurazione	26
11. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI	29

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 _{min} [m]	H _{max} [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 dal numero 2 al numero 5 con altezza di calcolo pari a 5.50m, ovvero i 2/3 dell'altezza massima del terreno spingente di monte. Per il calcolo dei conci 1 e 6 si veda l'elaborato "Muro (pk 1+000) L=124m - Relazione di Calcolo 2/2".

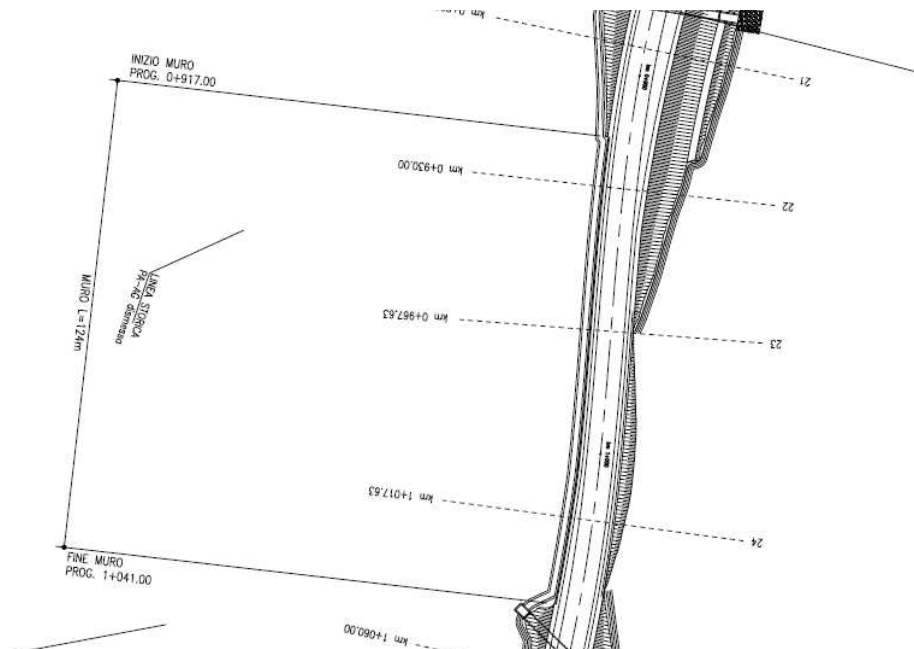


Figura 2.1 – Planimetria di progetto (posizione definitiva)

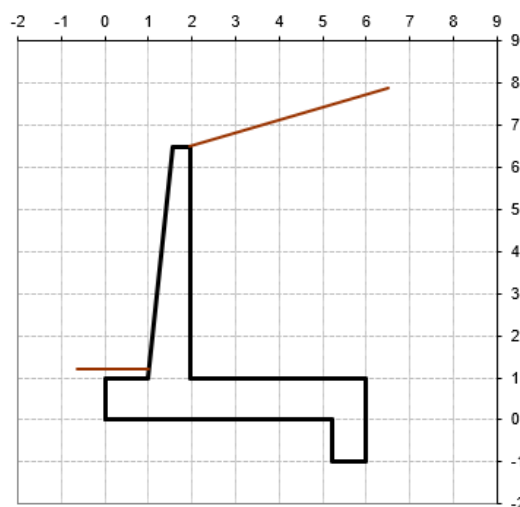


Figura 2.2 – Sezione tipologica



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 1/2

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV2005011	B	3 di 31

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]	$\gamma_c =$	1.5
resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1.4 [MPa]	$\alpha_{cc} =$	0.85
coefficiente di espansione termica lineare	α	1.00E-05 [°C ⁻¹]		

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]	$\gamma_s =$	1.15
modulo elastico	E_s	200000 [MPa]		

Per il calcestruzzo armato si assume

 $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$

5. CONDIZIONI GEOTECNICHE

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

Unità	-	4
Categoria Terreno	-	B
Coesione Terreno di Fondazione	(kPa)	20.0
Coesione non drenata	(kPa)	180.0
Angolo di attrito del Terreno di Fondazione	(°)	23.0
Peso Unità di Volume del Terreno di Fondazione	(kN/m ³)	20.0
Modulo di deformazione	(kN/m ²)	35000

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	≤w ₂	ap. fessure	≤w ₃
		quasi permanente	ap. fessure	≤w ₁	ap. fessure	≤w ₂
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤w ₁	ap. fessure	≤w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤w ₁
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤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 w₁=0.2 mm, (per strutture a permanente contatto con il terreno).



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 1/2

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV2005011	B	8 di 31

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 ε_{sm} per la distanza media tra le fessure Δ_{sm} :

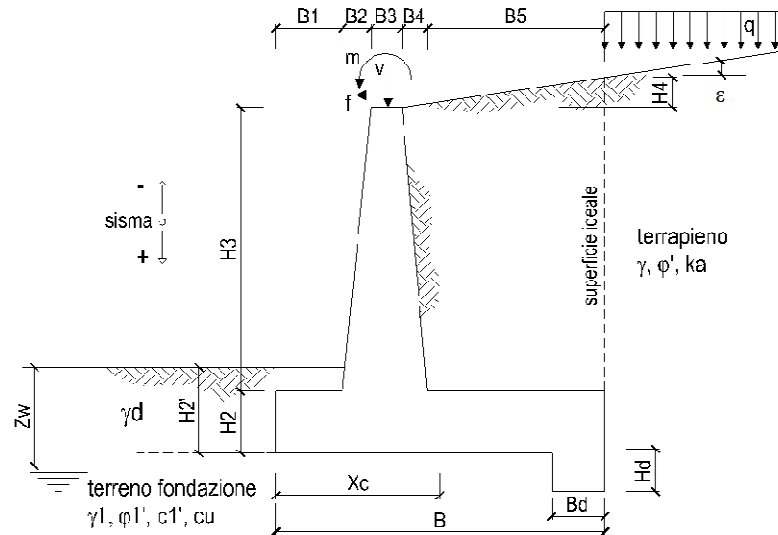
$$w_m = \varepsilon_{sm} \cdot \Delta_{sm}$$

Per il calcolo di ε_{sm} e Δ_{sm} vanno utilizzati criteri consolidati riportati nella letteratura tecnica. ε_{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 σ_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 =	5.50	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0.55	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0.40	(m)
Aggetto monte	B4 =	0.00	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	6.00	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	1.00	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	1.00	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	4.05	(m)
Altezza dente	Hd =	1.00	(m)
Larghezza dente	Bd =	0.80	(m)
Mezzeria Sezione	Xc =	3.00	(m)

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

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV2005011	B	10 di 31

8. ANALISI DEI CARICHI

Dati Geotecnici				valori caratteristici SLE		valori di progetto	
				STR/GEO	EQU	STR/GEO	EQU
Dati Terrapieno	Angolo di attrito del terrapieno	(°)	ϕ'	26.00		26.00	21.32
	Peso Unità di Volume del terrapieno	(kN/m ³)	γ'	18.50		18.50	18.50
	Angolo di attrito terreno-superficie ideale	(°)	δ	13.00		13.00	10.66

Dati Terreno Fondazione	Condizioni			drenate		Non Drenate	
				STR/GEO	EQU	STR/GEO	EQU
Dati Terreno Fondazione	Coesione Terreno di Fondazione	(kPa)	c_1'	20.00		20.00	16.00
	Angolo di attrito del Terreno di Fondazione	(°)	ϕ_1'	23.00		23.00	18.76
	Peso Unità di Volume del Terreno di Fondazione	(kN/m ³)	γ_1	20.00		20.00	20.00
	Peso Unità di Volume del Rinterro della Fondazione	(kN/m ³)	γ_d	22.00		22.00	22.00
	Profondità "Significativa" (n.b.: consigliata H = 2*B)	(m)	Hs	12.00			
	Modulo di deformazione	(kN/m ²)	E	35000			

Coefficients di Spinta			SLE		STR/GEO		EQU	
			SLE	STR/GEO	STR/GEO	EQU		
Coefficients di Spinta	Coeff. di Spinta Attiva Statico	ka	0.472		0.472		0.607	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma +	kas+	0.538		0.538		0.722	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma -	kas-	0.541		0.541		0.730	
	Coeff. Di Spinta Passiva	kp	2.283		2.283		1.948	
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma +	kps+	2.213		2.213		1.883	
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma -	kps-	2.209		2.209		1.880	

Dati Terreno Fondazione	Condizioni			drenate		Non Drenate	
				STR/GEO	EQU	STR/GEO	EQU
Dati Terreno Fondazione	Resistenza a Taglio non drenata	(kPa)	cu	180.00		180.00	128.57
	Angolo di attrito Terreno-Fondazione	(°)	ϕ_1'	23.00		23.00	18.76
	Peso Unità di Volume del Terreno di Fondazione	(kN/m ³)	γ_1	20.00		20.00	20.00
	Peso Unità di Volume del Rinterro della Fondazione	(kN/m ³)	γ_d	22.00		22.00	22.00
	Profondità "Significativa" (n.b.: consigliata H = 2*B)	(m)	Hs	12.00			
	Modulo di deformazione	(kN/m ²)	E	35000			

Coefficients di Spinta			SLE		STR/GEO		EQU	
			SLE	STR/GEO	STR/GEO	EQU		
Coefficients di Spinta	Coeff. di Spinta Attiva Statico	ka	0.472		0.472		0.607	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma +	kas+	0.538		0.538		0.722	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma -	kas-	0.541		0.541		0.730	
	Coeff. Di Spinta Passiva	kp	1.000		1.000		1.000	
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma +	kps+	1.000		1.000		1.000	
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma -	kps-	1.000		1.000		1.000	

Dati Sismici					
Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	S_s	1.2	(-)		
Coefficiente Amplificazione Topografico	S_T	1	(-)		
Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β_m	0.38	(-)		
Coefficiente sismico orizzontale	kh	0.046512	(-)		
Coefficiente sismico verticale	kv	0.0233	(-)		
Muro libero di traslare o ruotare		<input checked="" type="radio"/> si	<input type="radio"/> no		

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

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV2005011	B	11 di 31

Carichi Agenti				valori caratteristici		valori di progetto	
				SLE - sisma		STR/GEO	EQU
Carichi permanenti	Sovraccarico permanente	(kN/m ²)	qp	0.00		0.00	0.00
	Sovraccarico su zattera di monte						
	Forza Orizzontale in Testa permanente	(kN/m)	fp	0.00		0.00	0.00
	Forza Verticale in Testa permanente	(kN/m)	vp	0.00		0.00	0.00
	Momento in Testa permanente	(kNm/m)	mp	0.00		0.00	0.00
Condizioni Statiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche	(kN/m ²)	q	0.00		0.00	0.00
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni statiche	(kN/m)	f	0.00		0.00	0.00
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni statiche	(kN/m)	v	0.00		0.00	0.00
	Momento in Testa accidentale in condizioni statiche	(kNm/m)	m	0.00		0.00	0.00
	Coefficienti di combinazione	condizione frequente Y1	0.75	condizione quasi permanente Y2		0.00	0.00
Condizioni Sismiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche	(kN/m ²)	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			

Combinazioni coefficienti parziali di verifica

Approccio 2	A1+M1+R3 EQU+M2
--------------------	----------------------------

Carichi	Effetto	Coeff. Parziale	EQU	A1 (STR)	A2 (GEO)	SLE
Permanenti	favorevole	γ_G	0.90	1.00	1.00	1.00
	sfavorevole		1.10	1.30	1.00	1.00
Variabili	favorevole	γ_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	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1.00	1.25	1.00
coesione	c'_k	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.00
resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00
peso unità di volume	γ	γ_f	1.00	1.00	1.00

Verifica	Coeff. Parziale	R1	R2	R3	SLE
Capacità portante fondazione	γ_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

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

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV2005011	B	12 di 31

9. VERIFICHE GEOTECNICHE

FORZE VERTICALI

			SLE	STR/GEO	EQU
- Peso del Muro (Pm)					
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot g_{cls}) / 2$	(kN/m)	37.81	37.81	34.03
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot g_{cls})$	(kN/m)	55.00	55.00	49.50
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)	150.00	150.00	135.00
Pm5 =	$(Bd \cdot Hd \cdot g_{cls})$	(kN/m)	20.00	20.00	18.00
Pm =	Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5	(kN/m)	262.81	262.81	236.53
- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)					
Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot g')$	(kN/m)	412.09	412.09	370.88
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4 + B5) \cdot H4 \cdot g')$	(kN/m)	46.39	46.39	41.75
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)	458.47	458.47	412.63
- 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

			SLE	STR/GEO	EQU
- Muro (Mm)					
Mm1 =	$Pm1 \cdot (B1 + 2/3 B2)$	(kNm/m)	51.68	51.68	46.51
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1 + B2 + 0,5 \cdot B3)$	(kNm/m)	96.25	96.25	86.63
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/3 B4)$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	450.00	450.00	405.00
Mm5 =	$Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	112.00	112.00	100.80
Mm =	Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5	(kNm/m)	709.93	709.93	638.93
- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro					
Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4 + 0,5 \cdot B5)$	(kNm/m)	1638.05	1638.05	1474.24
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	215.70	215.70	194.13
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)	1853.74	1853.74	1668.37
- 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 1/2

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV2005011	B	13 di 31

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)

Ps h =	$P_m \cdot k_h$	(kN/m)	12.22
Ps v =	$P_m \cdot k_v$	(kN/m)	6.11

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

Ptsh =	$P_t \cdot k_h$	(kN/m)	21.32
Ptsv =	$P_t \cdot k_v$	(kN/m)	10.66

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

MPs1 h=	$k_h \cdot P_m 1 \cdot (H_2 + H_3/3)$	(kNm/m)	4.98
MPs2 h=	$k_h \cdot P_m 2 \cdot (H_2 + H_3/2)$	(kNm/m)	9.59
MPs3 h=	$k_h \cdot P_m 3 \cdot (H_2 + H_3/3)$	(kNm/m)	0.00
MPs4 h=	$k_h \cdot P_m 4 \cdot (H_2/2)$	(kNm/m)	3.49
MPs5 h=	$-k_h \cdot P_m 5 \cdot (H_d/2)$	(kNm/m)	-0.47
MPs h=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	17.60

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

MPs1 v=	$k_v \cdot P_m 1 \cdot (B_1 + 2/3 \cdot B_2)$	(kNm/m)	1.20
MPs2 v=	$k_v \cdot P_m 2 \cdot (B_1 + B_2 + B_3/2)$	(kNm/m)	2.24
MPs3 v=	$k_v \cdot P_m 3 \cdot (B_1 + B_2 + B_3 + B_4/3)$	(kNm/m)	0.00
MPs4 v=	$k_v \cdot P_m 4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	10.47
MPs5 v=	$k_v \cdot P_m 5 \cdot (B - B_d/2)$	(kNm/m)	2.60
MPs v=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	16.51

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

MPts1 h=	$k_h \cdot P_t 1 \cdot (H_2 + H_3/2)$	(kNm/m)	71.88
MPts2 h=	$k_h \cdot P_t 2 \cdot (H_2 + H_3 + H_4/3)$	(kNm/m)	25.70
MPts3 h=	$k_h \cdot P_t 3 \cdot (H_2 + H_3 \cdot 2/3)$	(kNm/m)	0.00
MPts h=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	97.58

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

MPts1 v=	$k_v \cdot P_t 1 \cdot ((H_2 + H_3/2) - (B - B_5/2) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	38.09
MPts2 v=	$k_v \cdot P_t 2 \cdot ((H_2 + H_3 + H_4/3) - (B - B_5/3) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	5.02
MPts3 v=	$k_v \cdot P_t 3 \cdot ((H_2 + H_3 \cdot 2/3) - (B_1 + B_2 + B_3 + 2/3 \cdot B_4) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	0.00
MPts v=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	43.11

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

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV2005011	B	14 di 31

9.1 Condizioni drenate - statica

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

	(kN/m)	SLE	STR/GEO	EQU
St = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	333.52	333.52	433.58	471.82
Sq perm = $q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	0.00	0.00	0.00	0.00
Sq acc = $q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	0.00	0.00	0.00	0.00

- Componente orizzontale condizione statica

	(kN/m)	SLE	STR/GEO	EQU
Sth = $St \cdot \cos \delta$	324.97	324.97	422.46	463.68
Sqh perm = $Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	0.00	0.00	0.00	0.00
Sqh acc = $Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	0.00	0.00	0.00	0.00

- Componente verticale condizione statica

	(kN/m)	SLE	STR/GEO	EQU
Stv = $St \cdot \sin \delta$	75.03	75.03	97.53	87.26
Sqv perm = $Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	0.00	0.00	0.00	0.00
Sqv acc = $Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	0.00	0.00	0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

	(kN/m)	SLE	STR/GEO	EQU
Sp = $\frac{1}{2} \cdot g1 \cdot Hd^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma1 \cdot Hd^2 \cdot kp + (2 \cdot c1 \cdot kp^{0.5} + \gamma1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd$	128.91	128.91	128.91	103.10

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

	(kNm/m)	SLE	STR/GEO	EQU
MSt1 = $Sth \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)$	621.59	621.59	808.06	886.89
MSt2 = $Stv \cdot B$	450.15	450.15	585.20	523.54
MSq1 perm = $Sqh \text{ perm} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	0.00	0.00	0.00	0.00
MSq1 acc = $Sqh \text{ acc} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	0.00	0.00	0.00	0.00
MSq2 perm = $Sqv \text{ perm} \cdot B$	0.00	0.00	0.00	0.00
MSq2 acc = $Sqv \text{ acc} \cdot B$	0.00	0.00	0.00	0.00
MSp = $\gamma1 \cdot Hd^3 \cdot kp/3 + (2 \cdot c1 \cdot kp^{0.5} + \gamma1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd^2/2$	68.26	68.26	68.26	54.80

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

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

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)

N		SLE	STR/GEO	EQU
N = $Pm + Pt + v + Stv + Sqv \text{ perm} + Sqv \text{ acc}$	818.82	818.82	(kN/m)	

Risultante forze orizzontali (T)

T		SLE	STR/GEO	EQU
T = $Sth + Squ + f$	422.46	422.46	(kN/m)	

Coefficiente di attrito alla base (f)

f		SLE	STR/GEO	EQU
f = $\tan \phi1'$	0.42	0.42	(-)	

Fs scorr.	(N*f + Sp) / T	1.13	>	1.1
------------------	-----------------------	-------------	-------------	------------

VERIFICA AL RIBALTAMENTO (EQU)

Momento stabilizzante (Ms)

Ms		SLE	STR/GEO	EQU
Ms = $Mm + Mt + Mfext3$	2307.30	2307.30	(kNm/m)	

Momento ribaltante (Mr)

Mr		SLE	STR/GEO	EQU
Mr = $MSt + MSq + Mfext1 + Mfext2 + MSp$	418.15	418.15	(kNm/m)	

Fs ribaltamento	Ms / Mr	5.52	>	1
------------------------	----------------	-------------	-------------	----------

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

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV2005011	B	15 di 31

VERIFICA CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)	Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v + S_{tv} + S_{qv} (+ S_{ov} acc)$	818.82	818.82	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)			
$T = S_{th} + S_{qh} + f - S_p$	293.55	293.55	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)			
$MM = \Sigma M$	2272.55	2272.55	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)			
$M = X_c \cdot N - MM$	183.91	183.91	(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.	20.00	(kPa)
ϕ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	23.00	(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	13.00	(kN/m ³)
$q_0 = \gamma_d H^2$	sovraccarico stabilizzante	26.40	(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.22	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	5.55	(m)

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

$N_q = \tan^2(45 + \phi'/2) e^{(\pi \tan \phi')}$	(1 in cond. nd)	8.66	(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan(\phi')$	(2+ π in cond. nd)	18.05	(-)
$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan(\phi')$	(0 in cond. nd)	8.20	(-)

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

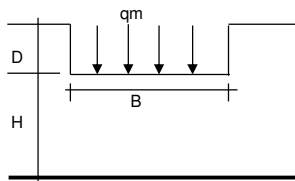
$i_q = (1 - T / (N + B^* c' \cot \phi'))^m$	(1 in cond. nd)	0.53	0.53	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.47	0.47	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* c' \cot \phi'))^{m+1}$		0.39	0.39	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	404.92	404.92	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = $q_{lim} \cdot B^* / N$	Nmin	2.74	>	1.4
		Nmax	2.74	>	

CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE



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

N	796.31	(kN/m)
M	64.96	(kNm/m)
$e = M/N$	0.08	(m)
B^*	5.84	(m)

Profondità Piano di Posa della Fondazione	D =	1.20	(m)
	D/B*	0.21	(m)
	Hs/B*	2.06	(m)

Carico unitario medio (qm)	$q_m = N / (B - 2e) = N / B^*$	140.28	(kN/mq)
----------------------------	--------------------------------	--------	---------

Coefficiente di forma $\mu_0 = f(D/B)$	$\mu_0 =$	0.953	(-)
----------------------------------------	-----------	-------	-----

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

Cedimento della fondazione	$\delta = \mu_0 \cdot \mu_1 \cdot q_m \cdot B^* / E =$	15.01	(mm)
----------------------------	--------------------------------------------------------	-------	------

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

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV2005011	B	16 di 31

9.1 Condizioni non drenate - statica

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

	(kN/m)	SLE	STR/GEO	EQU
St = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	333.52	333.52	433.58	471.82
Sq perm = $q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	0.00	0.00	0.00	0.00
Sq acc = $q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	0.00	0.00	0.00	0.00

- Componente orizzontale condizione statica

	(kN/m)	SLE	STR/GEO	EQU
Sth = $St \cdot \cos \delta$	324.97	324.97	422.46	463.68
Sqh perm = $Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	0.00	0.00	0.00	0.00
Sqh acc = $Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	0.00	0.00	0.00	0.00

- Componente verticale condizione statica

	(kN/m)	SLE	STR/GEO	EQU
Stv = $St \cdot \sin \delta$	75.03	75.03	97.53	87.26
Sqv perm = $Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	0.00	0.00	0.00	0.00
Sqv acc = $Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	0.00	0.00	0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

	(kN/m)	SLE	STR/GEO	EQU
Sp = $\frac{1}{2} \cdot g1 \cdot Hd^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma1 \cdot Hd^2 \cdot kp + (2 \cdot c1 \cdot kp^{0.5} + \gamma1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd$	390.00	390.00	390.00	287.14

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

	(kNm/m)	SLE	STR/GEO	EQU
MSt1 = $Sth \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)$	621.59	621.59	808.06	886.89
MSt2 = $Stv \cdot B$	450.15	450.15	585.20	523.54
MSq1 perm = $Sqh \text{ perm} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	0.00	0.00	0.00	0.00
MSq1 acc = $Sqh \text{ acc} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	0.00	0.00	0.00	0.00
MSq2 perm = $Sqv \text{ perm} \cdot B$	0.00	0.00	0.00	0.00
MSq2 acc = $Sqv \text{ acc} \cdot B$	0.00	0.00	0.00	0.00
MSp = $\gamma1 \cdot Hd^3 \cdot kp/3 + (2 \cdot c1 \cdot kp^{0.5} + \gamma1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd^2/2$	196.67	196.67	196.67	145.24

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

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

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)

N = $Pm + Pt + v + Stv + Sqv \text{ perm} + Sqv \text{ acc}$	818.82	(kN/m)
--------------------------------------------------------------	--------	--------

Risultante forze orizzontali (T)

T = $Sth + Squ + f$	422.46	(kN/m)
---------------------	--------	--------

Coefficiente di attrito alla base (f)

f = $\tan \phi1'$	0.42	(-)
-------------------	------	-----

Fs scorr. (N*f + Sp) / T **1.75** > **1.1**

VERIFICA AL RIBALTAMENTO (EQU)

Momento stabilizzante (Ms)

Ms = $Mm + Mt + Mfext3$	2307.30	(kNm/m)
-------------------------	---------	---------

Momento ribaltante (Mr)

Mr = $MSt + MSq + Mfext1 + Mfext2 + MSp$	508.59	(kNm/m)
------------------------------------------	--------	---------

Fs ribaltamento Ms / Mr **4.54** > **1**

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

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV2005011	B	17 di 31

VERIFICA CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)	Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v + St_v + Sq_v (+ Sovr acc)$	818.82	818.82	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)			
$T = S_{th} + S_{qh} + f - Sp$	32.46	32.46	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)			
$MM = \Sigma M$	2144.14	2144.14	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)			
$M = X_c \cdot N - MM$	312.32	312.32	(kNm/m)

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

Fondazione Nastriforme

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

cu	res. al taglio nd terreno di fondaz.	180.00		(kPa)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	20.00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma_d \cdot H_2'$	sovraccarico stabilizzante	26.40		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.38	0.38	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	5.24	5.24	(m)

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

$N_q = \tan^2(45 + \phi/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \phi)}$	(1 in cond. nd)	1.00		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi$	(2+ π in cond. nd)	5.14		(-)
$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi$	(0 in cond. nd)	0.00		(-)

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

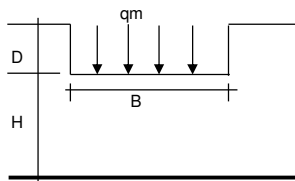
$i_q = (1 - T / (N + B \cdot c \cdot \cot \phi))^m$	(1 in cond. nd)	1.00	1.00	(-)
$i_c = (1 - m \cdot T / (B \cdot cu \cdot N_c))$		0.99	0.99	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B \cdot c \cdot \cot \phi))^{m+1}$		- -		(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	939.49	939.49	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = $q_{lim} \cdot B^* / N$	Nmin	6.01	>	1.4
		Nmax	6.01	>	

CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE



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

N	796.31	(kN/m)
M	193.36	(kNm/m)
$e = M/N$	0.24	(m)
B^*	5.51	(m)

Profondità Piano di Posa della Fondazione	D =	1.20	(m)
	D/B*	0.22	(m)
	Hs/B*	2.18	(m)

Carico unitario medio (qm)	$q_m = N / (B - 2 \cdot e) = N / B^* =$	148.49	(kN/mq)
----------------------------	-----------------------------------------	--------	---------

Coefficiente di forma $\mu_0 = f(D/B)$	$\mu_0 =$	0.952	(-)
----------------------------------------	-----------	-------	-----

Coefficiente di profondità $\mu_1 = f(H/B)$	$\mu_1 =$	0.70	(-)
---------------------------------------------	-----------	------	-----

Cedimento della fondazione	$\delta = \mu_0 \cdot \mu_1 \cdot q_m \cdot B^* / E =$	15.58	(mm)
----------------------------	--------------------------------------------------------	-------	------

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

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RSZ	00	D 26	CLNV2005011	B	18 di 31

9.2 Condizioni non drenate - 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)	333.52	333.52	428.92
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^+ \cdot Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	55.12	55.12	92.91
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)	324.97	324.97	421.52
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	53.71	53.71	91.31
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)	75.03	75.03	79.32
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	12.40	12.40	17.18
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)	390.70	390.70	287.84
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------	--------	--------	--------

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)	621.59	621.59	806.27
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m)	102.73	102.73	174.65
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m)	450.15	450.15	475.95
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m)	74.40	74.40	103.10
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)	196.67	196.67	145.24

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)

$N = Pm + Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv$	825.49	(kN/m)	
-------------------------------------------------------	--------	--------	--

Risultante forze orizzontali (T)

$T = Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Ptsh$	412.23	(kN/m)	
---------------------------------------------	--------	--------	--

Coefficiente di attrito alla base (f)

$f = \tan \phi_1'$	0.42	(-)	
--------------------	------	-----	--

$$Fs = (N \cdot f + Sp) / T \quad \mathbf{1.80} \quad > \quad \mathbf{1.1}$$

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

$Ms = Mm + Mt + Mfext3$	2563.67	(kNm/m)	
-------------------------	---------	---------	--

Momento ribaltante (Mr)

$Mr = MSst + MSsq + Mfext1 + Mfext2 + MSp + MP_s + Mpt_s$	602.67	(kNm/m)	
-----------------------------------------------------------	--------	---------	--

$$Fr = Ms / Mr \quad \mathbf{4.25} \quad > \quad \mathbf{1}$$

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

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV2005011	B	19 di 31

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
N =	$P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} + (Sovr\ acc)$	825.49	825.49	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$	21.53		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	ΣM	2111.68	2111.68	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	$X_c * N - MM$	364.77	364.77	(kNm/m)

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

Fondazione Nastriforme

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

cu	res. al taglio nd terreno di fondaz.	180.00		(kN/mq)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	20.00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d'H_2'$	sovraccarico stabilizzante	26.40		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.44	0.44	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	5.12	5.12	(m)

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

$N_q = tg^2(45 + \varphi'/2) * e^{(\pi * tg(\varphi'))}$	(1 in cond. nd)	1.00		(-)
$N_c = (N_q - 1) / tg(\varphi')$	(2+ π in cond. nd)	5.14		(-)
$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * tg(\varphi')$	(0 in cond. nd)	0.00		(-)

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

		Vesic (1975)		
$i_q = (1 - T / (N + B^*c'cotg\varphi'))^m$	(1 in cond. nd)	1.00	1.00	(-)
$i_c = (1 - m T / (B^* cu * N_c))$		0.99	0.99	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^*c'cotg\varphi'))^{m+1}$		-	-	(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

q _{lim}	(carico limite unitario)	943.47	943.47	(kN/m ²)
------------------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = q_{lim}*B* / N	Nmin	5.85	>	1.4
		Nmax	5.85	>	

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

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV2005011	B	20 di 31

9.3 Condizioni non drenate - 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)	333.52	333.52	428.92
Sst1 sism =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas$	(kN/m)	39.92	39.92	74.46
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)	324.97	324.97	421.52
Sst1h sism =	$Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	38.90	38.90	73.17
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)	75.03	75.03	79.32
Sst1v sism =	$Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	8.98	8.98	13.77
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)	389.30	389.30	286.45
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------	--------	--------	--------

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)	621.59	621.59	806.27
MSst1 sism =	$Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	74.41	74.41	139.96
MSst2 stat =	$Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m)	450.15	450.15	475.95
MSst2 sism =	$Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m)	53.89	53.89	82.62
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

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)

$$N = Pm + Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv \quad 788.52 \quad (\text{kN/m})$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Pts h \quad 397.42 \quad (\text{kN/m})$$

Coefficiente di attrito alla base (f)

$$f = \tan \phi_1' \quad 0.42 \quad (-)$$

$$F_s = (N \cdot f + Sp) / T \quad 1.82 \quad > \quad 1.1$$

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

$$M_s = Mm + Mt + Mfext3 \quad 2563.67 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$M_r = MSst + MSsq + Mfext1 + Mfext2 + MSp + MP_s + Mps \quad 562.46 \quad (\text{kNm/m})$$

$$F_r = M_s / M_r \quad 4.56 \quad > \quad 1$$



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 1/2

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV2005011	B	21 di 31

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
N =	$P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$	788.52	788.52	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$	8.12		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	ΣM	2196.92	2196.92	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	$X_c * N - MM$	168.64	168.64	(kNm/m)

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

Fondazione Nastriforme

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

cu	res. al taglio nd terreno di fondaz.	180.00		(kN/mq)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	20.00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d'H_2'$	sovraccarico stabilizzante	26.40		(kN/m ²)
e = M / N	eccentricità	0.21	0.21	(m)
B* = B - 2e	larghezza equivalente	5.57	5.57	(m)

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

$N_q = tg^2(45 + \varphi'/2) * e^{(\pi * tg(\varphi'))}$	(1 in cond. nd)	1.00		(-)
$N_c = (N_q - 1)/tg(\varphi')$	(2+ π in cond. nd)	5.14		(-)
$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * tg(\varphi')$	(0 in cond. nd)	0.00		(-)

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

$i_q = (1 - T/(N + B * c'cotg\varphi'))^m$	(1 in cond. nd)	1.00	1.00	(-)
$i_c = (1 - m T / (B * cu * N_c))$		1.00	1.00	(-)
$i_\gamma = (1 - T/(N + B * c'cotg\varphi'))^{m+1}$		- -		(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

q _{lim}	(carico limite unitario)	948.97	948.97	(kN/m ²)
------------------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = q_{lim}*B*/ N	Nmin	6.71	>	1.4
		Nmax	6.71	>	

10. VERIFICHE STRUTTURALI

10.1 Verifiche di resistenza agli stati limite ultimi

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

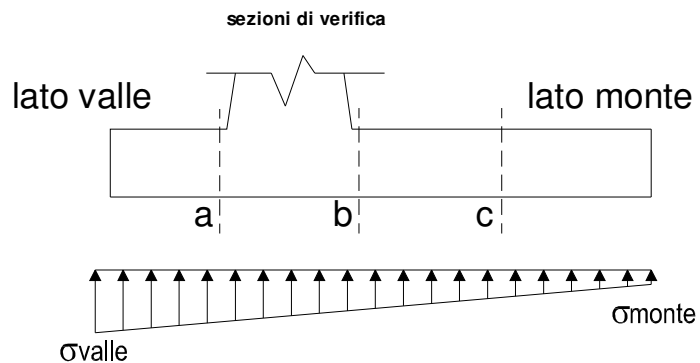
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

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

$$A = 1.0 \cdot B = 6.00 \quad (m^2)$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 6.00 \quad (m^3)$$

caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
statico	818.82	312.32	188.52	84.42
	818.82	312.32	188.52	84.42
sisma+	825.49	364.77	198.38	76.79
	825.49	364.77	198.38	76.79
sisma-	788.52	168.64	159.53	103.31
	788.52	168.64	159.53	103.31



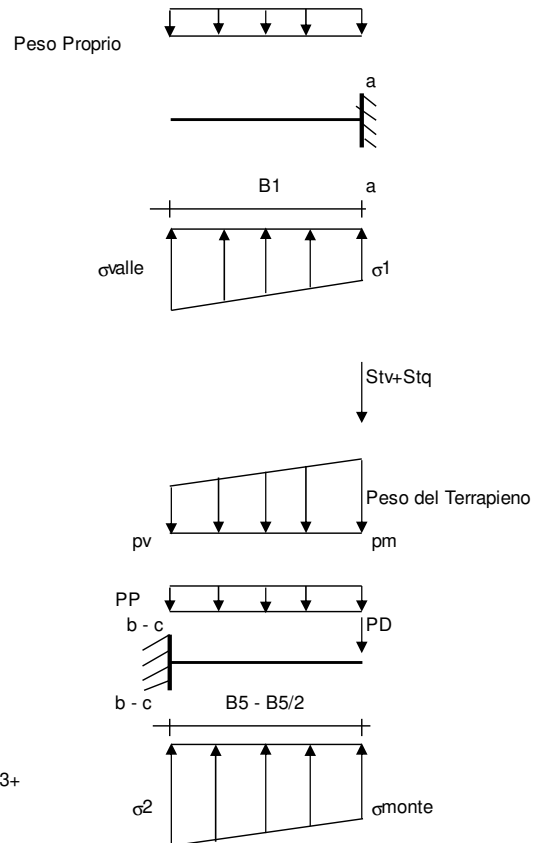
Mensola Lato Valle

$$\text{Peso Proprio.} \quad PP = 25.00 \quad (kN/m)$$

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

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

caso	σ_{valle}	σ_1	M_a	V_a
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	188.52	171.17	78.87	154.85
	188.52	171.17	78.87	154.85
sisma+	198.38	178.11	83.02	162.66
	198.38	178.11	83.31	162.66
sisma-	159.53	150.16	65.99	129.26
	159.53	150.16	65.70	129.26



Mensola Lato Monte

$$PP = 25.00 \quad (kN/m^2) \quad \text{peso proprio soletta fondazione}$$

$$PD = 20.00 \quad (kN/m) \quad \text{peso proprio dente}$$

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	124.66	124.66	124.66	(kN/m ²)
pvb	101.75	101.75	101.75	(kN/m ²)
pvc	113.20	113.20	113.20	(kN/m ²)

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

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

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

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

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

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV2005011	B	23 di 31

caso	σ_{2a}	σ_{2b}	Mb	Vb	σ_{2c}	Mc	Vc
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	84.42	154.69	-356.66	-193.07	119.55	59.74	-205.95
	84.42	154.69	-356.66	-193.07	119.55	59.74	-205.95
sisma+	76.79	158.86	-374.95	-203.45	117.82	60.77	-209.09
	76.79	158.86	-374.95	-203.45	117.82	60.77	-209.09
sisma-	103.31	141.26	-403.98	-206.76	122.29	-74.94	-159.80
	103.31	141.26	-403.98	-206.76	122.29	-74.94	-159.80

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

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

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

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

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

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

$$N_{ext} = v$$

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

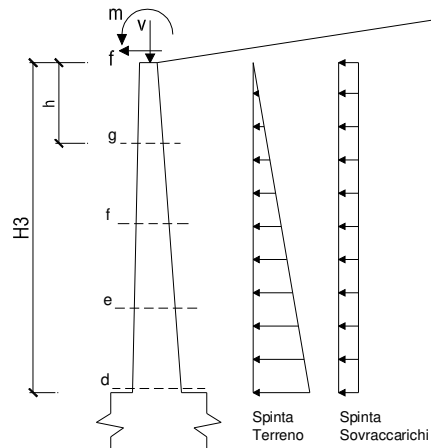
$$V_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a_{orizz.}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

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

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

$$V_{ext} = f$$

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


condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	5.50	306.84	0.00	0.00	306.84	0.00	92.81	92.81
e-e	4.13	129.45	0.00	0.00	129.45	0.00	62.52	62.52
f-f	2.75	38.35	0.00	0.00	38.35	0.00	36.95	36.95
g-g	1.38	4.79	0.00	0.00	4.79	0.00	16.11	16.11

sezione	h	Vt	Vq	V _{ext}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	5.50	167.37	0.00	0.00	167.37
e-e	4.13	94.14	0.00	0.00	94.14
f-f	2.75	41.84	0.00	0.00	41.84
g-g	1.38	10.46	0.00	0.00	10.46

condizione sismica +

sezione	h	M _{t stat}	M _{t sism}	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	5.50	236.03	40.04	0.00	0.00	10.26	286.33	0.00	94.97	94.97
e-e	4.13	99.58	16.89	0.00	0.00	5.32	121.78	0.00	63.97	63.97
f-f	2.75	29.50	5.00	0.00	0.00	2.16	36.67	0.00	37.81	37.81
g-g	1.38	3.69	0.63	0.00	0.00	0.49	4.80	0.00	16.49	16.49

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

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV2005011	B	24 di 31

sezione	h	Vt _{stat}	Vt _{sism}	Vq	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	5.50	128.74	21.84	0.00	0.00	4.32	154.90
e-e	4.13	72.42	12.28	0.00	0.00	2.91	87.61
f-f	2.75	32.19	5.46	0.00	0.00	1.72	39.36
g-g	1.38	8.05	1.36	0.00	0.00	0.75	10.16

condizione sismica -

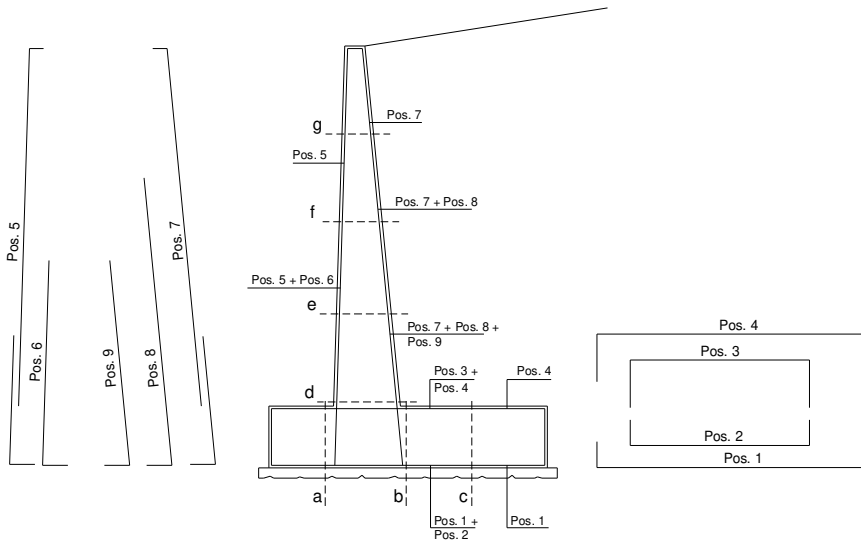
sezione	h	Mt _{stat}	Mt _{sism}	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	5.50	236.03	29.00	0.00	0.00	10.26	275.29	0.00	90.65	90.65
e-e	4.13	99.58	12.23	0.00	0.00	5.32	117.13	0.00	61.07	61.07
f-f	2.75	29.50	3.62	0.00	0.00	2.16	35.29	0.00	36.09	36.09
g-g	1.38	3.69	0.45	0.00	0.00	0.49	4.63	0.00	15.74	15.74

sezione	h	Vt _{stat}	Vt _{sism}	Vq	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	5.50	128.74	15.82	0.00	0.00	4.32	148.88
e-e	4.13	72.42	8.90	0.00	0.00	2.91	84.22
f-f	2.75	32.19	3.95	0.00	0.00	1.72	37.86
g-g	1.38	8.05	0.99	0.00	0.00	0.75	9.78

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

COMMESSA LOTTO FASE-ENTE DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3Z 00 D 26 CLNV2005011 B 25 di 31

SCHEMA DELLE ARMATURE

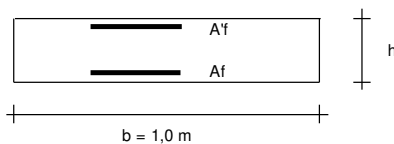


ARMATURE

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 ²)	(cm ²)	(kNm)	
a - a	83.31	0.00	1.00	15.71	15.71	571.38	sezione verificata
b - b	-403.98	0.00	1.00	15.71	15.71	571.38	sezione verificata
c - c	-74.94	0.00	1.00	15.71	15.71	571.38	sezione verificata
d - d	306.84	92.81	0.95	15.71	15.71	580.35	sezione verificata
e - e	129.45	62.52	0.81	15.71	15.71	478.58	sezione verificata
f - f	38.35	36.95	0.68	15.71	15.71	382.35	sezione verificata
g - g	4.80	16.49	0.54	15.71	15.71	290.76	sezione verificata

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

Sez.	V _{Ed}	h	V _{Rd}	σ staffe	i orizz.	i vert.	θ	V _{Rsd}	
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)	
a - a	162.66	1.00	331.42	8	20	20	21.8	1051.07	Armatura a taglio non necessaria
b - b	206.76	1.00	331.42	8	20	20	21.8	1051.07	Armatura a taglio non necessaria
c - c	209.09	1.00	331.42	8	20	20	21.8	1051.07	Armatura a taglio non necessaria
d - d	167.37	0.95	331.23	8	20	20	21.8	995.75	Armatura a taglio non necessaria
e - e	94.14	0.81	289.52	8	20	20	21.8	843.62	Armatura a taglio non necessaria
f - f	41.84	0.68	247.56	8	20	20	21.8	691.49	Armatura a taglio non necessaria
g - g	10.46	0.54	211.12	8	20	20	21.8	539.36	Armatura a taglio non necessaria

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

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV2005011	B	26 di 31

10.2 Verifiche a fessurazione

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

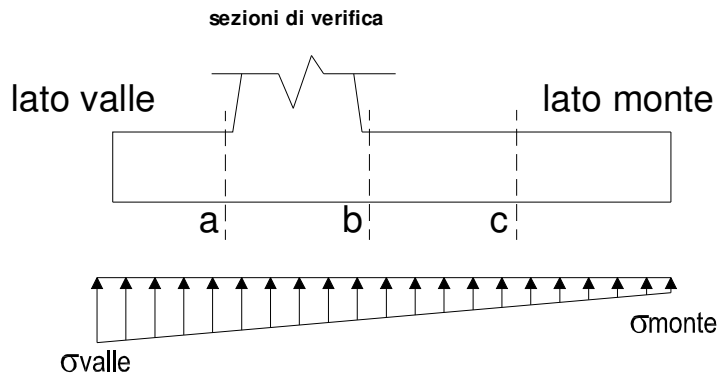
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

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

$$A = 1.0 \cdot B = 6.00 \quad (m^2)$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 6.00 \quad (m^3)$$

caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
Freq.	796.31	193.36	164.95	100.49
	796.31	193.36	164.95	100.49
Q.P.	796.31	193.36	164.95	100.49
	796.31	193.36	164.95	100.49

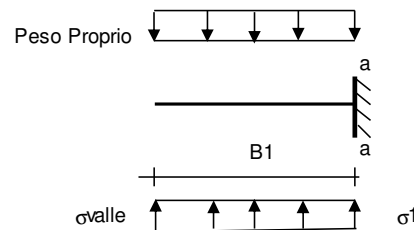


Mensola Lato Valle

$$\text{Peso Proprio.} \quad PP = 25.00 \quad (kN/m)$$

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

caso	σ_{valle}	σ_1	Ma
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]
Freq.	164.95	154.20	68.18
	164.95	154.20	68.18
Q.P.	164.95	154.20	68.18
	164.95	154.20	68.18



Mensola Lato Monte

$$PP = 25.00 \quad (kN/m^2) \quad \text{peso proprio soletta fondazione}$$

$$PD = 20.00 \quad (kN/m) \quad \text{peso proprio dente}$$

	Nmin	N max Freq	N max QP	
pm	124.66	124.66	124.66	(kN/m ²)
pvb	101.75	101.75	101.75	(kN/m ²)
pvc	113.20	113.20	113.20	(kN/m ²)

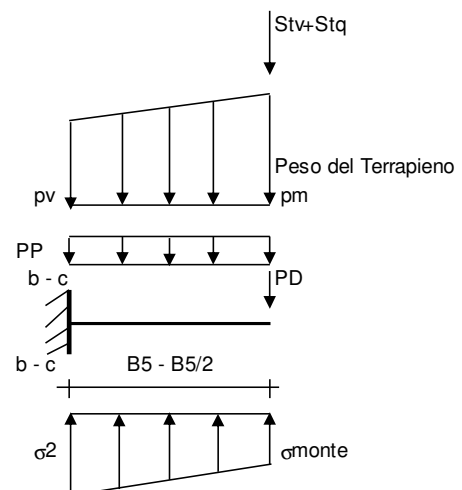
$$Mb = (\sigma_{monte} - (pvb + PP)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (pm - pvb) \cdot B^2 / 3 +$$

$$-(Stv + Sqv) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (B/2 - Bd/2) + Msp + Sp \cdot H^2 / 2$$

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

$$-(Stv + Sqv) \cdot (B/2) \cdot PD \cdot (B/2 - Bd/2) + Msp + Sp \cdot H^2 / 2$$

caso	σ_{monte}	σ_{2b}	Mb	σ_{2c}	Mc
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN/m ²]	[kNm]
Freq.	100.49	144.00	-206.85	122.24	129.13
	100.49	144.00	-206.85	122.24	129.13
Q.P.	100.49	144.00	-206.85	122.24	129.13
	100.49	144.00	-206.85	122.24	129.13



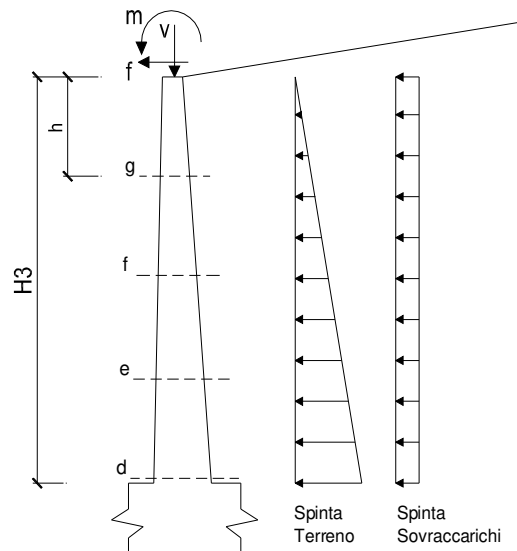
CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO
Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

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

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

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

$$N_{ext} = v$$


condizione Frequente

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	5.50	236.03	0.00	0.00	236.03	0.00	92.81	92.81
e-e	4.13	99.58	0.00	0.00	99.58	0.00	62.52	62.52
f-f	2.75	29.50	0.00	0.00	29.50	0.00	36.95	36.95
g-g	1.38	3.69	0.00	0.00	3.69	0.00	16.11	16.11

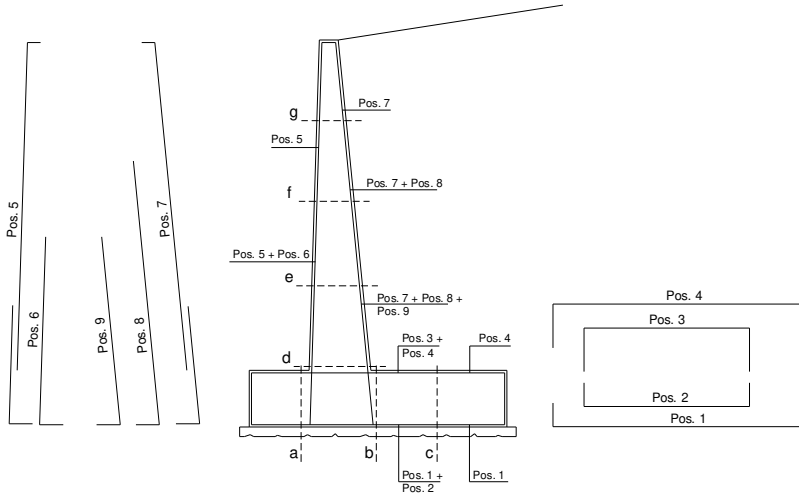
condizione Quasi Permanente

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	5.50	236.03	0.00	0.00	236.03	0.00	92.81	92.81
e-e	4.13	99.58	0.00	0.00	99.58	0.00	62.52	62.52
f-f	2.75	29.50	0.00	0.00	29.50	0.00	36.95	36.95
g-g	1.38	3.69	0.00	0.00	3.69	0.00	16.11	16.11

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

COMMESSA LOTTO FASE-ENTE DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3Z 00 D 26 CLNV2005011 B 28 di 31

SCHEMA DELLE ARMATURE

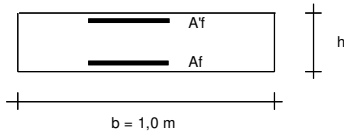


ARMATURE

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 ^c	σ ^f	w _k	w _{amm}	
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)	
a - a	68.18	0.00	1.00	15.71	15.71	0.73	48.61	0.056	0.200	sezione verificata
b - b	-206.85	0.00	1.00	15.71	15.71	2.22	147.46	0.171	0.200	sezione verificata
c - c	129.13	0.00	1.00	15.71	15.71	1.39	92.06	0.107	0.200	sezione verificata
d - d	236.03	92.81	0.95	15.71	15.71	2.83	150.56	0.175	0.200	sezione verificata
e - e	99.58	62.52	0.81	15.71	15.71	1.55	70.77	0.082	0.200	sezione verificata
f - f	29.50	36.95	0.68	15.71	15.71	0.63	21.79	0.025	0.200	sezione verificata
g - g	3.69	16.11	0.54	15.71	15.71	0.11	1.25	0.001	0.200	sezione verificata

(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 ^c	σ ^f	w _k	w _{amm}	
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)	
a - a	68.18	0.00	1.00	15.71	15.71	0.73	48.61	0.056	0.300	sezione verificata
b - b	-206.85	0.00	1.00	15.71	15.71	2.22	147.46	0.171	0.300	sezione verificata
c - c	129.13	0.00	1.00	15.71	15.71	1.39	92.06	0.107	0.300	sezione verificata
d - d	236.03	92.81	0.95	15.71	15.71	2.83	150.56	0.175	0.300	sezione verificata
e - e	99.58	62.52	0.81	15.71	15.71	1.55	70.77	0.082	0.300	sezione verificata
f - f	29.50	36.95	0.68	15.71	15.71	0.63	21.79	0.025	0.300	sezione verificata
g - g	3.69	16.11	0.54	15.71	15.71	0.11	1.25	0.001	0.300	sezione verificata

(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 1/2

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLNV2005011	B	29 di 31

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.